

ALTERNATIF DESAIN RANGKA ATAP BENTANG PANJANG STUDI KASUS AUDITORIUM BONTANG

ANDRI HADI SUARNO, KAMALUDIN

Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email: hadisuarnoandri28@gmail.com

ABSTRAK

Semakin meningkatnya perkembangan teknologi dan pembangunan, struktur rangka atap berbahan kayu telah banyak digantikan dengan konstruksi berbahan baja, terutama bangunan yang memiliki bentang atap panjang seperti auditorium Bontang yang terletak di Jl. Awang Long, Kota Bontang, Kalimantan Timur. Salah satu kendala dalam pembangunan struktur berbahan baja yaitu biaya konstruksi yang cukup mahal, berat baja sangat berpengaruh terhadap biaya konstruksi, oleh sebab itu diperlukan analisis menggunakan software MIDAS CIVIL dengan cara membandingkan 3 profil berbeda yaitu profil IWF, pipa, dan kanal termasuk profil existing untuk mengetahui apakah profil existing tersebut sudah tepat digunakan dalam struktur rangka atap tersebut atau dapat digantikan dengan profil lain yang memiliki berat lebih ringan. Hasil analisis membuktikan bahwa profil pipa tipe truss lebih ringan dibandingkan profil atap existing dengan bobot 11,44 ton sehingga dapat dijadikan sebagai alternatif profil lain di dalam pembangunan struktur atap Auditorium Bontang.

Kata Kunci: struktur rangka atap, auditorium, jenis profil baja, MIDAS CIVIL.

1. PENDAHULUAN

Konstruksi rangka atap adalah suatu bentuk konstruksi yang berfungsi untuk menyangga konstruksi atap yang terletak di atas kuda-kuda tersebut. Rangka atap memiliki beberapa jenis profil yang sering digunakan diantaranya profil WF, profil tersusun (*built-up*) siku sama kaki, profil pipa dan lain – lain.

Berdasarkan permasalahan banyaknya alternatif yang bisa digunakan, penelitian ini akan menganalisis beberapa profil lain yang bisa digunakan dengan sasaran memiliki tonase yang kecil seperti contohnya membandingkan profil IWF, profil kanal, dan profil pipa.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi konstruksi atap yang sudah direncanakan pada proyek auditorium bontang dengan mencoba beberapa alternative design profil yang lain, dan meneliti apakah yang direncanakan sudah tepat atau belum dari segi volume material yang digunakan sehingga didapatkan jenis profil dengan tonase paling ringan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Struktur Baja

Desain bagian struktur memerlukan pemilihan sebuah bagian penampang yang akan dengan aman dan ekonomis menahan beban yang diterapkan. Persyaratan dasar desain structural adalah bahwa kekuatan yang dibutuhkan tidak melebihi kekuatan yang tersedia, yaitu :

kekuatan yang dibutuhkan $\leq$ kekuatan yang tersedia

2.2 Teori Load Resistance Factor Design (LRFD) Struktur Baja

Desain yang sesuai dengan ketentuan untuk desain Load Resistance Factor Design (LRFD) memenuhi persyaratan spesifikasi ini bila kekuatan desain setiap komponen struktural sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban LRFD.

Desain harus dilakukan sesuai dengan Persamaan:

$$R_u \geq \phi R_n \quad \dots(1)$$

2.3 Batang Tarik

Menurut SNI 1729-2020 menyatakan kekuatan tarik desain, $\phi_t P_n$, dan kekuatan tarik izin, P_n/Ω_t komponen struktur tarik harus merupakan nilai terendah yang diperoleh sesuai dengan keadaan batas leleh tarik pada penampang bruto dan keruntuhan tarik pada penampang neto.

$$P_u \leq \phi_t P_n \quad \dots(2)$$

Untuk leleh tarik pada penampang bruto:

$$\phi_t = 0,9 \quad P_n = F_y A_g \quad \dots(3)$$

Untuk Keruntuhan tarik pada penampang neto:

$$\phi_t = 0,75 \quad P_n = F_u A_e \quad \dots(4)$$

2.4 Batang Tekan

Menurut SNI 1729 2020 menyatakan bahwa kekuatan tekan desain $\phi_c P_n$ dan kekuatan tekan tersedia P_n/Ω_c . Kekuatan tekan nominal P_n , harus nilai terendah yang diperoleh berdasarkan pada keadaan batas dari tekuk lentur, tekuk torsi dan tekuk torsi-lentur.

$$\phi_c = 0,9 \text{ (LRFD)}$$

Komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor N_u , harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$P_u \leq \phi_c \cdot P_n \quad \dots(5)$$

Tegangan kritis, F_{cr} , ditentukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Bila } \frac{L_c}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad & \text{(atau } \frac{F_y}{F_e} \leq 2,25) \\ F_{cr} = \left(0,658^{\frac{F_y}{F_e}} \right) F_y \end{aligned} \quad \dots(6)$$

$$\begin{aligned} \text{Bila } \frac{L_c}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad & \text{(atau } \frac{F_y}{F_e} \leq 2,25) \\ F_{cr} = 0,877 F_e \end{aligned} \quad \dots(7)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r} \right)^2} \quad \dots(8)$$

2.5 Kapasitas Geser

Menurut SNI 1729 2020 menyatakan bahwa untuk LRFD, hubungan antara kekuatan yang diperlukan dan kekuatan yang tersedia.

$$V_u \leq \phi_v V_n \quad \dots(9)$$

2.6 Desain Komponen Struktur untuk Lentur

Menurut SNI 1729 2020 menyatakan bahwa kekuatan lentur desain $\phi_b M_n$, harus ditentukan sebagai berikut:

$$\phi_b = 0,9 \quad \dots(10)$$

$$M_u \leq \phi_b M_n \quad \dots(11)$$

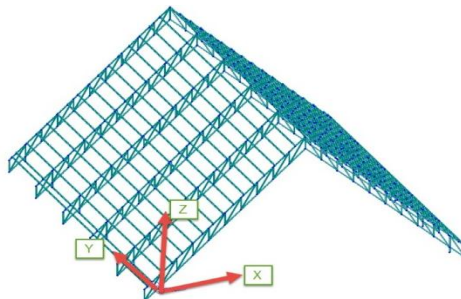
$$C_b = \frac{12,5M_{maks}}{2,5M_{maks} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \quad \dots(12)$$

2.7 Perjanjian Tanda Midas

Program MIDAS/Civil merupakan sebuah program yang dibuat untuk analisa struktur dan desain struktur dalam bidang ilmu teknik sipil. Perjanjian tanda pada midas dibagi menjadi 2, yaitu perjanjian tanda global dan perjanjian tanda lokal.

2.7.1 Perjanjian Tanda Global

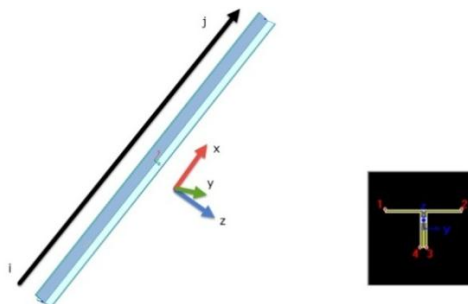
Koordinat X menunjukkan arah melintang, koordinat Y menunjukkan arah memanjang dan koordinat Z menunjukkan arah vertikal. Koordinat global ini digunakan untuk menentukan perletakan dan reaksi perletakan secara keseluruhan.



Gambar 1. Perjanjian Tanda Global

2.7.2 Perjanjian Tanda Lokal

Perjanjian tanda lokal menunjukkan batang-batang secara mendetail, elemen pada midas memiliki 2 titik yaitu titik i dan titik j yang saling terhubung. Koordinat x searah tarikan i ke j, koordinat z menunjukkan arah bawah, sedangkan koordinat y menunjukkan arah samping. Koordinat lokal digunakan untuk menentukan gaya dalam, penampang, dan kekakuan

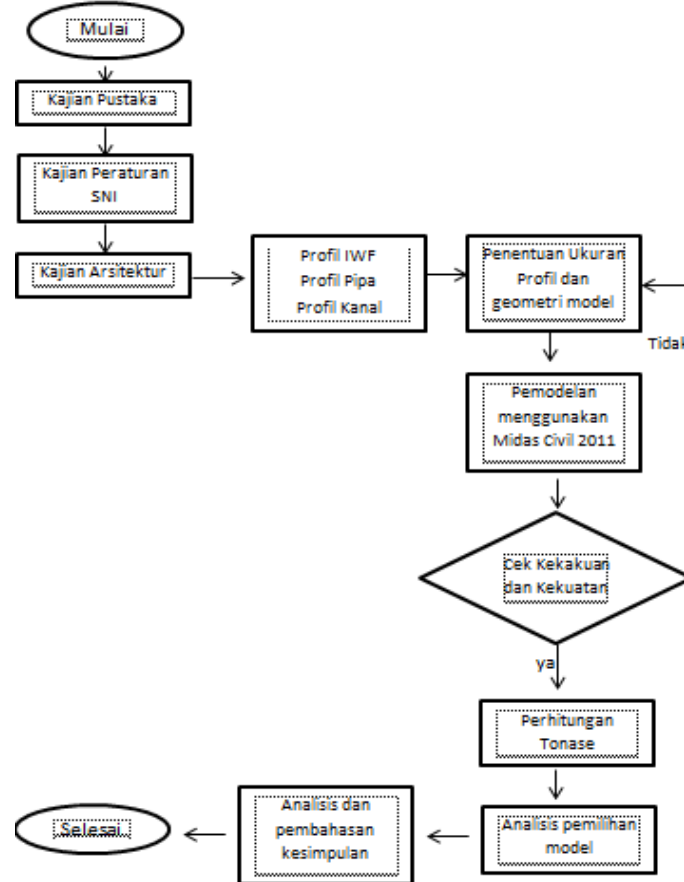


Gambar 2. Perjanjian Tanda Lokal

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir

Secara umum langkah-langkah penelitian disajikan seperti *flowchart* pada gambar



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

3.2 Analisis Perhitungan Tonase Profil Baja

1. Pemodelan rangka atap pada program Midas Civil.
2. Menganalisis pembebanan terfaktor yang akan dipikul rangka atap yang didapat dari hasil analisis (*output* program Midas Civil)
3. Cek kapasitas aksial batang tarik dan batang tekan dengan syarat $P_u \leq \phi P_n$ dimana P_n adalah kuat tekan nominal komponen struktur dan ϕ adalah faktor reduksi kekuatan.
4. Cek Kapasitas Geser $V_u \leq \phi P_n$ dimana V_u adalah berdasarkan kombinasi pengendalian beban geser maksimum yang diperhitungkan dan ϕ adalah faktor hambatan untuk gaya geser.
5. Cek rasio kekuatan, apabila ada salah satu nilai dari rasio kekuatan pada kapasitas batang tarik dan tekan, kapasitas geser, kapasitas momen yang melebihi 1 maka dilakukan pemilihan ukuran profil lain, namun apabila nilai rasio kekuatan terlalu jauh di bawah 1 juga dilakukan pemilihan ulang ukuran profil karena apabila rasio kekuatan jauh di bawah 1 maka ukuran profil terlalu boros.
6. Cek Kapasitas Momen $M_u \leq \phi M_n$ dimana M_u adalah berdasarkan kombinasi pengendalian beban lentur maksimum yang diperhitungkan dan ϕ adalah faktor reduksi untuk gaya lentur.
7. Perhitungan tonase dengan cara mengalikan volume rangka atap baja dengan berat jenis material baja yang dipakai yaitu 7850 kg/m^3

8. Penentuan profil baja dengan bobot paling ringan.

4. ANALISIS DATA

4.1 Profil Penampang Rangka Atap

Profil penampang baja yang digunakan dalam struktur rangka atap Auditorium Bontang menggunakan profil baja dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Profil penampang baja

Model	Sistem Struktur Atap	Penampang
1	Beam	IWF 350 x 175
2	Beam	Pipe 4 Inch sch 0.25
3	Truss	Pipe 3.5 Inch sch 0.25
4	Truss	2C 75 40

4.2 Perancangan Rangka Atap Bentang Panjang

Untuk penentuan profil yang digunakan dalam struktur atap dibutuhkan nilai beban yang bekerja pada setiap member rangka baja yang dihasilkan melalui running pada MIDAS. Berikut gaya dalam yang dihasilkan dari ke tiga penampang.

Tabel 2. Gaya Dalam Terbesar Setiap Profil

Model	Sistem Struktur Atap	Penampang	Gaya Dalam			
			Momen (kN.m)	Geser (kN)	Aksial (kN)	
					Tekan	Tarik
1	Beam	IWF 350 x 175	145	70	151	-
2	Beam	Pipe 4 Inch sch 0.25	5	6	270	154
3	Truss	Pipe 3.5 Inch sch 0.25	-	-	295	177
4	Truss	2C 75 40	-	-	300	180

4.3 Kesimpulan Analisis Kekuatan Penampang

Dari hasil ke-tiga model analisis kekuatan penampang struktur atap yang sudah dihitung, dapat disimpulkan pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Kesimpulan Analisis Kekuatan Penampang

Model	Sistem Struktur Atap	Penampang	Gaya Dalam				Ratio Kekuatan				
			Momen (kN.m)	Geser (kN)	Aksial (kN)		Momen	Geser	Aksial		Interaksi Balok-Kolom
					Tekan	Tarik			Tekan	Tarik	
1	Beam	IWF 350 x 175	145	70	151	-	0.8	0.2	0.1	-	0.85
2	Beam	Pipe 4 Inch sch 0.25	5	6	270	154	0.4	0.05	0.8	0.41	0.81
3	Truss	Pipe 3.5 Inch sch 0.25	-	-	295	177	-	-	0.98	0.54	-
4	Truss	2C 75 40	-	-	300	180	-	-	0.8	0.45	-

4.4 Perhitungan Tonase Struktur Atap Paling Ringan

Hasil dari perhitungan menggunakan *software* MIDAS dengan beberapa jenis profil yang berbeda dan tipe struktur yang berbeda menghasilkan total panjang baja yang berbeda-beda

sehingga berpengaruh terhadap bobot struktur. Berikut perhitungan tonase struktur atap paling ringan dari tiga penampang yang dianalisis. kN/m^3

Tabel 4. Tabel Perhitungan Tonase Struktur Atap

Model	Sistem Struktur Atap	Bagian	Penampang	Area	Berat Jenis	Total Panjang	Total Berat	
				m^2	kN/m^3	Batang (m)	kN	Ton
1	Beam	Semua Bagian	IWF 350 x 175	0.006314	78.5	246.21	122.03	12.2
2	Beam	Semua Bagian	Pipe 4 Inch sch 0.25	0.00178	78.5	946.62	132.27	13.23
3	Truss	Semua Bagian	Pipe 3.5 Inch sch 0.25	0.00154	78.5	946.62	114.44	11.44
4	Truss	Semua Bagian	2C 75 40	0.00188	78.5	946.62	139.7	13.97
5	Truss	Semua Bagian	2L 75 75 6	0.001728	78.5	946.62	128.41	12.84

Dari hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa penampang baja yang paling ringan yaitu penampang menggunakan pipa dengan sistem truss seberat 11.44 ton. Untuk mengetahui penampang dan struktur mana yang paling cepat dari segi pengerjaan dilapangan, dapat dilihat dari jumlah sambungan/splicing yang dibutuhkan, Berikut jumlah sambungan struktur atap dari tiga penampang yang dianalisis.

Tabel 5. Tabel Jumlah Sambungan

Penampang	Sistem Struktur Atap	Jumlah Sambungan & Jumlah <i>Splicing</i>
IWF	Beam	54
Pipa	Portal	480
	Truss	480
Double Kanal	Truss	480
Double Siku	Truss	480

Dari hasil jumlah sambungan diatas dapat disimpulkan bahwa penampang baja yang paling sedikit jumlah sambungan atau *splicingnya* yaitu penampang IWF 350 x 175.

5. KESIMPULAN

Struktur atap pipa tipe *truss* memiliki total berat paling ringan dibandingkan dengan ketiga profil baja yang lainnya termasuk profil baja *existing*, namun dari segi kesederhanaan konstruksi profil IWF memiliki bentuk konstruksi lebih sederhana dengan jumlah sambungan lebih sedikit dibandingkan dengan jumlah sambungan struktur atap profil pipa, hal ini dapat berdampak terhadap durasi pengerjaan konstruksi meskipun profil baja IWF memiliki berat lebih besar namun dari segi durasi pekerjaan konstruksi dimungkinkan struktur atap dengan profil IWF lebih cepat selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasional, B. S. (2020). SNI 1729: 2020 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. *Jakarta: BSN*.
- Segui, W. T. (2012). *Steel design*. Cengage Learning.
- Nasional, B. S. (2020). SNI 1727: 2020 Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. *Jakarta: BSN*.