

Perbandingan Volume Rangka Kayu pada Pembuatan Rangka Atap Kuda-Kuda Bentang 8 (Delapan) Meter Berdasarkan SNI 7973-2013

Rizqi Darmawan¹⁾
Hasti Riakara Husni²⁾
Ratna Widyawati³⁾

Abstract

The roof frame is a building structure that is above ringbalk. The roof frame serves as a retaining roof from pressure provided by the roof. Constructs of trusses are generally made of the same type and dimensions of wood use for short, medium, or long spans. Therefore, it needs analysis wood requirement of truss. This study aims to determine the dimensions and volumes of truss and compare volume of efficient timber requirements of the planned. In this research, volume requirement analysis of truss. The first, selection of wood used in the span of 8 meters. Then make 4 types of truss. Then, load analysis using SAP2000 to get the force. Having obtained value of force, then performed an analysis of the pull force and press so that the dimensions used are safe. Furthermore, the calculation of the volume of wood demand on each type of the planned, so that obtained efficient comparison volume of the 4 types. In the analysis, the dimensions of each type are type 1 (6/6 cm, 6/8 cm, 8/8 cm and 8/10 cm), type 2 (4/6 cm, 6/8 cm, and 8/8 cm), type 3 (4/6 cm and 6/8 cm) and type 4 (4/6 cm, 6/8 cm, and 8/10 cm). Then the volume of wood demand on type 1 (0,2038 m³), type 2 (0,1383 m³), type 3 (0,1229 m³), and type 4 (0,1797 m³). Based on the stem rod analysis, it was concluded that the most efficient roof truss type of the 4 types, namely the 3rd type.

Keywords: Roof frames, truss, volume of wood

Abstrak

Rangka atap adalah struktur bangunan yang berada di atas *ringbalk*. Rangka atap berfungsi sebagai penahan atap dari tekanan yang diberikan atap itu sendiri. Konstruksi rangka atap umumnya dibuat dari jenis dan dimensi yang sama baik pada penggunaan bentang pendek, sedang maupun panjang. Oleh karena itu dibutuhkan analisis kebutuhan kayu pada rangka atap tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dimensi dan volume rangka kuda-kuda serta membandingkan volume kebutuhan kayu yang efisien dari tipe yang direncanakan. Dalam penelitian ini dilakukan analisis kebutuhan volume kayu pada rangka kuda-kuda. Pertama, pemilihan kayu yang digunakan pada bentang 8 meter. Kemudian membuat 4 tipe rangka kuda-kuda. Lalu, analisis pembebanan menggunakan SAP2000 sehingga didapatkan nilai gaya batang. Setelah didapat nilai gaya batang, kemudian dilakukan analisis terhadap batang tarik dan tekan sehingga dimensi yang digunakan aman. Selanjutnya dilakukan perhitungan volume kebutuhan kayu pada setiap tipe yang direncanakan, sehingga didapat perbandingan volume yang efisien dari ke-4 tipe tersebut. Dalam analisis yang dilakukan, diperoleh dimensi pada setiap tipe yaitu tipe 1 (6/6 cm, 6/8 cm, 8/8 cm dan 8/10 cm), tipe 2 (4/6 cm, 6/8 cm, dan 8/8 cm), tipe 3 (4/6 cm dan 6/8 cm), dan tipe 4 (4/6 cm, 6/8 cm, dan 8/10 cm). Kemudian volume kebutuhan kayu pada tipe 1 (0,2038 m³), tipe 2 (0,1383 m³), tipe 3 (0,1229 m³), dan tipe 4 (0,1797 m³). Berdasarkan analisis gaya batang yang dilakukan, disimpulkan tipe rangka atap yang paling efisien dari 4 tipe yang ada, yaitu tipe ke-3.

Kata Kunci: Rangka atap, kuda-kuda, volume kebutuhan.

¹⁾ Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. surel: darmawan.rizqi@gmail.com

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel: hastiriakarahusni@gmail.com

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. surel : luh_ratnawidyawati@yahoo.co.id

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semakin meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan angka kelahiran di Indonesia, membuat kebutuhan bangunan akan semakin bertambah. Sehingga penggunaan rangka atap juga akan selalu digunakan, dengan menggunakan ukuran dan bentuk yang berbeda. Rangka atap adalah struktur bangunan yang berada di atas ringbalk yang memungkinkan penyaluran tekanan langsung ke struktur bangunan lain yang berada di bawahnya. Rangka atap juga berfungsi sebagai penahan atap dari tekanan yang diberikan dari atap itu sendiri. Kontruksi rangka atap umumnya dibuat dari bahan kayu yang menggunakan ukuran dimensi yang relatif sama, baik penggunaan pada rangka atap bentang pendek (2-4 meter), bentang sedang (4-8 meter), maupun bentang panjang (>8 meter). Oleh karena itu diperlukan analisis terhadap kebutuhan bahan kayu sebagai bahan pembuatan struktur kuda-kuda dan penelitian mengenai efisiensi volume penggunaan rangka kayu menurut bentuk kuda-kuda yang dirancang dengan mempertimbangkan kekuatan serta keekonomisan bahan bangunan tersebut.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada maka dalam penelitian ini fokus permasalahan sebagai berikut : Bagaimanakah perbandingan volume kebutuhan rangka kayu pada pembuatan rangka kuda-kuda atap dengan 4 tipe yang berbeda.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui dimensi rangka kayu yang digunakan berdasarkan tipe kuda-kuda yang direncanakan.
2. Mengetahui volume kebutuhan rangka kayu yang digunakan sesuai dengan tipe kuda-kuda yang telah direncanakan.
3. Membandingkan volume rangka kayu berdasarkan hasil perhitungan ke 4 tipe kuda-kuda yang berbeda.

D. Batasan Masalah

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini antara lain :

1. Bahan yang digunakan kayu balau (*Shorea sp*)
2. Kuda-kuda rangka atap yang direncanakan dengan bentang 8 meter
3. Rangka kuda-kuda yang dibandingkan sebanyak tipe 4 tipe
4. Perhitungan menggunakan SNI 7973-2013
5. Analisis gaya batang menggunakan faktor koreksi sambungan baut.
6. Analisis gaya batang pada kuda-kuda rangka atap menggunakan SAP2000.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah menentukan efisiensi penggunaan rangka kayu dalam pembuatan kuda-kuda atap tanpa mengabaikan kekuatan dari kuda-kuda itu sendiri, memperoleh dimensi rangka atap yang lebih sesuai, serta memperoleh perbandingan volume rangka kayu yang digunakan berdasarkan 4 tipe kuda-kuda atap yang berbeda sesuai dengan perencanaan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Kayu merupakan material alam yang dapat diperbaharui secara terus menerus, dengan mengelola hutan yang baik. Material struktur kayu umumnya memiliki berat jenis yang ringan dan proses pengerjaannya dilakukan dengan alat sederhana. Kayu memiliki kelebihan seperti berat jenis yang rendah, kekuatan tinggi, daya penahan tinggi terhadap pengaruh kimia dan listrik, relatif murah, mudah diganti, dan bahan alami yang dapat diperbaharui. Sedangkan kelemahannya, yaitu kurang tahan terhadap perubahan cuaca, dapat memuai dan menyusut.

Tabel 1. Jenis kayu dan berat jenis kayu yang diperdagangkan di Indonesia

No	Jenis Kayu	B.J. Rata2 (N/mm ²)	Kelas Awet	Kelas Kuat
1.	Aghanthis	0,49	IV	III
2.	Anpupu	0,89	III,I	II,I
3.	Bakau	0,94	III	I,II
4.	Balau	1,1	I	II
5.	Balsa	-	V	V
6.	Bayur	0,52	IV	II,III
7.	Bangkirai	0,91	I,II,III	I,II
8.	Bedaru	1,84	I	I

(Sumber : Departemen Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2003)

A. Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang dipakai sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 1727, 2013) yaitu:

$$U = 1,4 D$$

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } 0,5 W)$$

Keterangan :

D = Beban mati

L = Beban Hidup

Lr = Beban hidup atap

W = Beban angin

B. Nilai Desain dan Komponen Struktur

1. Nilai Desain Acuan (Awaludin dan Inggar 2005)

$$F_u \leq \lambda \Sigma C F \quad (1)$$

Keterangan :

F_u = Gaya terfaktor

λ = Faktor reduksi tahanan

ΣC = Faktor yang mempengaruhi bahan

F = Kuat/tahanan acuan

Tabel 2. Nilai desain dan modulus elastisitas lentur acuan

Kode Mutu	Nilai Desain Acuan (MPa)					Elastisitas Acuan (MPa)	
	Fb	Ft	Fc	Fv	Fc $\perp$	E	Emin
E25	26,0	22,9	18,0	3,06	6,11	25000	12500
E24	24,4	21,5	17,4	2,87	5,74	24000	12000
E23	23,2	20,5	16,8	2,73	5,46	23000	11500
E22	22,0	19,4	16,2	2,59	5,19	22000	11000
E21	21,3	18,8	15,6	2,50	5,00	21000	10500
E20	19,7	17,4	15,0	2,31	4,63	20000	10000
E19	18,5	16,3	14,5	2,18	4,35	19000	9500
E18	17,3	15,3	13,8	2,04	4,07	18000	9000
E17	16,5	14,6	13,2	1,94	3,89	17000	8500
E16	15,0	13,2	12,6	1,76	3,52	16000	8000
E15	13,8	12,2	12,0	1,62	3,24	15000	7500
E14	12,6	11,1	11,1	1,48	2,96	14000	7000
E13	11,8	10,6	10,4	1,39	2,78	13000	6500
E12	10,6	9,4	9,4	1,25	2,50	12000	6000
E11	9,1	8,0	8,0	1,06	2,13	11000	5500
E10	7,9	6,9	6,9	0,93	1,85	10000	5000
E9	7,1	6,3	6,3	0,83	1,67	9000	4500
E8	5,5	4,9	4,9	0,65	1,30	8000	4000
E7	4,3	3,8	3,8	0,51	1,02	7000	3500
E6	3,1	2,8	2,8	0,37	0,74	6000	3000
E5	2,0	1,7	1,7	0,23	0,46	5000	2500

(Sumber : Spesifikasi desain untuk konstruksi kayu SNI 7973, 2013)

Tabel 3. Keberlakuan faktor koreksi

	DTI		DTI dan DFBK							DFBK				
	Cd	Cm	Ct	Cl	Cf	Cfu	Ci	Cr	Cp	CT	Cb	Kf	Φ	λ
Fb'	√	√	√	√	√	√	√	√	-	-	-	2,54	0,85	λ
Ft'	√	√	√	-	√	-	√	-	-	-	-	2,70	0,80	λ
Fv'	√	√	√	-	-	-	√	-	-	-	-	2,88	0,75	-
Fc'∥	-	√	√	-	-	-	√	-	-	-	√	2,40	0,90	λ
Fc'⊥	√	√	√	-	√	-	√	-	√	-	-	-	-	-
E'	-	√	√	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-
Emin'	-	√	√	-	-	-	√	-	-	√	-	1,76	0,85	-

(Sumber : Spesifikasi desain untuk konstruksi kayu SNI 7973, 2013)

2. Faktor Koreksi

Ada beberapa faktor koreksi bahan, yaitu faktor durasi beban (Cd), faktor temperatur (Ct), faktor konversi format (Kf), faktor ketahanan (Φ), Faktor layan basah (Cm), Faktor ukuran (Cf), faktor tusukan (Ci), Faktor efek waktu (λ), faktor stabiitas efek balok (Cl), faktor penggunaan rebah (Cfu), dan faktor komponen struktur bertulang (Cr).

C. Perencanaan Batang Tekan

Persamaan perencanaan batang tekan secara umum dapat ditulis seperti dibawah (Awaludin dan Inggar, 2005),

$$P_u \leq P' \quad (2)$$

$$P' = F_c' \cdot A_g \quad (3)$$

Keterangan :

P_u = Gaya tekan terfaktor

P' = Kapasitas tekan terkoreksi

F_c' = Kuat tekan sejajar serat terkoreksi

A_g = Luas penampang bruto

D. Perencanaan Batang Tarik

Persamaan perencanaan batang tarik secara umum dapat ditulis seperti dibawah (Awaludin dan Inggar, 2005),

$$T_u \leq T' \quad (4)$$

$$T' = F_t' \cdot A_n \quad (5)$$

Keterangan :

T_u = Gaya tarik terfaktor

T' = Tahanan tarik terkoreksi

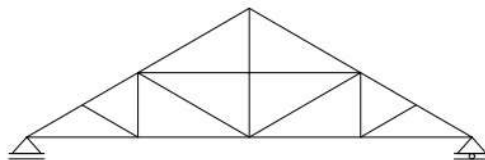
F_t' = Kuat sejajar serat terkoreksi

A_n = Luas penampang netto

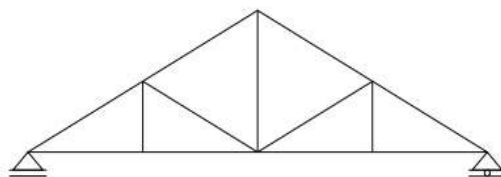
III. METODE PENELITIAN

Model Rangka Atap

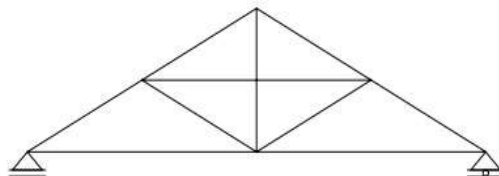
Beberapa model struktur rangka atap yang akan dianalisis antara lain :



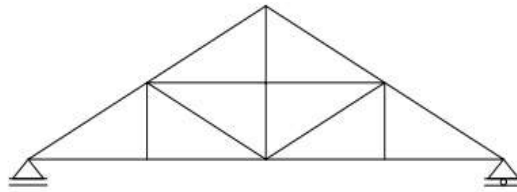
Gambar 1. Tipe konstruksi 1



Gambar 2. Tipe konstruksi 2



Gambar 3. Tipe konstruksi 3



Gambar 4. Tipe Kontruksi 4

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Material Kayu

Adapun data material kayu adalah sebagai berikut :

1. Berat Jenis Kayu (G) = $1,1 \text{ N/mm}^2$
2. Modulus Elastisitas acuan E = $16000G^{0,71} = 17120,19 \text{ Mpa}$
3. Kode Mutu = E17

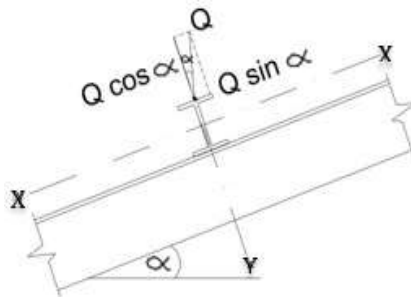
B. Data Perencanaan

Berdasarkan pemilihan bahan kayu dan model rangka atap yang ada, diperoleh data sebagai berikut :

1. Jenis Kayu = Balau
2. Penutup Atap = Genteng
3. Berat Plafond & Penggantung = 18 Kg/m^2
4. Berat Penutup Atap = 50 Kg/m^2
(Kasau, Reng dan Genteng)
5. Sudut Kemiringan = 35°
6. Panjang Bentang = 8 m
7. Tekanan Angin = 30 Kg/m^2

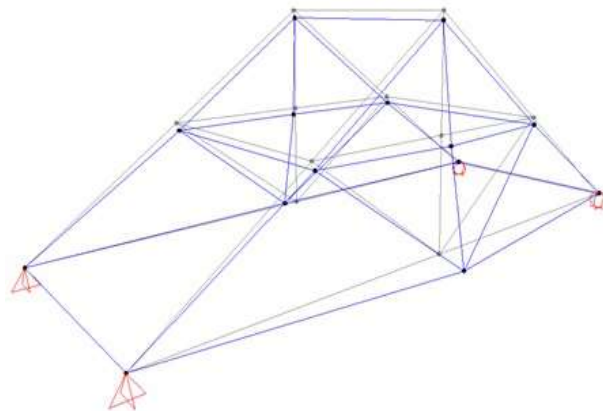
C. Data Dimensi Gording

Data dimensi gording adalah sebagai berikut :



Gambar 6. Proyeksi beban gording rangka atap tipe 2

1. Jumlah gording = 5 Buah
2. Jarak gording = 2,441 m
3. Dimensi = 8/10 cm
4. Jarak antar kuda-kuda = 3 m



Gambar 7. Lendutan pada gording rangka atap tipe 2

D. Pembebanan pada kuda-kuda

1. Beban Mati

a. Berat sendiri kuda-kuda

Tabel 4. Beban kuda-kuda

Titik Buhul	Total Beban (Kg)
PKA	19,527
PKB	23,738
PKC	39,054
PKD	23,738
PKE	19,527
PKF	38,333
PKG	21,481
PKH	38,333

b. Beban gording (qg) = 26,4 Kg

c. Beban penutup atap

Tabel 5. Beban Atap

Titik Buhul	Total Beban (Kg)
PAA	146,28
PAF	292,74
PAG	292,92
PAH	292,74
PAE	146,28

d. Berat beban plafond dan penggantung

P Tepi = 54 Kg

P Tengah = 108 Kg

e. Beban Angin

Tabel 6. Beban angin

Titik Buhul	$P_{wx} = q_w \sin \alpha$ (Kg)	$P_{wy} = q_w \cos \alpha$ (Kg)
Beban Angin Tekan		
P_{WA}	34,36	49,08
P_{WG}	37,80	53,99
P_{WF}	67,46	96,34
Beban Angin Hisap		
P_{WE}	-45,82	-65,44
P_{WH}	-89,95	-128,46

E. Perhitungan Gaya Batang dengan Program SAP2000

Setelah memasukkan gaya yang ada ke dalam model rangka atap pada program SAP2000, didapat gaya batang dari model rangka atap tersebut.

Tabel 7. Hasil gaya batang

No	Batang	Gaya Batang	Jenis
1.	A1	724,32	Tarik
2.	A2	-112,88	Tekan
3.	A3	-341,34	Tekan
4.	A4	2593,11	Tarik
5.	B1	1574,28	Tarik
6.	B2	1574,28	Tarik
7.	B3	-1975,91	Tekan
8.	B4	-2003,94	Tekan
9.	V1	614,4	Tarik
10.	V2	-64	Tekan
11.	D1	211,2	Tarik
12.	D2	2553,6	Tarik

F. Perencanaan Batang Tarik dan Batang Tekan

1. Batang atas (dicoba dimensi 8/8 cm)

$$F_t' = F_t \times C_d \times C_m \times C_t \times C_f \times C_i$$

$$= 14,6 \times 0,9 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,8 = 10,512 \text{ MPa}$$

$$T' = F_t' \times A$$

$$= 10,512 \times 80 \times 80 = 67276,8 \text{ N}$$

$$T_u \leq \lambda_x \phi_x T' = 2593,11 \leq 3229,28 \text{ Kg} \dots \text{OK}$$

2. Batang bawah (dicoba dimensi 6/8 cm)

$$F_c' = F_c \times C_d \times C_m \times C_t \times C_f \times C_i$$

$$= 13,2 \times 0,9 \times 0,8 \times 1 \times 1 \times 0,8 = 9,8537 \text{ MPa}$$

$$P_o' = A \times F_c$$

$$= 60 \times 80 \times 9,8537 = 47297,99 \text{ N}$$

$$\alpha_c = \frac{F_{ce}'}{F_c'} = \frac{4,8356}{9,8537} = 0,4907$$

$$C_p = 0,9242$$

$$P' = C_p \times P_o' = 0,9242 \times 47297,99 = 43712,74 \text{ N}$$

$$P_u \leq \lambda \times \Phi \times P' \quad 2593,11 \leq 2003,94 \text{ Kg} \dots \text{OK}$$

3. Batang vertikal (dicoba dimensi 8/8 cm)

$$F_t' = F_t \times C_d \times C_m \times C_t \times C_f \times C_i = 14,6 \times 0,9 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,8 = 10,512 \text{ Mpa}$$

$$T' = F_t' \times A = 10,512 \times 40 \times 60 = 25228,8 \text{ N}$$

$$T_u \leq \lambda \times \Phi \times T' = 614,4 \leq 12101 \text{ Kg} \dots \text{OK}$$

4. Batang diagonal (dicoba dimensi 8/8 cm)

$$F_t' = F_t \times C_d \times C_m \times C_t \times C_f \times C_i = 14,6 \times 0,9 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0,8 = 10,512 \text{ MPa}$$

$$T' = F_t' \times A = 10,512 \times 80 \times 80 = 67276,8 \text{ N}$$

$$T_u \leq \lambda \times \Phi \times T' = 2593,11 \leq 3229,28 \text{ Kg} \dots \text{OK}$$

G. Perbandingan Volume Kebutuhan Kayu

Berdasarkan hasil perhitungan volume kebutuhan kayu didapat data perbandingan volume kebutuhan kayu antara kuda-kuda tipe 1, tipe 2, tipe 3, dan tipe 4.

Tabel 8. Perbandingan volume kebutuhan kayu

	Volume Kebutuhan Kayu					Total (m ³)
	4/6 (m3)	6/6 (m3)	6/8 (m3)	8/8 (m3)	8/10 (m3)	
Tipe 1	-	0,0201	0,0544	0,0512	0,0781	0,2038
Tipe 2	0,0067	-	0,0384	0,0932	-	0,1383
Tipe 3	0,0184	-	0,1045	-	-	0,1229
Tipe 4	0,0252	-	0,0192	-	0,1421	0,1865



Gambar 8. Grafik perbandingan volume kebutuhan kayu

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

Volume kayu yang digunakan pada konstruksi rangka kuda-kuda tipe 1 adalah 0,2038 m³ dengan dimensi (6/6, 6/8, 8/8, dan 8/10 cm), tipe 2 adalah 0,1383 dengan dimensi (4/6, 6/8, 8/8 cm), tipe 3 adalah 0,1229 dengan dimensi (4/6 dan 6/8 cm), dan tipe 4 adalah 0,1865 dengan dimensi (4/6, 6/8, 8/10 cm). Berdasarkan dari volume kebutuhan kayu dan dimensi yang digunakan, tipe 3 merupakan tipe kuda-kuda yang paling efisien dalam penggunaan konstruksi rangka kuda-kuda bentang 8 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaludin, Ali., dan Inggar, S, I., 2005, *Konstruksi Kayu*, Yogyakarta : KMTS UGM, 143 hlm.
- Departemen Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2003, *Pengelompokan Jenis Kayu Perdagangan Indonesia*, Jakarta : Forda Press.
- SNI 1727, 2013, *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung Struktur Lain*, Badan Standarisasi Nasional, 196 hlm.
- SNI 7973, 2013, *Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu*, Badan Standarisasi Nasional, 318 hlm.