



Perencanaan Struktur Baja Hangar Pesawat Bentang Lebar dengan Sistem Rangka Batang (Truss)

Edison Hatoguan Manurung¹, Muhammad Ricko Nasution²

¹⁻²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular, Jakarta, Indonesia
email: ricko.muhammad80@gmail.com

Article Info

Article history:

Received June 17, 2026

Revised July 11, 2026

Accepted July 15, 2026

Keywords:

Aircraft Hangar, Steel Structure, Truss Frame, WF Profile.

ABSTRACT

Aircraft hangars require expansive, column-free spaces (long-span structures) to accommodate fleet movement and maintenance. This paper discusses the structural design of an aircraft hangar superstructure using steel materials and a truss system. The design methodology adheres to SNI 1729:2020 (Specification for Structural Steel Buildings) and SNI 1726:2019 for seismic loads. The design results demonstrate that the use of Wide Flange (WF) steel profiles and Hollow Structural Sections (HSS) is effective in resisting dead, live, wind, and seismic loads, with deflections remaining within the serviceability limits for long-span structures.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received June 17, 2026

Revised July 11, 2026

Accepted July 15, 2026

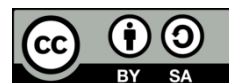
Keywords:

Hangar Pesawat, Struktur Baja, Rangka Batang (Truss), Profil WF.

ABSTRACT

Hangar pesawat memerlukan ruang bebas kolom yang luas (bentang lebar) untuk mengakomodasi pergerakan dan perawatan armada. Jurnal ini membahas perencanaan struktur atas hangar pesawat menggunakan material baja dengan sistem rangka batang (*truss*). Metodologi perencanaan mengacu pada SNI 1729:2020 (Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural) dan SNI 1726:2019 untuk beban gempa. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa penggunaan profil baja *Wide Flange* (WF) dan pipa baja (*Hollow Structural Sections*) efektif dalam memikul beban mati, hidup, angin, dan gempa, dengan lendutan yang memenuhi batas layak struktur bentang lebar.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Muhammad Ricko Nasution

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular, Jakarta, Indonesia

email: ricko.muhammad80@gmail.com

PENDAHULUAN

Struktur bentang lebar seperti hangar pesawat memiliki tantangan utama pada besarnya beban mati sendiri struktur roof truss dan sensitivitas terhadap beban angin. Baja dipilih sebagai material utama karena memiliki rasio kuat-tarik terhadap berat yang tinggi, serta kemudahan dalam metode pelaksanaan (*erection*). Artikel ini menguraikan tahapan kriteria desain, pembebanan, hingga contoh perhitungan manual kekuatan komponen struktur utama hangar. Perkembangan industri penerbangan yang pesat menuntut ketersediaan infrastruktur pendukung yang memadai, salah satunya adalah hangar pesawat. Sebagai fasilitas perawatan



(*maintenance*), perbaikan (*repair*), dan penyimpanan pesawat, hangar memerlukan ruang bebas kolom yang sangat luas (bentang lebar) untuk mengakomodasi pergerakan pesawat dengan aman. Tantangan utama dalam perancangan struktur bentang lebar adalah meminimalkan berat sendiri struktur (*self-weight*) sekaligus menjaga kekakuan dan stabilitas terhadap beban luar, seperti beban angin dan beban gempa.

Material baja menjadi pilihan utama untuk struktur bentang lebar karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi (*strength-to-weight ratio*), sifat daktilitas yang baik, serta kemudahan dalam proses fabrikasi dan ereksi. Untuk mengoptimalkan material baja pada bentang lebar, sistem rangka batang (*truss*) merupakan solusi struktural yang sangat efektif. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan prinsip triangulasi, di mana beban luar yang bekerja pada titik buhul (*node*) akan ditransformasikan menjadi gaya-gaya aksial berupa tarik dan tekan pada elemen-elemen batang. Hal ini meminimalkan timbulnya momen lentur yang besar, sehingga penggunaan material menjadi lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem balok solid (*solid beam*).

Penelitian ini berfokus pada perencanaan struktur atas hangar pesawat bentang lebar menggunakan sistem rangka batang baja. Evaluasi dan analisis dilakukan untuk memastikan bahwa dimensi profil yang direncanakan memenuhi kriteria keamanan (*safety*) dan kelayakan (*serviceability*) berdasarkan standar tata cara perencanaan struktur baja yang berlaku di Indonesia. Hasil akhir dari perencanaan ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi desain yang optimal, efisien, dan aman bagi pembangunan infrastruktur penerbangan.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif-analitis dengan pendekatan studi literatur dan simulasi numerik berbasis komputer. Tahapan pelaksanaan perencanaan disusun secara sistematis untuk mencapai hasil desain yang optimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kriteria Desain & Geometri Struktur

- Fungsi Bangunan: Hangar Pesawat Komersial
- Lebar Bentang (L): 60 meter (Tanpa Kolom Tengah)
- Panjang Hangar: 80 meter
- Tinggi Kolom (H): 15 meter
- Sistem Atap: Rangka Batang Ruang (*Space Truss*) / Rangka Kuda-kuda Baja
- Mutu Baja: BJ 41 ($f_y = 250 \text{ MPa}$ $f_u = 410 \text{ MPa}$)

Analisis Pembebanan (SNI 1727:2020)

Sebelum masuk ke perhitungan elemen, ditentukan beban-beban yang bekerja pada satu titik buhul (*joint*) internal akibat luasan atap yang dipikul ($A_{\text{tributari}} = 6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$):

Bebas Mati (Dead Load - DL): Penutup atap seng/spandek + *insulation*: 15 kg/m^2

- Berat gording dan *bracing* (estimasi): 20 kg/m^2
- Total Beban Mati Tambahan = $35 \text{ kg/m}^2 \times 24 \text{ m}^2 = 840 \text{ kg} = 8.4 \text{ kN}$



Bebas Hidup (Live Load - LL):

- Beban pekerja atap: $0,96 \text{ Kn/m}^2$ Sesuai SNI diambil minimum beban terpusat pada joint P = 1 kN.

Beban Angin (Wind Load - WL):

Sangat krusial untuk hangar karena tiupan angin dari pintu hangar yang besar menciptakan tekanan internal yang tinggi.

Contoh Perhitungan Komponen Struktur

Berikut adalah contoh perhitungan mekanika dan kapasitas penampang untuk salah satu batang utama yang menerima beban terfaktor dari hasil kombinasi pembebanan ($1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL}$ atau kombinasi angin).

A. Analisis Batang Tarik (*Chord* Bawah Rangka Atap)

Misalkan dari hasil analisis struktur (SAPA2000/ETABS), gaya tarik ultimit akibat kombinasi beban adalah:

Gaya Tarik Ultimit (P_u) = 1200 kN

Kita coba gunakan profil Double Angle (2L 150.150.15) atau Profil WF 250x250x9x14. Untuk bagian *chord* bentang lebar, profil WF 250x250x9x14 lebih umum digunakan karena kekakuannya.

Data Profil WF 250x250x9x14:

- $A_g = 92.18 \text{ cm}^2 = 9218 \text{ mm}^2$
- $f_y = 250 \text{ MPa}$
- $f_u = 410 \text{ MPa}$

Cek Kondisi Leleh (Yielding) pada Penampang Bruto

Kapasitas tarik nominal berdasarkan kelelahan penampang:

$$\phi P_n = \phi \cdot f_y \cdot A_g$$

Dengan $\phi = 0.90$:

$$\phi P_n = 0.90 \times 250 \text{ MPa} \times 9218 \text{ mm}^2 = 2.074.050 \text{ N} = 2074.05 \text{ kN}$$

Cek Kondisi Fraktur (Rupture) pada Penampang Netto

Asumsi sambungan menggunakan baut pada bagian sayap (*flange*) dengan efektivitas penampang ($U = 0.85$):

$$A_e = A_n \cdot U = (0.85 \times A_g) = 0.85 \times 9218 = 7835.3 \text{ mm}^2$$

Kapasitas tarik nominal berdasarkan keruntuhan fraktur dengan $\phi = 0.75$:

$$\phi P_n = \phi \cdot f_u \cdot A_e$$

$$\phi P_n = 0.75 \times 410 \text{ MPa} \times 7835.3 \text{ mm}^2 = 2.409.354 \text{ N} = 2409.35 \text{ kN}$$

Kesimpulan Batang Tarik:

Ambil nilai terkecil dari kedua kondisi di atas $\phi P_n = 2074.05 \text{ kN}$



Syarat: $\phi P_n \geq P_u \rightarrow 2074.05 \text{ kN} \geq 1200 \text{ kN}$ (AMAN/OK)

Analisis Batang Tekan (*Chord* Atas Rangka Atap)

Misalkan gaya tekan maksimum akibat kombinasi beban pada batang atas sepanjang $L = 4$ meter adalah:

$$\text{Gaya Tekan Ultimit } (P_u) = 850 \text{ kN}$$

Kita gunakan profil yang sama demi keseragaman: WF 250x250x9x14.

- Radius Girasi (r_y) = 62.9 mm
- Panjang Tekuk (L_k) = 4000 mm (Asumsi ujung-ujung sendi, $K = 1.0$)

Hitung Rasio Kelangsingan (λ)

$$\lambda = \frac{K \cdot L}{r_y} = \frac{1.0 \times 4000}{62.9} = 63.59$$

Hitung Tegangan Tekuk Elastis (F_e)

$$F_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{K \cdot L}{r_y}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 200.000 \text{ MPa}}{(63.59)^2} = 488.16 \text{ MPa}$$

Tentukan Tegangan Kritis (F_{cr})

Batas kelangsingan apakah tekuk elastis atau plastis:

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 4.71 \sqrt{\frac{200.000}{250}} = 133.22$$

Karena $\lambda = 63.59 \leq 133.22$, maka kegagalan berupa **tekuk inelastis**:

$$F_{cr} = \left[0.658^{\frac{f_y}{F_e}}\right] \cdot f_y = \left[0.658^{\frac{250}{488.16}}\right] \times 250 = [0.658^{0.512}] \times 250 = 0.806$$

Hitung Kapasitas Tekan Nomina (ϕP_n)

Dengan faktor reduksi kekuatan tekan $\phi = 0.90$:

$$\phi P_n = \phi \cdot F_{cr} \cdot A_g$$

$$\phi P_n = 0.90 \times 201.5 \text{ MPa} \times 9218 \text{ mm}^2 = 1.671.783 \text{ N} = 1671.78 \text{ kN}$$

Kesimpulan Batang Tekan:

Syarat: $\phi P_n \geq P_u \rightarrow 1671.78 \text{ kN} \geq 850 \text{ kN}$ (AMAN/OK)

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perencanaan dan simulasi perhitungan manual di atas: Profil WF 250x250x9x14 memenuhi syarat batas layan dan batas ultimit kekuatan, baik sebagai elemen tarik maupun elemen tekan pada bentang atap utama. Pada struktur bentang lebar seperti hangar, sambungan baut mutu tinggi (*High Strength Bolt* Grade A325 atau A490) sangat disarankan pada titik buhul utama untuk mengantisipasi gaya geser bolak-balik akibat beban angin dinamis.



DAFTAR PUSTAKA

- AISC. (2016). *Specification for structural steel buildings* (ANSI/AISC 360-16). American Institute of Steel Construction.
- Edison Hatoguan Manurung et al. 2025. *Analisis Efisiensi Material Baja Dalam Struktur Kuda-Kuda Atap Pada Bangunan Komersial*
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung* (SNI 1726:2019). Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain* (SNI 1727:2020). Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural* (SNI 1729:2020). Jakarta: BSN.
- Dewobroto, W. (2016). *Struktur baja: Perilaku, analisis & desain - AISC 2010*. Lumina Press.
- Salmon, C. G., Johnson, J. E., & Malhas, F. A. (2009). *Steel structures: Design and behavior* (5th ed.). Pearson.
- Segui, W. T. (2018). *Steel design* (6th ed.). Cengage Learning.
- Setiawan, A. (2013). *Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Erlangga.