

Kajian Model Struktur Rangka Atap Baja Canai Dingin Studi Kasus Gedung Limbah UBP Saguling

ADINDA YUSI WARDHANI, KAMALUDIN

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

ABSTRAK

Baja canai dingin merupakan salah satu material yang dianggap memiliki waktu konstruksi yang cepat, aman, nyaman, dan tidak merusak estetika dari bangunan. Baja canai dingin memiliki dimensi yang tipis dan ringan namun memiliki kekuatan tarik dan tekan yang tidak kalah dengan baja konvensional. Studi banding dilakukan untuk mengetahui model rangka atap yang paling ringan serta memenuhi syarat nilai kekuatan dan kekakuan. Profil baja yang digunakan adalah C 150x50x20x2,8. Berdasarkan perhitungan kapasitas desain dan kapasitas penampang untuk struktur rangka atap baja canai dingin, maka rangka atap yang dipilih adalah Scissoels. Room In Attic merupakan rangka atap yang paling ringan dengan berat sebesar 72,24% dari jenis rangka atap terberat yaitu Valuated Paralel Chord. Batas kelangsingan untuk batang yang mengalami tarik adalah $\frac{l_e}{r} < 300$ dan untuk batang tekan adalah $\frac{l_e}{r} < 200$.

Kata kunci: baja canai dingin, tarik, tekan, kekakuan, kekuatan, rangka atap, ringan

ABSTRACT

Cold rolled steel is one material that is considered to have a fast construction time, safe, comfortable, and does not damage the aesthetics of the building. Cold rolled steel has dimensions that are thin and light but have tensile strength and tap that is not inferior to conventional steel. The comparative study was conducted to find out the most lightweight roof frame model and qualify for strength and stiffness values. The steel profile used is C 150x50x20x2,8. Based on the calculation of the design capacity and the cross-sectional capacity for cold rolled steel roof frame structure, the selected roof frame is Scissoels. Room In Attic is the lightest roof truss with a weight of 72.24% of the heaviest roof frame types are Valuated Paralel Chord. The slimmness limit for a tensile rod is $\frac{l_e}{r} < 300$ and for the press rod is $\frac{l_e}{r} < 200$.

Keywords: cold rolled steel, tensile, compressive, stiffness, strength, roof truss, undermanding

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan di Indonesia sangatlah cepat. Terbukti dengan berdirinya bangunan gedung, jembatan, jalan dan lain - lain. Kebutuhan sarana tersebut sangatlah tinggi sehingga membuat owner menginginkan waktu konstruksi yang cepat, aman, nyaman, dan tidak merusak estetika dari bangunan tersebut. Waktu konstruksi yang cepat, aman, nyaman, dan tidak merusak estetika dari bangunan tersebut membuat kontraktor harus lebih berfikir ulang mengenai material yang akan digunakan. Salah satu material yang dianggap memiliki waktu konstruksi yang cepat, aman, nyaman, dan tidak merusak estetika dari bangunan adalah material baja canai dingin. Tujuan dari penelitian ini adalah memilih model atau alternatif yang efisien untuk struktur rangka atap Baja Canai Dingin Gedung Limbah Ubp Saguling. Maksud dari efisien adalah berdasarkan nilai kekuatan dan kekakuan yang terpenuhi. Maka, dibutuhkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kekuatan dan kekakuan dari baja canai dingin.

2. LANDASAN TEORI

Berikut ini adalah persamaan kapasitas nominal berdasarkan SNI 7971-2013

a. Desain Tarik

Sebuah komponen struktur yang menerima gaya aksial tarik desain (N^*) harus memenuhi kriteria **Persamaan 1** sebagai berikut:

$$N^* \leq \phi_t N_t \quad \dots(1)$$

halmana:

N^* = kapasitas tekan [N],

ϕ_t = faktor reduksi kapasitas untuk komponen struktur tarik,

N_t = kapasitas penampang nominal dari komponen struktur dalam tarik [N].

b. Desain Tekan

Gaya aksial tekan desain (N^*) harus memenuhi kriteria **Persamaan 2.a** dan **Persamaan 2.b** sebagai berikut:

$$N^* \leq \phi_c N_s \quad \dots(2.a)$$

$$N^* \leq \phi_c N_c \quad \dots(2.b)$$

halmana:

N^* = kapasitas tekan [N],

ϕ_c = faktor reduksi kapasitas untuk komponen struktur dalam tekan,

N_s = kapasitas penampang nominal untuk komponen struktur dalam tekan [N],

N_c = kapasitas komponen struktur nominal dari komponen struktur dalam tekan [N].

c. Syarat Kelangsingan Batang Tarik

Syarat kelangsingan pada batang tarik harus memenuhi kriteria **Persamaan 3** sebagai berikut:

$$\frac{l_e}{r} < 300 \quad \dots(3)$$

halmana:

l_e = panjang efektif [mm],

r = radius girasi [mm].

- d. Syarat Kelangsingan Batang Tekan
 Syarat kelangsingan pada batang tekan harus memenuhi kriteria **Persamaan 4** sebagai berikut:

$$\frac{l_e}{r} < 200 \quad \dots(4)$$

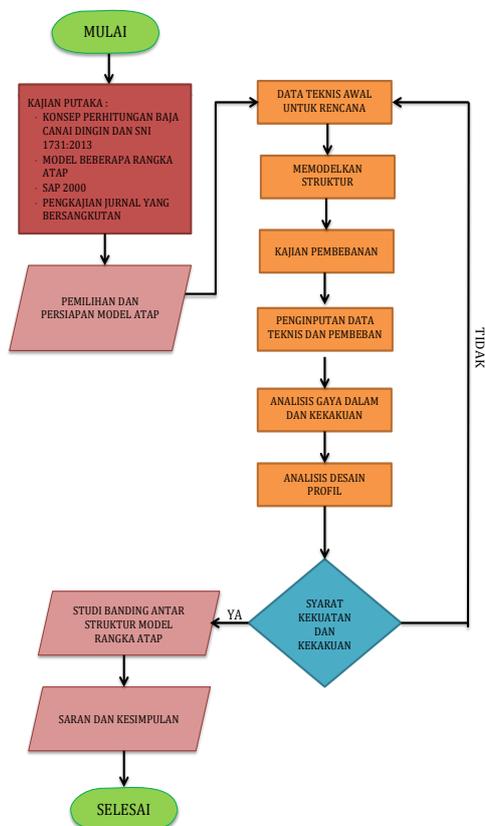
halmana:

l_e = panjang efektif [mm],

r = radius girasi [mm].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Garis besar langkah-langkah pengkajian disajikan dalam **Gambar 1** berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Pengkajian

4. DESAIN DAN PERMODELAN

Mutu baja yang digunakan dalam perencanaan ini adalah mutu baja G300. Nilai f_y , f_u untuk mutu baja G300 dan modulus elastisitas terdapat pada SNI 7971-2013. **Tabel 1.** menunjukkan nilai mutu baja dan modulus elastisitas.

Tabel 1. Nilai f_y , f_u dan E

Notasi	Nilai	Satuan	Keterangan
f_y	300	MPa	Mutu Baja
f_u	340	MPa	G300
E	200.000	MPa	

Perencanaan rangka atap yang digunakan adalah profil C 150x50x20x2,8. Sedangkan profil gording yang digunakan adalah C 100x50x20x2. **Tabel 2** menunjukkan detail dari masing – masing profil berdasarkan profil baja canai dingin PT.Gunung Raja Paksi.

Tabel 2. Detail Profil Baja Canai Dingin yang Digunakan

Profil C 150x50x20x2.8			Profil C 100x50x20x2		
Notasi	Nilai	Satuan	Notasi	Nilai	Satuan
H	150	mm	H	100	mm
B	50	mm	B	50	mm
C	20	mm	C	20	mm
t	2.8	mm	t	2	mm
A	7.6	cm ²	A	4.54	cm ²
Unit Weight	5.97	kg/m	Unit Weight	3.56	kg/m
I_x	250	cm ⁴	I_x	71	cm ⁴
I_y	26	cm ⁴	I_y	17	cm ⁴
Z_x	33.3	cm ³	Z_x	14.3	cm ³
Z_y	7.4	cm ³	Z_y	5.4	cm ³
r_x	5.73	cm	r_x	3.97	cm
r_y	1.83	cm	r_y	1.93	cm
C_y	1.55	cm	C_y	1.87	cm
X_0	3.8	cm	X_0	4.48	cm
J	1987	cm ⁴	J	605	cm ⁴
C_w	1267	cm ⁶	C_w	444	cm ⁶

Penutup atap untuk gedung limbah UBP Saguling ini adalah atap jenis UPVC yang memiliki berat 4,4 kg/m.

5. HASIL DESAIN DAN ANALISIS STRUKTUR

Berdasarkan perhitungan di SAP 2000, maka didapat nilai gaya batang tarik dan gaya batang tekan maksimum pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Nilai Gaya Batang Tarik dan Tekan Maksimum

JENIS MODEL RANGKA	GAYA TARIK (N)	GAYA TEKAN (N)
Scissoels 2	14.166,634	15.193,534
Double Cantilever 4	8.969,909	9.870,425

Tabel 3. Nilai Gaya Batang Tarik dan Tekan Maksimum lanjutan

JENIS MODEL RANGKA	GAYA TARIK (N)	GAYA TEKAN (N)
Tri Bearing 5	11.909,634	13.105,277
Valuated Parallel Chord 5	13.032,324	12.938,647
Room In Attic 2	8.420,968	9.266,374

Sebuah komponen struktur yang menerima gaya aksial tarik desain (N^*) harus memenuhi persamaan $N^* \leq \phi_t N_t$ dan gaya aksial tekan desain (N^*) harus memenuhi persamaan $N^* \leq \phi_c N_s$ dan $N^* \leq \phi_c N_c$.

Tabel 4. Syarat Analisis Struktur dan Desain Berdasarkan SNI 7971-2013

MODEL RANGKA ATAP	SYARAT	KETERANGAN
Tri Bearing	<ul style="list-style-type: none"> Tarik $N^* \leq \phi_t N_t$ 11.909,634 N < 134.419,7 N Tekan Berdasarkan tegangan leleh $N^* \leq \phi_c N_s$ 13.105,277 N < 193.800 N Berdasarkan tegangan kritis $N^* \leq \phi_c N_c$ 13.105,277 N < 68.734,799 N Kelangsingan Tarik 3 m < 5,490 m Tekan 3.301 m < 3,660 m 	SEMUA OK
Double Cantilever	<ul style="list-style-type: none"> Tarik $N^* \leq \phi_t N_t$ 8.969,909 N < 134.419,7 N Tekan Berdasarkan tegangan leleh $N^* \leq \phi_c N_s$ 9.870,425 N < 193.800 N Berdasarkan tegangan kritis $N^* \leq \phi_c N_c$ 9.870,425 N < 68.734,799 N Kelangsingan Tarik 3 m < 5,490 m Tekan 3.301 m < 3,660 m 	SEMUA OK
Room In Attic	<ul style="list-style-type: none"> Tarik $N^* \leq \phi_t N_t$ 8.429,968 N < 134.419,7 N Tekan Berdasarkan tegangan leleh $N^* \leq \phi_c N_s$ 9.266,374 N < 193.800 N Berdasarkan tegangan kritis 	SEMUA OK

Tabel 4. Syarat Analisis Struktur dan Desain Berdasarkan SNI 7971-2013 lanjutan

MODEL RANGKA ATAP	SYARAT	KETERANGAN
Room In Attic	$N^* \leq \phi_c N_c$ 9.266,374 N < 68.734,799 N <ul style="list-style-type: none"> Kelangsingan Tarik 4 m < 5,490 m Tekan 2,201 m < 3,660 m 	SEMUA OK
Valluated Parallel Chord	<ul style="list-style-type: none"> Tarik $N^* \leq \phi_t N_t$ 13.032,324 N < 134.419,7 N Tekan Berdasarkan tegangan leleh $N^* \leq \phi_c N_s$ 12.938,647 N < 193.800 N Berdasarkan tegangan kritis $N^* \leq \phi_c N_c$ 12.938,647 N < 68.734,799 N Kelangsingan Tarik 2,088 m < 5,490 m Tekan 2,092 m < 3,660 m 	SEMUA OK
Scissoels	<ul style="list-style-type: none"> Tarik $N^* \leq \phi_t N_t$ 14.166,634 N < 134.419,7 N Tekan Berdasarkan tegangan leleh $N^* \leq \phi_c N_s$ 15.193,534 N < 193.800 N Berdasarkan tegangan kritis $N^* \leq \phi_c N_c$ 15.193,534 N < 68.734,799 N Kelangsingan Tarik 2,088 m < 5,490 m Tekan 2,092 m < 3,660 m 	SEMUA OK

Rasio untuk batang yang menerima gaya tarik dan tekan tidak boleh lebih dari. Berikut in adalah rasio batang tarik dan tekan yang didapat seperti pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rasio Batang Tarik dan Tekan

MODEL RANGKA	RASIO BATANG TARIK	RASIO BATANG TEKAN	
		BERDASAKAN TEGANGAN LELEH	BERDASAKAN TEGANGAN KRITIS
Scissoels 2	0,105	0,078	0,221
Double Cantilever 4	0,067	0,051	0,144
Tri Bearing 5	0,089	0,068	0,191

Tabel 5. Rasio Batang Tarik dan Tekan lanjutan

MODEL RANGKA	RASIO BATANG TARIK	RASIO BATANG TEKAN	
		BERDASAKAN TEGANGAN LELEH	BERDASAKAN TEGANGAN KRITIS
Valuated Parallel Chord 5	0,097	0,067	0,188
Room In Attic 2	0,063	0,048	0,135

Kelangsingan batang untuk setiap rangka atap telah ditentukan berdasarkan syarat $\frac{l_e}{r} < 300$ untuk tarik dan $\frac{l_e}{r} < 200$ untuk tekan. Karena nilai $r = 18,3$ mm berdasarkan tabel profil baja canai dingin C 150x50x20x2,8 maka didapat panjang efektif (l_e) untuk batang tarik adalah 5,490 m dan 3,660 m untuk batang tekan. Berikut ini adalah perhitungan berat rangka atap berdasarkan panjang efektif pada **Tabel 6.** yang paling mendekati syarat kelangsingan.

Tabel 6. Panjang Efektif Maksimum

MODEL RANGKA ATAP	BATANG TARIK	BATANG TEKAN
	l_e TERPANJANG (m)	l_e TERPANJANG (m)
Scissoels	3,078	3,301
Double Cantilever	3	3,301
Valuated Parallel Chord	2,088	2,092
Tri Bearing	3	3,301
Room In Attic	4	2,201

- Scissoels
Berat = total panjang rangka atap x berat profil
Berat = 37,242 x 5,97
Berat = 222,337 kg
- Double Cantilever
Berat = total panjang rangka atap x berat profil
Berat = 39,624 x 5,97
Berat = 236,556 kg
- Tri Bearing
Berat = total panjang rangka atap x berat profil
Berat = 37,317 x 5,97
Berat = 222,780 kg
- VPC
Berat = total panjang rangka atap x berat profil
Berat = 43,790 x 5,97
Berat = 261,427 kg
- Room In Attic
Berat = total panjang rangka atap x berat profil
Berat = 31,633 x 5,97
Berat = 188,85 kg

6. KESIMPULAN

1. Dilihat dari syarat kapasitas nominal dan desain, kelangsingan batang, dan rasio kapasitas nominal dan desain berdasarkan SNI 7971-2013 telah memenuhi syarat untuk semua model rangka atap.
2. Setelah melihat nilai rasio yang cukup jauh dari batas maksimumnya, maka penggunaan profil C 150x50x20x2,8 cukup boros, maka harus diganti dengan profil yang dimensinya lebih kecil.
3. Berdasarkan perhitungan analisis struktur dan desain didapat nilai kapasitas desain yang paling mendekati kapasitas nominal adalah jenis rangka atap Scissoels.
4. Bila dilihat berdasarkan kelangsingan batang maka berat rangka atap yang paling ringan adalah jenis Room In Attic.
5. Sambungan yang tidak diperhitungkan membuat nilai rasio batang jauh dari batas maksimum. Karena sambungan memiliki pengaruh nilai kapasitas nominal pada batang yang menerima gaya aksial tarik.
6. Model rangka atap yang paling mudah pengerjaan di lapangan adalah Room In Attic.

DAFTAR RUJUKAN

- Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 7971-2013 tentang Struktur Baja Canai Dingin*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- PT. Gunung Raja Paksi. (2000). *Product Catalogue*. Jakarta: PT. Gunung Raja Paksi.