

EVALUASI STRUKTUR RANGKA ATAP BAJA RINGAN PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG SMP NEGERI 6 MENGWI

I Gede Arta Nadi¹, I Made Suardana Kader², I Made Jaya³

¹Mahasiswa Diploma Tiga Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali–80364

Email korespondensi: artanadi1411@gmail.com

ABSTRACT

This study evaluates the roof frame structure of the Mengwi 6 State Junior High School building. During construction, the building did not use a standard frame structure. Therefore, questions arose as to whether the installed frame structure was safe to support the loads. This study aimed to determine the strength of the tension members, compression members, and connections by analyzing the resulting internal forces. The evaluation of the roof frame structure and the applied loads were conducted in accordance with the Indonesian National Standard (SNI). The roof frame structure was evaluated in 3D using SAP2000 software. Based on the evaluation of each frame structure element, consisting of tension members, compression members, and connections, it was concluded that the compression member structure was not yet safe for use, while the tension member structure and connections in the roof frame met the safety requirements and were suitable for use.

Keywords: Structural evaluation, Roof Frame Structure, Roof Construction

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan evaluasi struktur rangka atap terhadap bangunan gedung Sekolah Menengah Pertama Negeri 6 Mengwi. Pada saat pembangunan di lapangan, bangunan tersebut tidak menggunakan struktur rangka pada umumnya. Sehingga muncul pemikiran, apakah struktur rangka yang dipasang aman dalam menahan beban. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan batang tarik, batang tekan dan sambungan dengan menganalisis gaya-gaya dalam yang terjadi. Evaluasi struktur rangka atap yang dilakukan dan pembebanan yang digunakan, mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (SNI). Struktur rangka atap dievaluasi secara 3D dengan bantuan *software* SAP2000. Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan pada setiap elemen struktur rangka yang terdiri dari batang tarik, batang tekan dan sambungan, diperoleh kesimpulan struktur batang tekan belum aman untuk digunakan, sedangkan pada struktur batang tarik dan sambungan pada rangka atap memenuhi syarat aman dan dapat digunakan.

Kata Kunci : Evaluasi struktur, Struktur Rangka Atap, Konstruksi atap

PENDAHULUAN

Saat merencanakan bangunan gedung diperlukan adanya perencanaan yang sesuai dengan peraturan SNI yang berhubungan dengan struktur bangunan, salah satu struktur bangunan yang sangat penting yaitu atap. Atap sangat diperlukan dalam suatu bangunan untuk melindungi ruangan atau penghuninya dari pengaruh keadaan alam seperti hujan, angin, dan panas.

Struktur rangka atap pada sebuah bangunan terdapat tiga bagian yang sangat penting, yaitu penutup atap, kuda-kuda, dan bagian lainnya seperti lisplank dan plat talang air. Struktur rangka kuda-kuda atap memiliki dua jenis susunan struktur yaitu berupa struktur portal gable (*gable frame*) dan struktur rangka (*truss structure*). Konstruksi struktur rangka merupakan susunan batang yang membentuk kerangka penopang atap sebagai penyalur beban atap ke bagian bangunan. Susunan batang tersebut harus bisa menahan gaya yang terjadi akibat dari beban yang akan bekerja pada atap.

Namun dalam dunia konstruksi, banyak kejadian struktur rangka atap baja ringan yang mengalami keruntuhan. Hal ini dibuktikan dengan adanya kejadian keruntuhan atap baja ringan di salah satu sekolah di Kota Palu pada tahun 2017, keruntuhan tersebut disebabkan karena kualitas material baja ringan yang kurang baik dan kesalahan dalam perhitungan struktur [1]. Kemudian terjadinya keruntuhan atap baja ringan di sebuah pusat perbelanjaan di Jakarta pada tahun 2019 yang disebabkan oleh konstruksi atap baja ringan yang terpasang belum kuat untuk menahan beban angin dan air hujan yang menggenangi di atasnya [2]. Dan yang terakhir terjadi pada struktur rangka atap pada sebuah proyek perumahan di daerah Tanggerang, Banten pada tahun 2020. Penyebab utamanya adalah kualitas material baja ringan yang rendahserta tidak sesuai dengan spesifikasi yang disarankan, banyaknya sambungan yang tidak kuat dan pengencang yang tidak sesuai standar [3].

Meninjau pembangunan gedung SMP Negeri 6 Mengwi yang saat ini sedang dalam tahap pembangunan, pemasangan rangka atap baja ringan yang ada di proyek SMP Negeri 6 Mengwi menggunakan titik simpul tanpa bertemu di satu titik, kemudian plat buhul terpasang di bagian bawah dan samping dari titik buhul, dan yang terakhir, tanpa adanya pemasangan gording, sehingga beban dari atap langsung disalurkan ke titik-titik simpul. Sehingga menjadi latar belakang penelitian, supaya mengetahui gaya aksial yang akan terjadi pada batang kuda-kuda serta kekuatan struktur untuk menahan gaya yang akan terjadi. Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk menyalahkan pihak manapun, melainkan sebagai upaya menambah wawasan dalam mengevaluasi struktur rangka atap yang terdapat di SMP Negeri 6 Mengwi.

Untuk mendapatkan hasil analisis struktur rangka atap yang optimal, digunakan *software* SAP2000 sebagai alat untuk pengolahan pembebanan yang akan terjadi di rangka kuda-kuda atap gedung SMP Negeri 6 Mengwi.

METODE PENELITIAN

Kajian ini dilakukan pada rangka atap Gedung SMP Negeri 6 Mengwi yang terletak di Br. Gelagah Puwun, Desa Kekeran, Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung, Bali. Gedung tersebut direncanakan memiliki tiga lantai yang difungsikan sebagai ruang kelas, ruang guru dan staf sekolah. Waktu yang diperlukan untuk penelitian ini yaitu selama 9 (sembilan) bulan, mulai awal Oktober 2024 s.d Juni 2025 pada Proyek Pembangunan Gedung SMP Negeri 6 Mengwi. Dalam penelitian ini, data primer meliputi informasi mengenai bentuk struktur kuda-kuda, dimensi baja ringan yang digunakan serta jumlah baut pada setiap titik simpul. Pada penelitian ini, data sekunder yang digunakan meliputi identitas proyek, spesifikasi baja ringan, serta bahan sambungan yang diaplikasikan pada struktur rangka atap baja ringan di Gedung SMP Negeri 6 Mengwi. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi lapangan dan wawancara. Beberapa instrumen penelitian yang digunakan adalah AutoCAD, SAP2000 dan meteran. Pengolahan data dengan menggunakan *software* SAP2000. Kemudian dianalisis pada SAP2000 untuk pengecekan dan memastikan struktur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

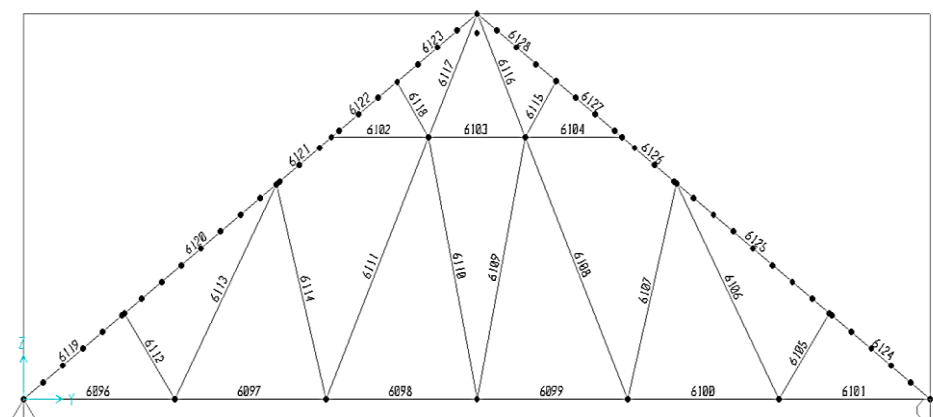
Tabel 1. Nilai gaya aksial

Nama Batang	Panjang (m)	Nilai gaya Aksial (KN)	
		Tarik	Tekan
6096	1.5	13.705	
6097	1.5	11.074	
6098	1.5	8.667	
6099	1.5	8.663	
6100	1.5	11.082	
6101	1.5	13.752	
6102	1.0		-1.957
6103	1.0		-3.273
6104	1.0		-1.906
6105	0.9		-2.526
6106	2.1	2.675	
6107	1.9		-3.396
6108	2.5	3.878	
6109	2.3	0.137	
6110	2.3	0.119	
6111	2.5	3.835	
6112	0.9		-2.489
6113	2.1	2.63	
6114	1.9		-3.364

Nama Batang	Panjang (m)	Nilai gaya Aksial (KN)	
		Tarik	Tekan
6115	0.6		-1.429
6116	1.2	5.344	
6117	1.2	5.215	
6118	0.6		-1.344
6119	1.2		-25.897
6120	1.9		-24.017
6121	0.7		-16.914
6122	0.8		-14.488
6123	1.0		-9.141
6124	1.3		-16.428
6125	1.9		-14.585
6126	0.7		-12.609
6127	0.8		-10.235
6128	1.0		-9.156

Evaluasi Batang Tarik

Dalam evaluasi ini, dilakukan perhitungan evaluasi batang tarik pada batang 6096 karena pada batang tersebut terjadi gaya aksial tarik yang maksimum. Evaluasi terhadap batang tarik dilakukan dengan memperhitungkan penampang (kotor) bruto dan penampang bersih (netto). Dari kedua hasil perhitungan nilai yang didapatkan, kuat tarik yang paling minimal dipilih untuk penilaian kuat batang tarik.



Gambar 1. Nama Batang Kuda-kuda

1. Data material

- Batang tinjauan = 6101 (Nilai batang tarik yang terbesar)
- Profil = Uk 75 075
- Kuat luluh minimum (f_y) = 560 Mpa

- Kuat tarik minimum (f_u) = 570 Mpa
- Tebal profil baja (t) = 0.75 mm
- Lebar profil (b) = 40 mm
- Panjang batang (L) = 1500 mm
- Gaya tarik (P_u) = 13,75 kN
- Luas penampang profil (A_g) = 157,5 mm²
- Jari-jari girasi (r) = 6,1 mm

2. Evaluasi kuat luluh tarik pada penampang bruto

- Faktor reduksi penampang bruto

$$\phi_{tb} = 0.9$$

- Kuat tarik:

$$P_{nt1} = A_g \times f_y = 157,5 \text{ mm}^2 \times 560 \text{ N/mm} = 88.200 \text{ N/mm} = 88,2 \text{ kN}$$

- Kuat tarik yang tereduksi:

$$\phi_{tb} P_{nt1} = 0,9 \times 88,2 = 79,38 \text{ kN}$$

3. Evaluasi kondisi luluh tarik pada penampang netto

a. faktor *shear lag*

1. Gambaran umum

Luas kotor (bruto) komponen struktur = A_g

Luas bruto elemen tersambung = $\frac{1}{2} A_g$

Faktor shear lag:

$$U = \frac{1}{2} A_g / A_g = \frac{1}{2} 157,5 / 157,5 = 0,5$$

b. Sambungan baut

1. Luas penampang netto

Skrup yang digunakan : yaitu skrup SDS = $d_f = 5 \text{ mm}$

- Luas lubang baut

$$A_h = 2 d_f t = 2 \times 5 \times 0.75 = 7,5 \text{ mm}^2$$

- Luas penampang bersih (netto)

$$A_n = A_g - A_h = 157,5 - 7,5 = 150 \text{ mm}^2$$

2. Luas penampang efektif

$$A_e = A_n U = 150 \times 0,5 = 75 \text{ mm}^2$$

3. Kuat tarik yang tereduksi

Faktor reduksi penampang netto

$$\phi_{tn} = 0,75$$

Kekuatan sambungan baut:

$$\phi_{tn} P_{nt2} = \phi_{tn} A_e f_u = 0,75 \times 75 \times 570 = 32.062,5 \text{ N/mm}^2 = 32,06 \text{ kN}$$

4. Kuat tarik batang

- Kuat tarik penampang kotor (bruto):

$$\phi_{tb} P_{nt1} = 0,9 \times 88,2 = 79,38 \text{ kN}$$

- Kuat tarik penampang netto:

$$\phi_{tn} P_{nt2} = 32,06 \text{ kN}$$

- Digunakan kuat tarik terkecil:

$$\phi_{tb} P_{nt2} = 32,06 \text{ kN} > P_u = 13,75 \text{ kN} \dots\dots\text{Ok}$$

Rasio kuat tarik batang:

$$\frac{P_u}{\phi_t P_{nt2}} = 13,75 / 32,06 = 0,43 < 1,0 \dots\dots\text{Ok}$$

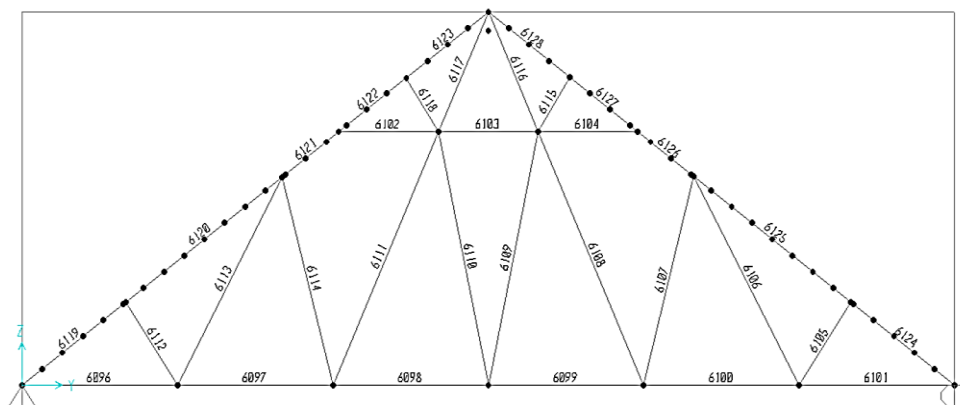
5. Rasio kelangsingan

$$\lambda = L/r = 1500 / 6,1 = 245,9 < 300 \dots\dots\text{Ok}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, evaluasi pada batang tarik 6096 dapat disimpulkan batang ini mampu menahan gaya tarik terbesar yang terjadi pada rangka atap.

Evaluasi Batang Tekan

Evaluasi batang tekan dilakukan pada batang yang mendapat gaya tekan terbesar akibat dari beban yang ada pada rangka atap. Dalam evaluasi ini, dilakukan perhitungan evaluasi batang tekan pada batang 6119, karena pada batang tersebut terjadi gaya aksial tekan yang maksimum. Untuk mengevaluasi batang tekan, perhitungan dilakukan menggunakan penampang ramping dan tidak ramping, dan tekuk lentur, tekuk torsi, dan tekuk torsi lentur. Digunakan kuat tarik dengan nilai terkecil untuk dijadikan sebagai pedoman untuk mengevaluasi batang tekan. Dilakukan pengecekan kelangsingan agar dianalisis secara penampang langsing atau non langsing.



1. Evaluasi kelangsingan dilakukan pada penampang non langsing

a. Data material yang akan dievaluasi

- Batang yang dievaluasi = batang 6119
- Tegangan leleh minimum (f_y) = 560 Mpa
- Modulus elastisitas (E) = 210000 Mpa
- Modulus geser (G) = 80769 Mpa
- Faktor panjang efektif (K) = 1 (sendi-sendi)
- Jari jari girasi (r) = 6,1 mm
- Lebar (B) = 40 mm²
- Tebal (t) = 0,75 mm
- Luas (A) = 157,5 mm²
- bentangan batang tekan (L) = 1200 mm
- Gaya aksial tekan yang bekerja (P_u) = 25,897 kN

b. Cek kelangsingan batang

- Kelangsingan elemen

$$\lambda = \frac{k \cdot L}{r} = \frac{1 \cdot 1200}{6,1} = \frac{1200}{6,1} = 196,7 < 300 \dots \text{OK}$$

c. Hitung tegangan tekanan kritis

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} = \frac{3,14^2 \cdot 210000}{196,7^2} = 53,51 \text{ Mpa}$$

d. Kapasitas tekan nominal (P_n)

$$P_n = F_{cr} A = 53,51 \times 157,5 = 8.427,8 \text{ N} = 8,43 \text{ kN}$$

e. Kekuatan tekan batang

Dengan faktor reduksi $\phi = 0,9$

$$P_{u2} = 0,9 \times 8,43 = 7,59 \text{ kN}$$

Rasio kuat tekan terhadap gaya tekan:

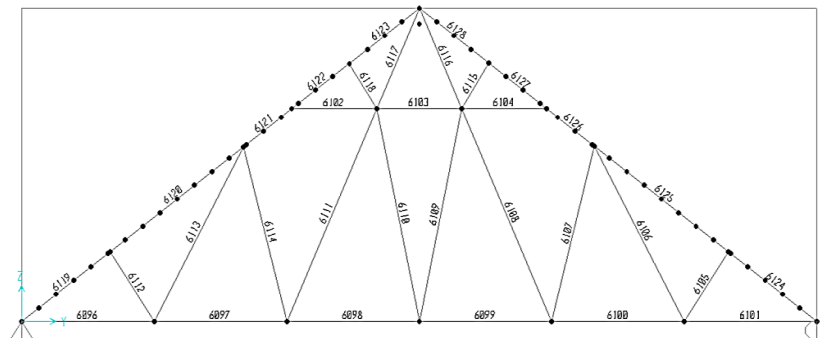
$$\frac{P_u}{\phi P_{u2}} = \frac{25,89}{0,9 \times 7,59} = 3,8 > 1,0 \dots \text{Tidak OK}$$

Berdasarkan evaluasi kekuatan batang tekan pada batang 6119, didapatkan hasil perhitungan rasio kuat tekan terhadap gaya tekan dengan hasil rasio lebih dari 1,0. Rasio tersebut menunjukkan bahwa batang 6119 tidak mampu menahan gaya tekan yang diterima.

Analisis Sambungan

Sambungan merupakan cara untuk menggabungkan dua atau lebih komponen baja ringan menjadi satu kesatuan yang terkait. Dalam rangka atap baja ringan sambungan akan menentukan kekuatan, stabilitas, daya tahan struktur secara keseluruhan. Dalam rangka atap gedung SMP Negeri 6 Mengwi

menggunakan sambungan baut skrup. Rangka atap pada gedung SMP Negeri 6 Mengwi menggunakan profil UK 75 0,75 dengan tebal 0,75 mm yang memiliki lubang lurus dengan tipe skrup berupa Skrup SDS 12 x 24T x 20.



Gambar 3. Nama Batang Kuda-kuda

Pada struktur rangka atap baja ringan yang terdapat di SMP Negeri 6 Mengwi, dihitung sambungan antara batang 6119 dengan batang 6096 yang sudah ditandai dengan garis berwarna hijau. Pada join tersebut terdapat gaya tekan yang terbesar.

Spesifikasi skrup :

Diameter skrup, d_f = 5 mm

Diameter kepala skrup (Dk) = 14 mm

 $\phi = 0.75 \text{ mm}$

Kapasitas tegangan tarik (f_u) = 560 MPa

Gaya tekan yang bekerja = 25,89 KN

a. Luas penampang skrup

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \\ &= 3,14 / 4 \times 5^2 \\ &= 19,62 \text{ mm}^2 \\ &= 0,02 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Kapasitas geser skrup

$$\begin{aligned} F_v &= 0,6 \times F_u \\ &= 0,6 \times 560 \text{ Mpa} \\ &= 336 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_n &= F_v \times A_s \\ &= 336 \text{ Mpa} \times 19,62 \text{ mm}^2 \\ &= 6.592,32 \text{ N} \end{aligned}$$

Dengan faktor reduksi $\phi = 0.75$ mm (untuk sambungan geser)

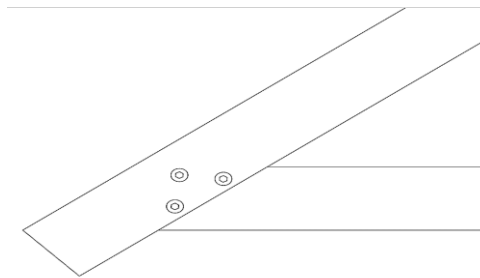
$$\begin{aligned}\phi V_n &= 0,75 \times V_n \\ &= 0,75 \times 6.592,32 \text{ N} \\ &= 4.944,24 \text{ N} \\ &= 4,94 \text{ KN}\end{aligned}$$

c. Jumlah skrup minimum antara batang 6119 dan 6096

$$\begin{aligned}n &= N / \phi V_n \\ &= 25,89 \text{ KN} / 4,94 \text{ KN} \\ &= 5,24 \text{ (dilapangan dipasang 6 buah skrup)}\end{aligned}$$

d. Menghitung kekuatan skrup yang terpasang di lapangan, terdapat 6 skrup dalam setiap joint kuda-kuda

$$\begin{aligned}n &= N / \phi V_n \\ 6 &= N / 4,94 \text{ KN} \\ N &= 4,94 \text{ KN} \times 6 \\ &= 29,64 \text{ KN}\end{aligned}$$



Gambar 4. Gambar Jumlah Skrup

Dapat disimpulkan bahwa pada joint antara batang 6119 dengan batang 6096 skrup yang terpasang yaitu sejumlah 5,24 dan dibulatkan menjadi 6 skrup, kemudian terdapat 6 skrup pada sambungan antara batang 6119 dengan 6096. Sehingga pemasangan skrup yang sudah dipasang di lapangan memenuhi jumlah minimum yaitu terdapat 6 skrup yang terpasang di setiap sambungan.

Evaluasi Sambungan Skrup

1. Spesifikasi bahan:

Profil	: UK 75 (baja ringan)
Tebal profil, tp	: 0,75 mm
Tegangan leleh pelat, Fy	: 560 MPa
Tegangan putus pelat, Fu	: 570 MPa
Diameter skrup	: 5 mm
Gaya batang, Pu	: 25,897 kN (tekan)
	: 13,705 kN (tarik)

2. Ukuran pemasangan antar baut

Ukuran minimum pemasangan antar baut

$$S_1 = 3 d_b = 3 \times 5 = 15 \text{ mm}$$

Ukuran maksimum pemasangan antar baut

$$S_1 = 24.t = 24 \times 0,75 = 18$$

$$\text{Nilai tebal pelat sambung} = 0,75 \times 2 = 1,50 \text{ mm}$$

$$15 < s_1 < 18$$

Sehingga jarak baut (S_1) yaitu 17 mm.

3. Ukuran pemasangan baut ke tepi sambungan

$$\text{Ukuran tepi minimum pemasangan} = 3 d_f = 3 \times 5 = 15 \text{ mm}$$

4. Kekuatan geser baut

Kekuatan geser nominal

$$\text{Panjang baut, (Lb)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang batang baut yang berisi ulir, (Lt)} = 15 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal baja ringan, (tt)} = 0,75 \times 2 = 1,5 \text{ mm}$$

$$\text{Posisi ulir akhir, (Lv)} = 5 \text{ mm}$$

Posisi ulir akhir > dari tebal profil, maka ulir berada diluar bidang geser, sehingga

$$F_{nv} = 469 \text{ MPa}$$

Kuat geser baut

Faktor reduksi untuk kekuatan:

$$\phi_s = 0,75$$

Luas penampang baut:

$$A_b = \frac{\pi}{4} d_b^2 = \frac{3,14}{4} 5^2 = 19,62 \text{ mm}^2$$

Kekuatan geser:

$$\phi_s R_{nv} = \phi_s F_{nv} A_b$$

$$= 0,75 \times 469 \times 19,62$$

$$= 6.901,335 \text{ N}$$

$$= 6,9 \text{ kN}$$

Terdapat dua bidang geser , sehingga :

$$\phi_s R_{nv} = 2 \times 6,9 = 13,8 \text{ kN}$$

5. Kuat tumpu pelat sambung

Kuat tumpu masing-masing lubang baut

$$L_{c1} = s_1 - d_h = 17 - 5 = 12 \text{ mm}$$

$$R_{nb1} = 1,2 \times L_{c1} \times t \times F_u$$

$$= 1,2 \times 12 \times 15 \times 570$$

$$= 123.120 \text{ N}$$

$$= 123,12 \text{ kN}$$

Nilai kuat tumpu harus tidak melewati ketentuan berikut:

$$2,4 d_b t f_u = 2,4 \times 5 \times 15 \times 570 = 102.600 \text{ N} = 102,6 \text{ kN}$$

Karena $R_{nb1} > 2,4 d_b t f_u$, maka diambil nilai:

$$R_{nb1} = 102,6 \text{ kN}$$

$$\sum R_{nb1} = 205,2 \text{ kN (terhadap 2 bidang plat)}$$

Kuat tumpu lubang ke tepi plat:

$$L_{c2} = s_1 - \frac{1}{2} d_h = 17 - \frac{1}{2} 5 = 14,5 \text{ mm}$$

$$R_{nb2} = 1,2 L_{c2} t f_u$$

$$= 1,2 \times 14,5 \times 15 \times 570$$

$$= 148.770 \text{ N}$$

$$= 148,77 \text{ kN}$$

Nilai tersebut tidak boleh melebihi batasan :

$$2,4 d_b t f_u = 2,4 \times 5 \times 15 \times 570 = 102.600 \text{ N} = 102,6 \text{ kN}$$

Karena nilai $R_{nb2} > 2,4 d_b t f_u$, sehingga diambil nilai:

$$R_{nb2} = 102,6 \text{ kN}$$

Kuat tumpu total dari pelat:

$$\sum R_{nb} = \sum R_{nb1} + R_{nb2} = 205,2 + 102,6 = 307,8 \text{ kN}$$

Kuat tumpu yang terkoreksi :

$$\phi_s \sum R_{nb} = 0,75 \times 307,8 = 230,85 \text{ kN}$$

6. Kekuatan geser blok

Luas netto daerah geser:

$$A_{nv} = (2 L_{c1} + L_{c2}) t_p = (2 \times 12 + 14,5) \times 15 = 557,5 \text{ mm}^2$$

Luas utuh daerah geser:

$$A_{gv} = (S_1 + S_1 + S_2) t_p = (17 + 17 + 17) 15 = 765 \text{ mm}^2$$

Luas netto daerah tarik:

$$A_{nt} = (L_T - \frac{1}{2} d_h) t_p = (15 - \frac{1}{2} 5) = 12,5 \text{ mm}^2$$

Kekuatan geser blok

$$R_{ng} = 0,6 f_{up} A_{nt} + U_{bs} f_{up} A_{nt}$$

$$= 0,6 \times 570 \times 12,5 + 1,0 \times 570 \times 12,5$$

$$= 11.400 \text{ N}$$

$$= 11,400 \text{ kN}$$

Nilai tersebut tidak boleh melebihi:

$$\begin{aligned}0,6 f_{yp} A_{gv} + U_{bs} f_{up} A_{nt} &= 0,6 \times 510 \times 765 + 1,0 \times 510 \times 228,5 \\&= 510.228,5 \text{ N} \\&= 510,23 \text{ kN}\end{aligned}$$

Diambil nilai terkecil:

$$R_{ng} = 11,4 \text{ kN}$$

Kekuatan geser blok tereduksi:

$$\phi_s R_{nb} = 0,75 \times 11,4 = 8,55 \text{ kN}$$

7. Pengecekan jumlah baut

Kekuatan geser baut:

$$\phi_s R_{nvt} = 13,8 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\phi_s R_{nvt(2)} &= 13,8 \text{ kN} \times 6 \text{ (6 baut)} \\&= 82,8 \text{ kN}\end{aligned}$$

Kekuatan tumpu pelat:

$$\phi_s R_{nbt(2)} = 230,85 \text{ kN}$$

Kekuatan geser blok:

$$\phi_s R_{ng(2)} = 8,55 \text{ kN (6 baut)}$$

Kekuatan baut yang terpakai (untuk 6 buah baut)

$$\begin{aligned}\phi_s R_n &= 82,8 \text{ kN} > 25,897 \text{ kN (OK)} \\&= 82,8 \text{ kN} > 13.705 \text{ kN (OK)}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan, evaluasi sambungan terhadap batang 6119 dengan 6096 disimpulkan aman untuk digunakan, karena kekuatan baut lebih besar dari gaya batang yang terjadi.

KESIMPULAN

Sesuai dengan hasil evaluasi yang penulis paparkan, dan sesuai data-data yang telah diperoleh selama penelitian, temuan ini tidak dimaksud untuk menyalahkan pihak manapun, melainkan digunakan untuk kepentingan dalam penyelesaian tugas akhir, sehingga dapat disimpulkan sebagai berikut: 1). Kekuatan batang tarik pada rangka atap kuat dalam menahan beban, dibuktikan dengan hasil perhitungan yang didapatkan kekuatan tarik batang desain lebih besar dari kekuatan tarik yang terjadi di lapangan, rasio kuat tarik terhadap gaya tarik kurang dari 1,0. Sehingga batang tarik yang ada pada kuda-kuda aman untuk digunakan. Batang tekan pada kuda-kuda belum aman untuk digunakan, dibuktikan dengan hasil perhitungan pada sub bab 4.5, didapatkan rasio kelangsingan kurang dari 300 dan rasio kuat tekan terhadap gaya tekan lebih dari 1,0. Sehingga batang tekan pada kuda-kuda belum

cukup kuat dalam menahan gaya yang terjadi pada rangka atap. 2). Sambungan baut skrup yang terpasang pada kuda-kuda rangka atap gedung SMP Negeri 6 Mengwi kuat dalam menahan gaya geser dan gaya normal (baik tarik maupun tekan) yang terjadi akibat beban-beban yang ada pada atap. Hal ini dibuktikan dengan hasil perhitungan yang dilakukan, dalam perhitungan tersebut didapatkan hasil bahwa baut skrup yang terpasang pada joint batang 6119 dengan 6096 mampu menahan gaya tekan sebesar 29,64 KN pada rangka atap baja ringan, dan gaya terbesar yang terjadi pada suatu batang kuda-kuda sebesar 25,89 KN.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disampaikan beberapa saran yaitu sebaiknya dilakukan perencanaan kuda-kuda baja ringan yang lebih terencana, mulai dari pembebanan yang akan dipikul oleh rangka atap baja ringan, sehingga nantinya tidak ada kejadian yang tidak diinginkan setelah proyek pembangunan terselesaikan. Dalam proses pelaksanaan pekerjaan pemasangan rangka atap baja ringan, sebaiknya dilakukan oleh tenaga ahli yang sudah berpengalaman terutama pemasangan rangka atap dengan bentangan kuda-kuda yang cukup panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tribunnews dan Kumparan, “Pentingnya Penggunaan Material Yang Sesuai Standar.
- [2] Artikel di Detik.com dan kompas, “Yang Mengulas Penyebab Utama Keruntuhan Tersebut, Termasuk Peran Cuaca Ekstrem Dalam Memperburuk Kondisi Struktur Yang Tidak Cukup Kuat”.
- [3] Liputan6 dan The Jakarta Post, “Mengungkapkan Adanya Kelalaian Dalam Penggunaan Bahan dan Perencanaan yang Kurang Matang”.
- [4] Nawangalam, P. (2019). Desain Struktur Bangunan, Bagian 1: Atap Rangka Baja. Yogyakarta: Wahana Resolusi.
- [5] Sutrisno, A. (2014). Analisis dan Perencanaan Struktur Bangunan Atap Kuda-Kuda. Bandung: Penerbit Pustaka Teknik.
- [6] Nawangalam, P. (2019). Desain Struktur Bangunan, Bagian 1: Atap Rangka Baja. Yogyakarta: Wahana Resolusi.
- [7] Rahmah, N. (2020, Mei). 6 Perbedaan Baja Ringan dan Baja Konvensional. Retrieved from Pengadaan Barang: <https://www.pengadaanbarang.co.id/2020/05/perbedaan-baja-ringan-dan-baja-konvensional.html>
- [8] Standar Nasional Indonesia, “SNI 8399:2017 Profil Rangka Baja Ringan”.
- [9] Standar Nasional Indonesia, “SNI 1727-2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain”.
- [10] Nawangalam, P. (2019). Desain Struktur Bangunan, Bagian 1 : Atap Rangka Baja Yogyakarta: Wahana Resolusi.
- [11] Standar Nasional Indonesia, “SNI 1727-1989 Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung”.