



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 5 Nomor 3 Tahun 2025 Page 394-405

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Analisis Kuda-Kuda Baja dengan Metode Titik Buhul dan *Structure Analysis Program* (SAP) 2000

Ninik Paryati

Universitas Islam 45 Bekasi

Email: nparyati@yahoo.com

Abstrak

Struktur rangka batang merupakan struktur yang banyak digunakan dalam dunia konstruksi, seperti rangka jembatan, kuda-kuda pada atap, tower dan lain sebagainya. Struktur rangka batang terangkai dari beberapa batang yang disambungkan pada ujung batang di titik buhul atau simpul. Sambungan pada titik buhul biasanya memakai alat sambung baut, paku keling atau las. Untuk analisis, biasanya sambungan atau titik buhul dianggap sendi dan terangkai dari elemen segitiga-segitiga yang mampu menahan beban aksial tekan maupun tarik. Berbagai metode digunakan untuk menganalisis struktur truss ini agar mendapatkan perencanaan yang baik sehingga struktur tersebut akan stabil atau seimbang dan kuat sehingga aman untuk digunakan. Perencanaan struktur kuda-kuda baja ini menggunakan metode keseimbangan titik buhul untuk menganalisis kekuatannya dalam menahan beban yang ada pada kuda-kuda baja, kemudian dikontrol dengan software teknik sipil yaitu Structure Analysis Program (SAP)2000 baik dalam geometri struktur, pembebanan, kekuatan maupun keamanannya untuk mengetahui kuat tidaknya struktur yang direncanakan, selanjutnya dibuat gambar final desain strukturnya. Hasil dari perencanaan struktur kuda-kuda menggunakan profil baja 2L.60.60.6 dan 2L.50.50.5 tegangan pada struktur kuda-kuda sebesar 802.76 kg/cm² lebih kecil dari tegangan ijin sebesar 1600 kg/cm² sehingga struktur aman. Untuk hasil kontrol lendutan diketahui bahwa dari lendutan pada struktur kuda-kuda sebesar 0.01287 lebih kecil dari lendutan ijin sebesar 1.042 sehingga struktur aman. Dari hasil check desain struktur diketahui bahwa semua frame berwarna biru yang menunjukkan bahwa struktur kuda-kuda baja tersebut sangat kuat dan aman.

Kata Kunci: *Kuda-Kuda Baja, Titik Kumpul Struktur, SAP 2000*

Abstract

The truss structure is a structure that is widely used in the construction world, such as bridge frames, roof trusses, towers and so on. The truss structure is assembled from several rods that are connected at the ends of the rods at the knot points or nodes. The connection at the knot point usually uses bolts, rivets or welding. For analysis, usually the joints or knot points are considered joints and are assembled from triangular elements that are able to withstand axial compressive and tensile loads. Various methods are used to analyze this truss structure in order to obtain good planning so that the structure will be stable or balanced and strong so that it is safe to use. The planning of this steel truss structure uses the knot point balance method to analyze its strength in withstanding the load on the steel truss, then controlled with civil engineering software, namely Structure Analysis Program (SAP) 2000 both in structural geometry, loading, strength and safety to determine the strength of the planned structure, then the final design drawing of the structure is made. The results of the truss structure planning using steel profiles 2L.60.60.6 and 2L.50.50.5 the stress on the truss structure is 802.76 kg/cm² smaller than the allowable stress of 1600 kg/cm² so that the structure is safe. For the deflection control results, it is known that the deflection on the truss structure is 0.01287 smaller than the allowable deflection of 1.042 so that the structure is safe. From the results of the structural design check, it is known that all frames are blue which indicates that the steel truss structure is very strong and safe.

Keywords: *Steel Truss, Structural Assembly Point, SAP 2000*

PENDAHULUAN

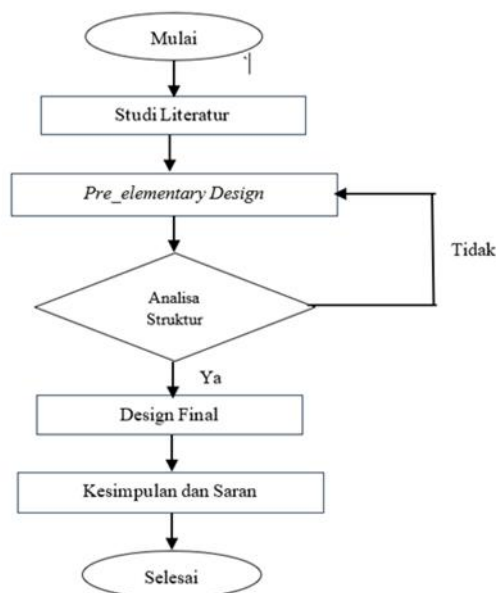
Struktur rangka batang merupakan struktur yang banyak digunakan dalam dunia konstruksi, seperti rangka jembatan, kuda-kuda pada atap, tower dan lain sebagainya (Adha et al., 2020; Tampubolon, 2022). Struktur rangka batang terangkai dari beberapa batang yang disambungkan pada ujung batang di titik buhul atau simpul (Paryati, 2016; Simanjuntak et al., 2023). Sambungan pada titik buhul biasanya memakai alat sambung baut, paku keling atau las. Untuk analisis, biasanya sambungan atau titik buhul dianggap sendi dan terangkai dari elemen segitiga-segitiga yang mampu menahan beban aksial tekan maupun tarik (Herman et al., 2018; Juniarta et al., 2019; Suryati et al., 2022).

Perencanaan struktur truss ini menggunakan metode keseimbangan titik buhul untuk menganalisis kekuatannya dalam menahan beban yang ada pada kuda-kuda baja, kemudian dikontrol dengan software teknik sipil yaitu Structure Analysis Program (SAP) 2000 (Nugroho et al., 2021; Rudi et al., 2024). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh perencanaan kuda-kuda baja yang kokoh, kuat dan efisien dalam penggunaan materialnya sehingga hemat biaya. Manfaat dari penelitian ini untuk referensi bagi

mahasiswa maupun pekerja konstruksi untuk memudahkan dalam perencanaan kuda-kuda baja (Cornelis, 2012; Oktarina & Darmawan, 2015; Virma Septiani et al., 2024).

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis dengan cara menghitung data yang diperlukan pada saat tahap preelementary design, selanjutnya dihitung dengan metode titik buhul secara manual dan dianalisis menggunakan Structure Analysis Program (SAP) 2000 mengetahui kuat tidaknya struktur yang direncanakan untuk selanjutnya dibuat gambar final desain strukturnya, dilakukan pembahasan untuk ditarik kesimpulan.



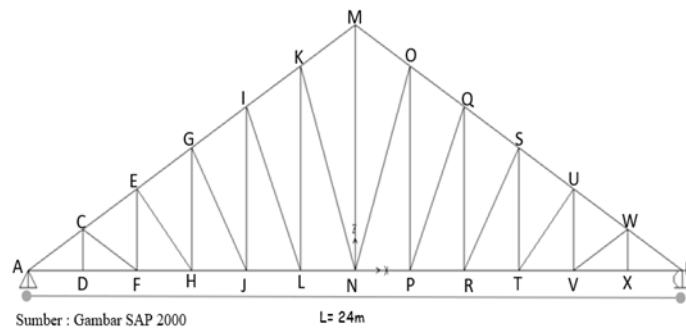
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan kuda-kuda baja mempunyai bentang 24 m dengan jarak penggantung 2m, jarak kuda-kuda 2.5m sebagai berikut :

1. Geometri Struktur

Struktur kuda -kuda yang dirancang merupakan jenis *pratt truss* dengan susunan rangka batang yang saling terkait pada titik kumpul struktur/titik buhul sebagai berikut :



Gambar 1. Kuda-Kuda Baja

Dari gambar diatas terdapat 24 titik buhul yaitu titik buhul dari A sampai dengan X dengan 45 *frames* / batang.

2. Data Material

Data material yang dipakai pada perancangan ini adalah sebagai berikut :

- a. Panjang bentang kuda-kuda : 24m
- b. Kemiringan atap : 30°
- c. Bentang gording: 2.5 m
- d. Jarak Gording: 2 m
- e. Penutup Atap (Asbes) : 11kg/m^2
- f. Plafond Asbes +Rangka+Penggantung : $11\text{ kg/m}^2 + 7\text{kg/m}^2 = 18\text{kg/m}^2$
- g. Beban Angin : 25kg/m^2
- h. Beban Hidup : 100kg/m
- i. Berat Gording Canal : 7.51kg/m
- j. Tegangan Leleh: 2400kg/m
- k. Profil Frame: 2L.60.60.6 dan 2L. 50.50.5
- l. Profil Baja Canal
 - 1) A: 9.576 cm^2
 - 2) W: 7.51kg/m
 - 3) I_x : 332 cm^4
 - 4) I_y : 53.8 cm^4
 - 5) W_x : 44.3cm^3
 - 6) W_y : 12.2 cm^3

3. Pembebanan struktur kuda-kuda

Pada pembebanan struktur kuda-kuda baja ini terdiri dari beban mati, beban hidup, beban angin tekan dan beban angin hisap dengan besarnya beban adalah sebagai berikut:

a. Beban Mati (q_{DL})

Bagian Atas

$$\text{Berat Gording Canal } 150 \times 65 \times 20 \times 3.2 \text{ mm} = 7.51 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat atap asbes } 11 \text{ kg/m}^2 \times 2 \text{ m} &= 22 \text{ kg/m} \\ &+ \\ &= 29.51 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bagian Bawah

$$\text{Plafond Asbes} + (\text{Rangka} + \text{Penggantung}) = 18 \text{ kg/m}^2 \times 1.85 \text{ m} = 33.3 \text{ kg/m}$$

b. Beban Hidup (q_{LL})

$$\text{Pekerja ditengah bentang} = 100 \text{ kg}$$

c. Beban Angin (q_{Wind})

$$\text{Koefisien angin tekan} = (0.02 \times \alpha) - 0.4 \text{ (PPI83)} = (0.02 \times 30^\circ) - 0.4 = 0.2$$

$$\text{Koefisien angin hisap} = -0.4 \text{ (PPI 83)}$$

$$\text{Beban angin tekan} : 0.2 \times 2 \times 25 = 10 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban angin hisap} : -0.4 \times 2 \times 25 = 20 \text{ kg/m}$$

4. Beban Dan Momen Arah X dan Y

Perhitungan pembebanan arah x (q_x) dan pembebanan arah y (q_y) untuk mencari momen arah x (M_x) dan momen arah y (M_y) adalah sebagai berikut :

a. Beban Mati

$$q_x = 29.51 \sin 30^\circ = 14.755 \text{ kg/m}$$

$$q_y = 29.51 \cos 30^\circ = 25.56 \text{ kg/m}$$

$$M_{x_1} = \frac{1}{8} q_x l^2$$

$$M_{x_1} = \frac{1}{8} \times 14.755 \text{ kg/m} \times 2.5 \text{ m}^2$$

$$M_{x_1} = 11.34 \text{ kgm}$$

$$M_{y_1} = \frac{1}{8} q_y l^2$$

$$M_{y_1} = \frac{1}{8} \times 25.56 \text{ kg/m} \times 2.5 \text{ m}^2$$

$$M_{y_1} = 19.97 \text{ kgm}$$

b. beban Hidup

$$P_x = 100 \sin 30^\circ = 50 \text{ kg}$$

$$P_y = 100 \cos 30^\circ = 86.6 \text{ kg}$$

$$M_{x_2} = \frac{1}{4} \times P l$$

$$M_{x_2} = \frac{1}{4} \times 50 \text{ kg} \times 2.5 \text{ m}$$

$$M_{x_2} = 31.25 \text{ kgm}$$

$$M_{y_2} = \frac{1}{4} \times P l$$

$$M_{y_2} = \frac{1}{4} \times 86.6 \text{ kg} \times 2.5 \text{ m}$$

$$M_{y_2} = 54.125 \text{ kgm}$$

c. Beban Angin

$$q_x = 20 \text{ kg/m}$$

$$q_y = 10 \text{ kg/m}$$

$$M_{x_3} = \frac{1}{8} \times q_x \times l^2 = 1/8 \times 20 \text{ kg/m} \times 2.5 \text{ m}^2 = 15.625 \text{ kgm}$$

$$M_{y_3} = \frac{1}{8} \times q_y \times l^2 = 1/8 \times 10 \text{ kg/m} \times 2.5 \text{ m}^2 = 7.81 \text{ kgm}$$

5. Kontrol Tegangan

Suatu bangunan harus dikontrol tegangannya akibat semua beban yang bekerja, agar tidak melebihi tegangan ijin, adapun kontrol tegangan tersebut sebagai berikut :

Baja BJ 37 ($f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$)

$$\sigma_{ijin} = \frac{f_y}{F.k} = \frac{2400}{1.5} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma = \left(\frac{M_x}{W_x} \right) + \left(\frac{M_y}{W_y} \right) = \left(\frac{5821.5 \text{ kg}}{44.3 \text{ cm}^2} \right) + \left(\frac{8190.5 \text{ kg}}{12.2 \text{ cm}^2} \right) = 802.76 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Syarat } \sigma \leq \sigma_{ijin}$$

$$802.76 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Oke!}$$

Dari hasil kontrol tegangan diketahui bahwa dari tegangan pada struktur kuda-kuda sebesar 802.76 kg/cm^2 lebih kecil dari tegangan ijin sebesar 1600 kg/cm^2 sehingga struktur aman.

6. Kontrol Lendutan

Suatu bangunan harus dikontrol lendutannya agar tidak melebihi syarat lendutan yang diijinkan, adapun kontrol lendutan tersebut sebagai berikut :

$$\delta x = \frac{5}{384} \times \frac{q_x \cdot L^4}{E \cdot I_x} + \frac{P_x \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$$
$$\delta x = \frac{5}{384} \times \frac{14.755 \cdot (250)^4 \cdot 10^{-2}}{2.1 \cdot 10^6 \cdot 332} + \frac{50 \cdot (250)^3 \cdot 10^{-2}}{48.2 \cdot 1.10^6 \cdot 332}$$

$$\delta x = 0,0108$$

$$\delta y = \frac{5}{384} \times \frac{qy \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^4}{E \cdot I_y} + \frac{Py \cdot \left(\frac{L}{2}\right)^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$$

$$\delta y = \frac{5}{384} \times \frac{25.56 \cdot (125)^4 \cdot 10^{-2}}{2.1 \cdot 10^6 \cdot 53.8} + \frac{86.6 \cdot (125)^3 \cdot 10^{-2}}{48 \cdot 2.1 \cdot 10^6 \cdot 53.8}$$

$$\delta y = 0,007$$

$$\delta = \sqrt{\delta x^2 + \delta y^2}$$

$$\delta = \sqrt{0.0108^2 + 0.007^2} = 0,01287 \text{ cm}$$

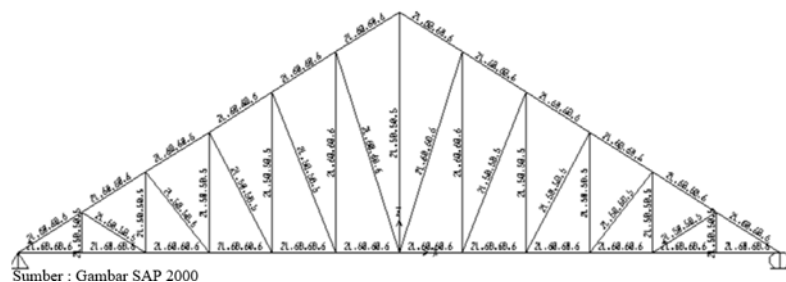
$$\delta \text{ ijin} = 1/240 \times L = 1/240 \times 250 = 1,042 \text{ cm}$$

$$\leq \delta \text{ ijin} = 0.01287 \text{ cm} < 1,042 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Oke!}$$

Dari hasil kontrol lendutan diketahui bahwa dari lendutan pada struktur kuda-kuda sebesar 0,01287 lebih kecil dari lendutan ijin sebesar 1.042 sehingga struktur aman.

7. Profil Baja Yang Dipakai

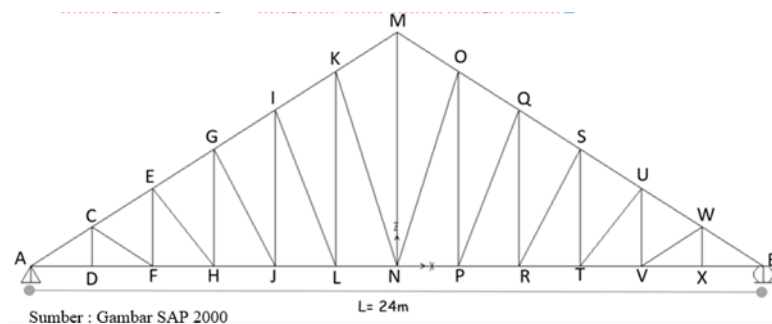
Dalam perancangan ini dipakai profil baja 2L.60.60.6 dan 2L. 50.50.5 dengan susunan sebagai berikut :



Gambar 2. Profil Kuda – Kuda Baja

8. Pembebanan Pada Titik Buhul

Untuk pembebanan pada setiap titik buhul adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Nomor Titik Buhul Kuda-Kuda

a. Beban Mati Atas

Bagian Atas:

$$\text{Berat Gording} \quad 7,51 \text{ kg/m} \times 2,5 \text{ m} = 18,775 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Atap Asbes} \quad 11 \text{ kg/m}^2 \times 2 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} = \underline{55 \text{ kg}}$$

73.78 kg

Bagian Bawah:

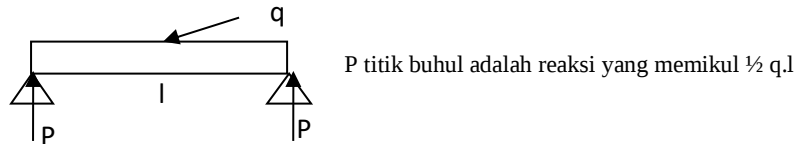
Plafond Asbes + Rangka + Penggantung

$$18 \text{ kg/m}^2 \times 2\text{m} \times 2,5\text{m} = 90 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup

$$P = 100 \text{ kg}$$

c. Beban Kombinasi (Beban yang Dipakai)



Gambar 4. Perletakan beban

$$P_{ult} = 1,2 qDL + 1,6 LL$$

$$P_{ult} = 1,2 (1/2 \times 73.78) + 1,6 (1/2 \times 100)$$

$$P_{ult} = 1,2 (36.89) + 1,6 (50) = 124.268 \text{ kg}$$

Beban dilimpahkan pada titik buhul atas :

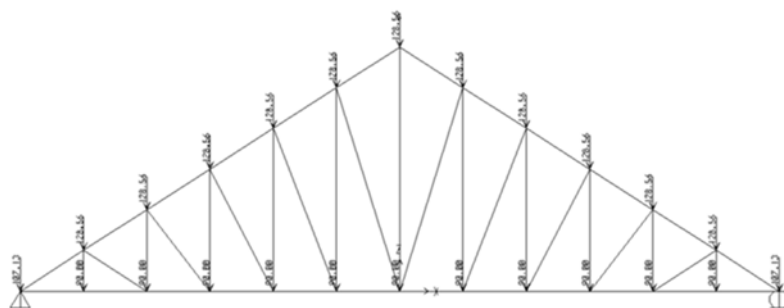
$$P_1 = P_{13} = \frac{1}{2} \times 124.268 \text{ kg} = \underline{62.134 \text{ kg}}$$

$$P_2 \text{ s/d } P_{12} = \underline{128,56 \text{ kg}}$$

Beban yang dilimpahkan ke titik buhul bawah (searah gravitasi) adalah :

$$P_1 = P_{13} = \frac{1}{2} \times 83,25 = \underline{45 \text{ kg}}$$

$$P_{14} \text{ s/d } P_{24} = \underline{90 \text{ kg}}$$



Gambar 5. Perletakan beban

d. Beban Angin

$$\text{Koefisien angin tekan} = (0,02 \times \alpha) - 0.4 \text{ (PPI83)} = (0.02 \times 30^\circ) - 0.4 = 0.2$$

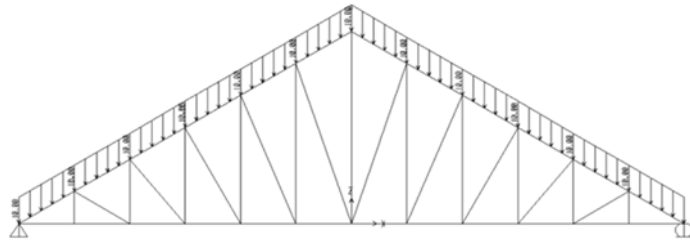
$$\text{Koefisien angin hisap} = -0.4 \text{ (PPI 83)}$$

$$\text{Beban angin tekan} : 0.2 \times 2 \times 25 = 10 \text{ kg/m}$$

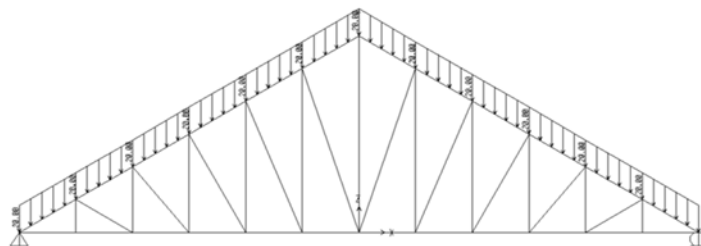
Beban angin hisap : $-0.4 \times 2 \times 25 = 20 \text{ kg/m}$

Karena simetris maka besarnya beban angin tekan kanan - kiri sama dan angin hisap $k_i - k_a$ sama

Untuk keperluan analisis pada SAP 2000 maka beban angin dijadikan merata sepanjang jarak antar gording



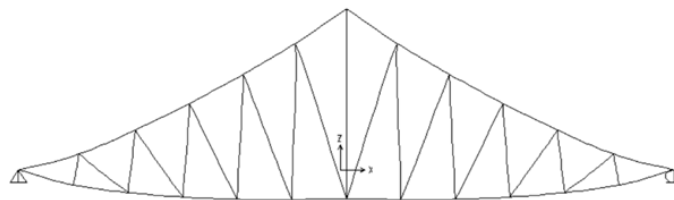
Gambar 6. Beban Angin Tekan



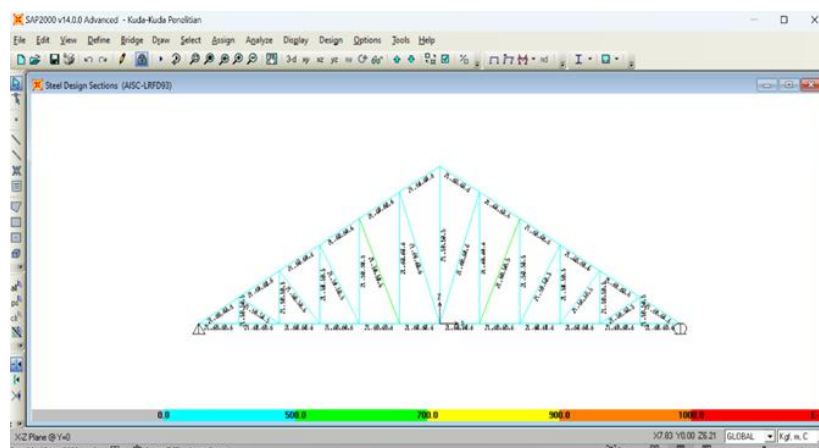
Gambar 7. Beban Angin Hisap

9. Check Desain Struktur (Dengan Sap 2000)

Setelah semua proses perancangan dan pembebanan selesai, maka dilakukan check desain struktur apakah sudah sesuai dan aman atau tidak sebagai berikut :



Gambar 8. Reaksi Lendutan Kuda-Kuda



Gambar 9. Hasil Cek Desain Struktur

Warna frame setelah check desain merupakan indikasi kekuatan dimana warna biru menunjukkan bahwa struktur sangat kuat, hijau kuat, kuning kurang kuat, orange tidak kuat, merah perencanaan gagal. Dari hasil check desain struktur menggunakan SAP 2000 pada struktur diatas diketahui bahwa semua frame berwarna biru yang menunjukkan bahwa struktur kuda-kuda baja tersebut sangat kuat, sehingga dapat diketahui bahwa kuda-kuda dengan bentang 24m dengan jarak kuda-kuda 2.5m menggunakan frame 2L.60.60.6mm & 2L. 50.50.5mm, gording baja canal 150 x 65 x 20 x 3,2 mm serta mutu baja BJ 37 sangat kuat dan aman.

SIMPULAN

Dari analisa dan pembahasan diatas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Struktur kuda -kuda yang dirancang merupakan jenis *pratt truss* terdiri dari 24 titik buhul dengan 45 *frames* / batang.
2. Pembebanan struktur kuda-kuda baja ini terdiri dari beban mati bagian atas sebesar 29.51kg/m, beban mati bagian bawah sebesar 33.3 kg/m, beban hidup sebesar 100kg, beban angin tekan sebesar 10 kg/m dan beban angin hisap : $-0.4 \times 2 \times 25 = 20$ kg/m
3. Pembebanan arah x dan y :
 - a. Beban arah x

Beban mati q_x sebesar 14.755kg/m, M_{x_1} sebesar 11.34 kgm
 Beban hidup P_x sebesar 50 kg, M_{x_2} sebesar 54.125 kgm
 Beban angin q_x sebesar 20 kg/m, M_{x_3} sebesar 15.625 kgm
 - b. Beban arah y

Beban mati q_y sebesar 25.56 kg/m, M_{y_1} sebesar 19.97 kgm
 Beban hidup P_y sebesar 86.6kg, M_{y_2} sebesar 54.125kgm
 Beban angin q_y sebesar 10 kg/m, M_{x_3} sebesar 7.81 kgm
4. Dari hasil kontrol tegangan diketahui bahwa dari tegangan pada struktur kuda-kuda sebesar 802.76 lebih kecil dari tegangan ijin sebesar 1600 kg/cm² sehingga struktur aman.
5. Dari hasil kontrol lendutan diketahui bahwa dari lendutan pada struktur kuda-kuda sebesar 0.01287 lebih kecil dari lendutan ijin sebesar 1.042 sehingga struktur aman.
6. Dalam perancangan ini dipakai profil baja 2L.60.60.6 dan 2L. 50.50.5.
7. Dari hasil check desain struktur menggunakan SAP 2000 pada struktur diatas diketahui bahwa semua frame berwarna biru yang menunjukkan bahwa struktur

kuda-kuda baja tersebut sangat kuat, sehingga dapat diketahui bahwa kuda-kuda dengan bentang 24m dengan jarak kuda-kuda 2.5m menggunakan frame 2L.60.60.6mm & 2L. 50.50.5mm, gording baja canal 150 x 65 x 20 x 3,2 mm serta mutu baja BJ 37 sangat kuat dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, A. N., Abdi, F. N., & Sutanto, H. (2020). Analisis struktur rangka batang 2d dengan metode matriks kekakuan menggunakan aplikasi matlab. *J. Teknol. SIPIL J. Ilmu Pengetah. Dan Teknol. Sipil*, 15–18.
- Cornelis, R. (2012). Kajian Experimental Dan Numerik Desain Perancangan Elemen Batang Profil L Berbahan Ferrocement Sebagai Pengganti Elemen Rangka Kuda-kuda Atap Ringan Berbahan Kayu Atau Berbahan Baja. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 23–42.
- Herman, H., Fitrah, R. A., & Haris, S. (2018). STUDI OPTIMALISASI KONFIGURASI STRUKTUR KUDA-KUDA ATAP BAJA RINGAN. *Racic: Rab Construction Research*, 3(01), 296–305.
- Juniarta, L. A. P., Sulistyorini, D., & Shulhan, M. A. (2019). Pengaruh Pemasangan Profil C Baja Canai Dingin Secara Sentris Pada Rangka Balok Baja Canai Dingin. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 4(1), 17–24.
- Nugroho, H. T., Suhendra, S., & Nuklirullah, M. (2021). Analisa Perhitungan Struktur Baja Menggunakan Program ETABS. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 120–127.
- Oktarina, D., & Darmawan, A. (2015). Analisa Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan Dan Rangka Atap Kayu Dari Segi Analisis Struktur Dan Anggaran Biaya. *Konstruksia*, 7(1).
- Paryati, N. (2016). ANALISIS KUDA-KUDA BAJA DENGAN SAP (Structure Analysis Program) 2000 V. 11. In *UNIVERSITAS ISLAM "45" BEKASI*.
- Rudi, D., Frans, P. L., & Kakaly, S. (2024). Perhitungan Struktur Rangka Batang Menggunakan Metode Titik Buhul Pada Jembatan Way Mamua Desa Hitu. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, 1(4), 248–258.
- Simanjuntak, J. O., Zai, E. O., & Damanik, V. C. (2023). ANALISIS PERHITUNGAN RANGKA BATANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE KESEIMBANGAN TITIK BUHUL DAN METODE RITTER. *Jurnal Construct*, 3(1), 1–9.
- Suryati, S., Sardana, L., & Disurya, R. (2022). Legal analysis of limited company which was submitted to bankruptcy. *Nurani: Jurnal Kajian Syari'ah Dan Masyarakat*, 22(1), 109–120.
- Tampubolon, S. P. (2022). Perbandingan Hasil Analisa Perhitungan Rangka Kuda-Kuda Kayu Dengan Menggunakan SAP-2000 dan Metode Titik Buhul. *Praxis: Jurnal Sains*,

Teknologi, Masyarakat Dan Jejaring, 5(1), 22–38.

Virma Septiani, S. T., Silitonga, E. P., Febriansyah, A., & Yoga, M. A. P. (2024). Buku Pembelajaran Analisa Struktur SAP 2000. Bening Media Publishing.