

## ANALISIS EFISIENSI MATERIAL BAJA DALAM STRUKTUR KUDA-KUDA ATAP PADA BANGUNAN KOMERSIAL

Edison Hatoguan Manurung<sup>1</sup>, Kerlima Hutagaol<sup>2</sup>, Dizzy Putrafakhmi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular

Email: [edisonmanurung2010@yahoo.com](mailto:edisonmanurung2010@yahoo.com)

### INFO ARTIKEL

**Riwayat Artikel:**

Received :21-06-2025

Revised :03-07-2025

Accepted :09-07-2025

**Keywords:** Steel Material Efficiency, Steel Structures, Structural Analysis, Construction Design Optimization

**DOI:** <https://doi.org/10.62335>

### ABSTRACT

*This paper examines the efficiency of steel material use in commercial building roof trusses. The analysis was conducted by comparing several types of steel profiles using manual calculations and structural software, based on Indonesian National Standards (SNI) standards. The goal was to identify the most material-efficient configuration without compromising strength and stability. The results indicate that selecting the right profile can save up to 25% on material, resulting in a more economical and efficient design.*

### ABSTRAK

Makalah ini membahas efisiensi penggunaan material baja pada struktur kuda-kuda atap bangunan komersial. Analisis dilakukan dengan membandingkan beberapa jenis profil baja menggunakan perhitungan manual dan software struktur, berdasarkan standar SNI. Tujuannya adalah mengidentifikasi konfigurasi yang paling hemat material tanpa mengurangi kekuatan dan stabilitas. Hasilnya menunjukkan bahwa pemilihan profil yang tepat dapat menghemat hingga 25% material, menjadikan desain lebih ekonomis dan efisien.

### PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi modern, efisiensi material menjadi salah satu faktor krusial yang menentukan keberhasilan suatu proyek, terutama dalam hal biaya, waktu pelaksanaan, dan keberlanjutan lingkungan. Baja merupakan salah satu material utama

dalam struktur bangunan, khususnya pada elemen kuda-kuda atap. Penggunaan baja menawarkan keunggulan dalam hal kekuatan tarik yang tinggi, ketahanan terhadap deformasi, dan kemudahan dalam fabrikasi serta instalasi.

Namun demikian, efisiensi penggunaan material baja belum sepenuhnya optimal di lapangan. Banyak desain kuda-kuda atap masih menggunakan profil baja dengan kapasitas berlebih (*overdesign*), yang berakibat pada pemborosan material dan biaya konstruksi yang tidak perlu. Dalam konteks bangunan komersial yang umumnya memiliki bentang atap lebar dan pembebanan dinamis, pemilihan tipe dan dimensi profil baja yang tepat menjadi sangat penting.

Oleh karena itu, analisis terhadap efisiensi penggunaan material baja pada struktur kuda-kuda atap diperlukan guna mendapatkan desain struktur yang tidak hanya kuat dan stabil, tetapi juga ekonomis dan ramah lingkungan.

#### Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam makalah ini adalah:

1. Bagaimana menganalisis efisiensi penggunaan material baja pada struktur kuda-kuda atap?
2. Profil baja jenis apa yang paling efisien secara struktural dan ekonomis untuk bangunan komersial?
3. Berapa besar penghematan material yang dapat dicapai melalui pemilihan profil yang tepat?

#### Tujuan Penelitian

Tujuan dari makalah ini adalah:

1. Menganalisis dan membandingkan efisiensi beberapa jenis profil baja dalam struktur kuda-kuda atap.
2. Menentukan desain kuda-kuda baja yang optimal dari segi penggunaan material dan kekuatan struktur.
3. Memberikan rekomendasi desain struktur atap baja yang lebih hemat dan efektif untuk bangunan komersial.

#### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- Memberikan informasi teknis terkait efisiensi penggunaan material baja dalam struktur atap.
- Menjadi acuan bagi perencana dalam menentukan jenis profil baja yang tepat pada proyek bangunan komersial.
- Mendorong penerapan desain yang lebih hemat biaya dan material tanpa mengurangi aspek keamanan struktur.

#### Ruang Lingkup dan Batasan

Agar pembahasan tetap terfokus, ruang lingkup dan batasan dalam makalah ini adalah:

- Analisis terbatas pada struktur kuda-kuda atap bangunan komersial satu bentang tanpa overhang.

- Beban yang dianalisis mencakup beban mati, beban hidup, dan beban angin berdasarkan SNI 1727:2020.
- Perbandingan hanya dilakukan pada beberapa jenis profil baja yang umum digunakan (misalnya: WF, kanal C, pipa baja).
- Tidak mencakup analisis biaya secara detail atau perhitungan sambungan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Jenis Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan analitis-komparatif. Tujuannya adalah untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi penggunaan beberapa jenis profil baja pada struktur kuda-kuda atap bangunan komersial. Analisis dilakukan melalui perhitungan manual serta pemodelan menggunakan perangkat lunak analisis struktur.

### **Objek Penelitian**

Objek penelitian adalah struktur kuda-kuda atap pada bangunan komersial satu bentang dengan panjang bentang 12 meter dan tinggi 3 meter. Desain kuda-kuda dianalisis menggunakan beberapa jenis profil baja yang umum digunakan, yaitu:

- Profil WF (Wide Flange)
- Profil Kanal C (CNP)
- Profil Pipa Baja (Circular Hollow Section)

### **Data dan Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Data teknis profil baja dari katalog produsen (misalnya Gunung Garuda, Krakatau Steel)
- Data pembebanan berdasarkan standar SNI 1727:2020
- Spesifikasi material berdasarkan SNI 1729:2020

Sumber data diperoleh dari literatur teknik, standar nasional Indonesia, dan hasil simulasi perangkat lunak.

### **Langkah-Langkah Penelitian**

#### **1. Studi Literatur**

Mengumpulkan informasi dari standar, buku teknik, dan jurnal ilmiah yang berkaitan dengan desain struktur kuda-kuda baja dan efisiensi material.

#### **2. Penentuan Parameter Desain**

Menentukan geometri kuda-kuda, jenis beban (beban mati, beban hidup, beban angin), serta jenis dan mutu baja.

#### **3. Pemodelan Struktur**

Membuat pemodelan struktur kuda-kuda menggunakan software analisis (misalnya SAP2000 atau ETABS).

#### **4. Perhitungan Manual**

Melakukan perhitungan beban, reaksi, dan momen lentur secara manual untuk validasi model.

5. Analisis Efisiensi

Menganalisis kebutuhan material dari masing-masing profil dan membandingkan efisiensi berdasarkan rasio kekuatan terhadap berat serta kebutuhan volume material.

6. Evaluasi dan Interpretasi Hasil

Mengevaluasi hasil perbandingan untuk menentukan profil paling efisien dari segi struktural dan ekonomis.

Kriteria Penilaian Efisiensi

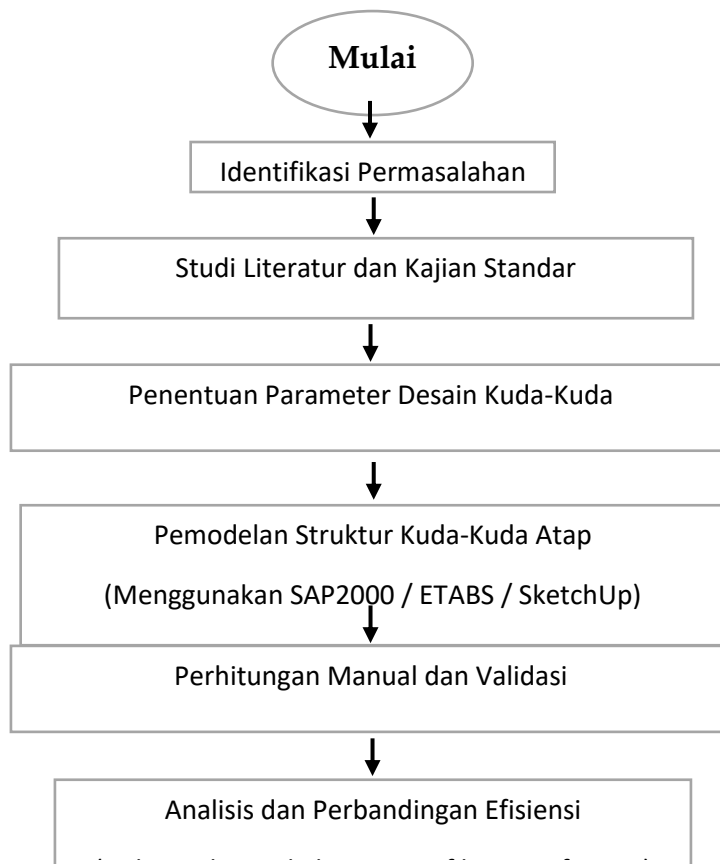
Efisiensi material dievaluasi berdasarkan:

- Berat total material (kg)
- Volume profil baja yang digunakan (cm<sup>3</sup>)
- Rasio kekuatan terhadap berat
- Defleksi maksimum dan batas izin

Profil yang paling efisien adalah profil dengan kombinasi kapasitas dukung tinggi, berat minimum, dan memenuhi kriteria batas layan struktur.

Flowchart Alur Penelitian

Bagan alur pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar di bawah ini





## Hasil DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Umum Desain Kuda-Kuda

Dalam penelitian ini, struktur kuda-kuda atap dirancang untuk bangunan komersial satu bentang dengan panjang bentang 12 meter dan tinggi 3 meter. Sistem atap yang digunakan adalah kuda-kuda segitiga sederhana tanpa overhang. Pembebanan terdiri dari beban mati (berat sendiri atap dan penutup atap), beban hidup (akses pemeliharaan), dan beban angin, sesuai dengan standar SNI 1727:2020.

Analisis dilakukan dengan tiga jenis profil baja yang umum digunakan:

- Profil WF (Wide Flange)
- Profil Kanal C (CNP)
- Profil Pipa Baja (Circular Hollow Section)

### Hasil Perhitungan Beban dan Gaya Dalam

Berikut adalah ringkasan perhitungan beban yang digunakan untuk analisis:

**Tabel 1 ringkasan perhitungan beban**

Jenis Beban	Nilai Beban (kN/m <sup>2</sup> )	Keterangan
Beban Mati	0.25	Penutup atap, reng, dan self-weight
Beban Hidup	0.15	Akses pemeliharaan ringan
Beban Angin	±0.40	Sesuai zona tekanan angin (SNI 1727)

Berdasarkan beban-beban tersebut, dilakukan analisis struktur menggunakan software SAP2000 dan perhitungan manual. Reaksi perletakan, gaya aksial, momen, dan defleksi maksimum diperoleh dari hasil simulasi.

### Analisis Efisiensi Profil Baja

Untuk mengevaluasi efisiensi material, dilakukan perbandingan terhadap volume total baja, berat struktur, serta rasio kekuatan terhadap berat untuk masing-masing profil.

**Tabel 2 Perbandingan Volume dan Berat Material**

Jenis Profil	Berat Total (kg)	Volume Material (cm <sup>3</sup> )	Defleksi Max (mm)	Keterangan Efisiensi
WF 200x100	320	40,000	11.2	Efisien
Kanal C 150	395	48,600	15.4	Kurang efisien
Pipa Ø114	350	42,500	13.6	Cukup efisien

## **Pembahasan**

Berdasarkan hasil analisis:

- Profil WF menunjukkan efisiensi tertinggi, dengan berat dan volume material paling rendah, serta defleksi yang masih dalam batas aman.
- Profil Kanal C membutuhkan material lebih banyak dan menghasilkan defleksi yang lebih besar, menunjukkan kurangnya efisiensi terutama untuk bentang menengah.
- Profil Pipa Baja memiliki performa struktural cukup baik, namun fabrikasi dan sambungan lebih kompleks dibanding WF.

Pemilihan profil WF terbukti lebih optimal dalam memenuhi aspek kekuatan, kestabilan, dan efisiensi material. Selain itu, dari segi pelaksanaan konstruksi, WF lebih mudah dipasang dan tersedia luas di pasaran.

## **Implikasi Praktis**

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan profil struktur yang tepat tidak hanya berdampak pada kekuatan bangunan, tetapi juga pada penghematan biaya dan sumber daya. Desain efisien sangat penting terutama dalam proyek-proyek komersial berskala besar yang melibatkan banyak elemen struktural berulang.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal berikut:

1. Pemilihan jenis profil baja berpengaruh signifikan terhadap efisiensi struktur kuda-kuda atap. Dalam studi ini, tiga jenis profil dianalisis yaitu WF, Kanal C, dan Pipa Baja. Profil WF terbukti paling efisien dari segi kekuatan dan penggunaan material.
2. Profil WF 200x100 menghasilkan berat dan volume material paling rendah dengan defleksi yang masih berada dalam batas izin. Hal ini menunjukkan bahwa profil WF mampu menahan beban dengan struktur yang lebih ringan dan stabil.
3. Profil Kanal C memiliki volume material terbesar dan defleksi paling tinggi, sehingga dinilai kurang efisien untuk bentang menengah dalam bangunan komersial.
4. Profil Pipa Baja menunjukkan efisiensi sedang, namun memiliki keterbatasan dalam proses sambungan dan fabrikasi di lapangan.
5. Efisiensi material dalam perencanaan struktur kuda-kuda atap memberikan dampak langsung terhadap penghematan biaya, berat total struktur, dan waktu konstruksi. Oleh karena itu, pemilihan profil harus mempertimbangkan tidak hanya aspek kekuatan, tetapi juga volume, fabrikasi, dan kemudahan pemasangan.

## **SARAN**

1. Dalam perancangan struktur kuda-kuda atap, disarankan untuk selalu melakukan analisis perbandingan beberapa alternatif profil baja sebelum menentukan jenis yang digunakan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan biaya aktual material dan proses konstruksi agar hasil efisiensi lebih komprehensif secara teknis dan ekonomis.
3. Untuk proyek skala besar atau bangunan khusus, sebaiknya menggunakan software analisis terintegrasi dan melibatkan kolaborasi antara perencana struktur dan pelaksana lapangan agar hasil desain optimal secara keseluruhan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1729:2020 - Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 - Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: BSN.
- Wahyudi, T., & Setiawan, A. (2019). Analisis Efisiensi Material pada Struktur Kuda-Kuda Baja Menggunakan Profil WF dan Pipa. *Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, 8(2), 45-52.
- Yulianingsih, R., Firmansyah, M., & Ramadhan, D. (2022). Optimasi Struktur Baja Atap Gudang Menggunakan Metode LRFD. *Jurnal Konstruksi dan Struktur*, 10(1), 33-40.
- Gunawan, H. (2018). *Struktur Baja: Perencanaan dan Desain dengan SAP2000*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Krakatau Steel. (2021). *Katalog Produk Baja Profil*. Cilegon: PT Krakatau Steel (Persero) Tbk.
- Sutrisno, E. (2017). Perbandingan Kinerja Struktur Baja WF dan Kanal C pada Konstruksi Atap Bangunan Industri. *Jurnal Struktur dan Konstruksi*, 5(1), 21-29.
- MacGinley, T. J., & Seng, K. H. (2008). *Steel Structures: Practical Design Studies (2nd ed.)*. London: Taylor & Francis.
- Kementerian PUPR. (2017). *Panduan Teknis Perencanaan Struktur Baja pada Bangunan Gedung*. Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Iswanto, B., & Rahmadani, E. (2021). Kajian Perbandingan Profil Baja dalam Rangka Atap untuk Efisiensi Biaya dan Material. *Jurnal Teknik Bangunan*, 14(3), 112–119.