PEMODELAN STRUKTUR RANGKA ATAP KAYU AULA BENTANG 15 METER

(*Modeling Structure of 15 Meter Span Hall Wooden Roof Truss Structure*)

Triono[1], Delina Anggraeni[2], Muhammad Ammar[3]
Universitas Nusa Putra
Email: triono@nusaputra.ac.id
Email: delinaa94@gmail.com
Muhammad.ammar@nusaputra.ac.id

ABSTRAK

Kuda-kuda merupakan suatu konstruksi yang terletak pada bagian atas dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai penutup dari panas maupun hujan. Banyak jenis bahan yang digunakan dalam rancangan kuda-kuda dan salah satunya adalah menggunakan kayu. Objek penelitian berupa gedung aula dengan bentang 15 m menggunakan 5 alternatif model kuda-kuda untuk dapat menahan beban yang bekerja menggunakan kayu kelas III. Dan menentukan estimasi biaya dari model rangka atap kayu yang terpilih. Analisis perhitungan struktur gedung menggunakan bantuan "Aplikasi Struktur" dengan tujuan mempercepat perhitungan. Sedangkan penggambaran menggunakan Aplikasi Gambar. Spesifikasi Desain Untuk Kontruksi Kayu Pada SNI 7973-2013. Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI NI-5) dan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban model struktur rangka kayu dengan bentang 15 m yang menahan syarat-syarat struktur adalah Model E - Kayu 1. Dan hasil dari analisis biaya pemasangan rangka atap kayu dengan total biaya Rp. 73.397.112,61
Kata kunci: Pelat satu arah, pelat dua arah, struktur lentur.

PENDAHULUAN

Menurut Pedoman Standar Nasional Indonesia 03-3527-1994 (SNI 03-3527-1994), kayu didefinisikan sebagai bahan yang diperoleh dari hasil pohon-pohon di hutan, yang merupakan bagian dari pohon tersebut, setelah diperhitungkan bagian-bagian mana yang lebih banyak dimanfaatkan untuk sesuatu tujuan penggunaan. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industry maupun kayu bakar. Kayu merupakan hasil hutan dari kekayaan alam, merupakan bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai kemajuan teknologi. Kayu memiliki beberapa sifat sekaligus, yang tidak dapat ditiru oleh bahan-bahan lain.

Suatu perencanaan bangunan harus direncanakan dengan mementingkan segi struktural bangunan, dimana setiap komponen struktur mampu bekerja menahan beban. Tidak hanya hal itu, segi arsitektur juga perlu diperhitungkan untuk mendukung kenyamanan pengguna bangunan. Dalam perencanaan struktur Gedung Aula harus mempunyai perencanaan yang matang agar dapat menghasilkan struktur gedung yang kuat, aman dan ekonomis. Pada dasarnya konstruksi kuda-kuda terdiri dari rangkaian batang yang membentuk segitiga. Setiap susunan rangka batang haruslah merupakan kesatuan bentuk yang kokoh yang nantinya mampu memikul beban yang bekerja padanya tanpa mengalami perubahan bentuk, serta pemilihan material yang baik.

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan yang sangat besar di bidang kosntruksi dan pembangunan infrastruktur. Pesatnya pertambahan jumlah penduduk saat ini, kebutuhan akan tempat tinggalpun semakin meningkat. Maka hal ini akan berdampak pula pada kebutuhan bahan bangunan, salah satunya material dari bahan kayu yang digunakan untuk konstruksi kuda-kuda. Bahan kayu merupakan bahan yang dapat didaur ulang, karena dari bahan alami. Kayu merupakan bahan bangunan ramah lingkungan. Selain pemilihan material untuk konstruksi atap atau

kuda-kuda, hal lain yang harus dipertimbangkan adalah ke ekonomisan dalam segi biaya, waktu pengerjaan serta biaya, waktu pengerjaan serta kualitas material (mutu). sehingga akan tercipta suatu konstruksi kuda-kuda yang diinginkan. Dalam perencanaan struktur rangka atap, penulis akan menguji konstruksi atap atau kuda-kuda dengan bentang 15 m yang memenuhi syarat-syarat struktur. Dengan bahan material kayu kelas III yang relatife murah sehingga dapat menghemat biaya.

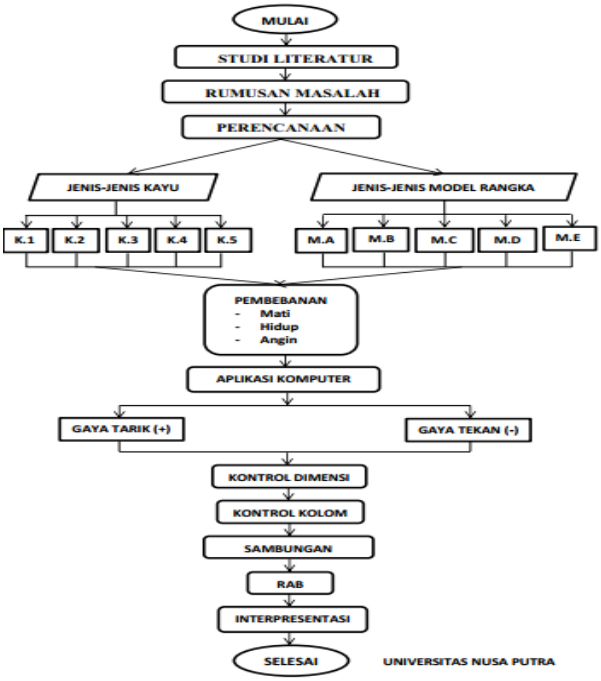
METODE PENELITIAN

Obejek penelitian mengkaji struktur rangka atap kayu. Diambil sample dengan 5 kayu kelas III dan 5 model rangka atap dengan bentang 15 m yang memenuhi syarat-syarat struktur. Penelitian ini mengacu pada hasil penelitian para pakar teknik sipil terkait dengan perencanaan rangka atap. Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu Pada SNI 7973-2013. Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI NI-5), Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983, dan jurnal-jurnal dan buku yang relevan dengan judul terkait. Adapun alat bantu yang digunakan untuk penelitian ini yaitu Program Gambar dan Aplikasi Struktur.

Dari ke 5 tipe kuda-kuda dan ke 5 jenis kayu dibentuk kedalam matriks 5x5 seperti table yang terlihat di bawah ini :

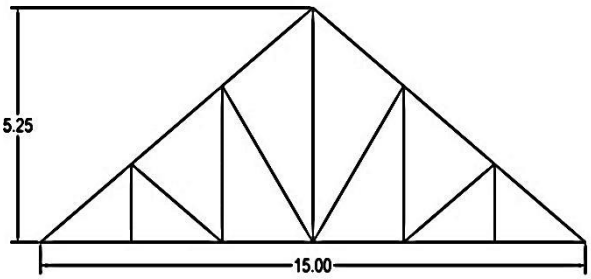
Tabel 1 Matriks Kuda-kuda.

	A	B	C	D	E
1	A1	B1	C1	D1	E1
2	A2	B2	C2	D2	E2
3	A3	B3	C3	D3	E3
4	A4	B4	C4	D4	E4
5	A5	B5	C5	D5	E5

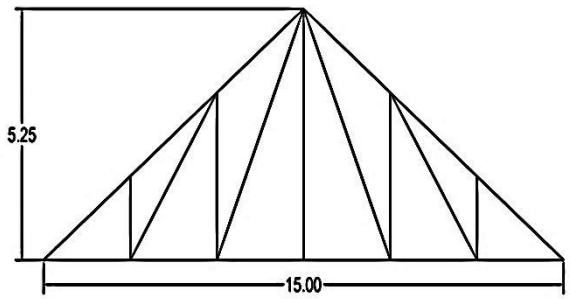


ANALISIS DAN PEMBAHASAN

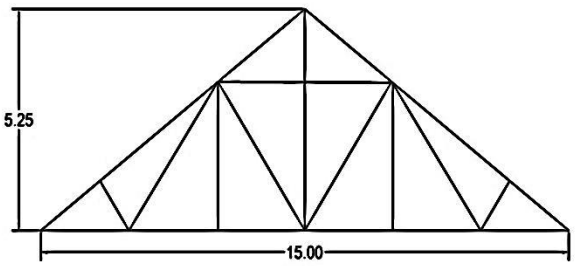
Perencanaan struktur bangunan gedung aula menggunakan 5 alternatif model kuda-kuda untuk dapat menahan beban yang bekerja menggunakan kayu kelas III dengan bentang 15 m, kemiringan atap 35°, penutup atap menggunakan jenis genteng jatiwangi. Dan beberapa jenis pembebanan berdasarkan SNI 03-1727-1989.



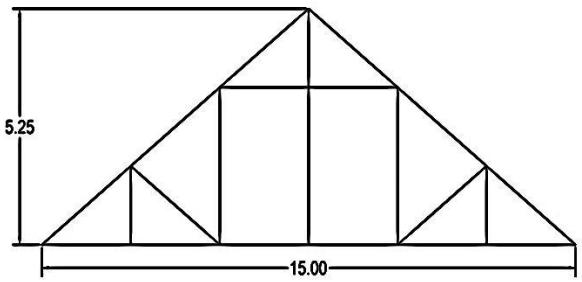
Gambar 1 Rencana Kuda-kuda A



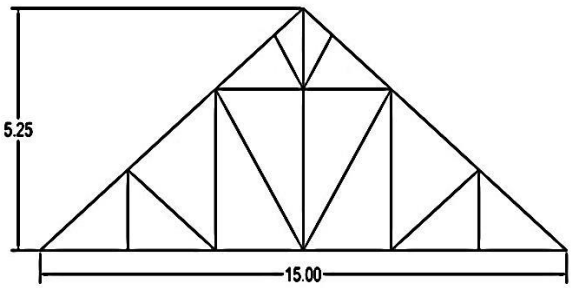
Gambar 2 Rencana Kuda-kuda B



Gambar 4 Rencana Kuda-kuda D



Gambar 3 Rencana Kuda-kuda C



Gambar 5 Rencana Kuda-kuda E

Gording diletakkan diatas kuda-kuda untuk menahan beban atap yang kemudian beban tersebut diteruskan pada kuda-kuda. Gording direncanakan dengan data sebagai berikut :

Jenis kayu = Kayu kelas III

Ukuran gording = 80/120 mm

Luas gording = 0,08 x 0,12 = 0,0096 m²

Tabel 2 Perencanaan Gording

Jenis-jenis Kayu	B.J	Beban Mati (D)	Kontrol Tegangan		Kontrol Lendutan	Cek
			W (Tekan)	W (Hisap)		
Kayu 1	330	403,16	0,4	0,38	2,85	OK!
Kayu 2	630	406,04	0,41	0,38	2,58	OK!
Kayu 3	600	405,76	0,41	0,38	2,58	OK!
Kayu 4	600	405,76	0,41	0,38	2,58	OK!
Kayu 5	640	406,14	0,41	0,38	2,58	OK!

HASIL PENELITIAN

A. Pembebanan Pada Kuda-kuda

Dari data yang diperoleh dari hasil perhitungan pembebanan yang merupakan beban

atap dan beban angin yang bekerja pada rangka batang/kuda-kuda dihitung menggunakan metode Aplikasi Struktur, maka hasil perhitungan diambil beban tarik dan beban tekan yang terkecil.

Tabel 3 Rekapitulasi Gaya-gaya batang (Tarik dan Tekan)

Jenis Model	Tarik (+)	Tekan (-)
M.E – K.1	185,47 Kg	179,9 Kg
M.E – K.2	193,34 Kg	190,36 Kg
M.E – K.3	192,55 Kg	189,32 Kg
M.E – K.4	192,55 Kg	189,32 Kg
M.E – K.5	193,6 Kg	190,71 Kg

Beban gaya-gaya batang ke 5 Model dari 5 kayu yang terkecil adalah Model E dengan nilai gaya tarik 185,47 Kg dan gaya tekan 179,9 Kg.

B. Kontrol Dimensi Batang

1. Batang Tarik (Kayu 1 – Model E)

   Elemen struktur kayu berupa batang tarik ditemui pada konstruksi kuda-kuda. Batang tarik merupakan suatu elemen struktur yang menerima gaya normal berupa gaya tarik. Dimensi batang tarik terbuat dari kayu ukuran 80/120 mm dengan kayu kelas III kode mutu E-22 dan balok diberi beban tarik minimum 185,47 Kg = 1818,8394 N.

   a) Menghitung kuat tarik sejajar

   $F_t = 0{,}50 \times F_t/$

   $= 0{,}50 \times 50 = 25$ Mpa

   b) Menghitung tahanan tarik terkoreksi

   $T' = F'_t \times A_n$

   $T' = C_m \times C_t \times C_{pt} \times C_f \times C_{rt} \times F_t \times A_n$

   $T' = 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 25 \times A_n$

   c) Menghitung kebutuhan luas

   $T_u = \lambda \times \phi_t \times T'$

   $1818{,}8394 = 0{,}80 \times 0{,}80 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 1 \times 31{,}5 \times A_n$

   $1818{,}8394 = 16 \times A_n$

   $A_n = \frac{1818{,}8394}{16} = 113{,}6774$ mm²

   d) Kontrol tahanan tarik

   $T_u = \lambda \times \phi_t \times F'_t \times A_n$

   $T_u = 0{,}80 \times 0{,}80 \times 25 \times (75\% \times 9600)$

   $T_u = 115200$ N > 1818,8394 Kg OK!

   Jadi, dengan dimensi batang tarik 8/12 cm dapat digunakan.

2. Batang Tekan (Kayu 1 – Model E)

   Dimensi batang tekan terbuat dari kayu balok ukuran 80/120 mm dengan kayu kelas III kode mutu E-22 dan balok diberi beban tekan 179,9Kg.

   a) Sifat penampang balok

   b = 0,08 mm

   h = 0,12 mm

   Jari – jari garis (r1)

   $$\gamma_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{A}}$$

   $$\gamma_x = \sqrt{\frac{1}{12}\ x\ \frac{80\ x\ 120^3}{80\ x\ 120}} = 34{,}64 \text{ mm}^4$$

   $$\gamma_y = \sqrt{\frac{1}{12}\ x\ \frac{120\ x\ 80^3}{80\ x\ 120}} = 23{,}09 \text{ mm}^4$$

   $r_y < r_x$ maka $r_{min} = 23{,}09$ mm^4

   Angka kelangsingan (KeL)/r = $\frac{1\ x\ 3000}{23{,}09} = 129{,}93$

   b) Menghitung kuat tekan

   $P' = C_p \times P_o'$

   $P' = 0{,}2535 \times 354240 = 89799{,}84$ N

   c) Menghitung factor beban

   $F_c^* = F_c \times C_m \times C_t \times C_{pt} \times C_F$

   $= 36{,}90 \times 1{,}00 \times 1{,}00 \times 1{,}00 \times 1{,}00 = 36{,}90$ Mpa

   $P' = A_n \times F_c^*$

   $= 80 \times 120 \times 36{,}90 = 354240$ Mpa

   $E_{05}' = 0{,}96 \times E_w$

   $= 0{,}96 \times 21000 = 14490$ Mpa

   $$P_e = \frac{\pi^{2\ x}\ E_{05}'\ x\ A}{\left(\frac{K_e\ x\ L}{r}\right)^2}$$

   $$= \frac{3{,}14^2\ x\ 14490\ x\ (80\ x\ 120)}{\left(\frac{1{,}00\ x\ 3000}{23{,}09}\right)^2} =$$

   81246,43 N

$$\propto_c = \frac{\phi s \; x \; P_e}{\lambda \; x \; \phi c \; x \; P_c'}$$

$$= \frac{0{,}85 \; x \; 81246{,}43}{0{,}80 \; x \; 0{,}90 \; x \; 354240} = 0{,}2707$$

$$C_p = \frac{1+\propto_c}{2_c} - \sqrt{\left(\frac{1+\propto_c}{2_c}\right)^2 - \frac{\propto_c}{c}}$$

$$= \frac{1+0{,}2707}{2 \; x \; 0{,}80} - \sqrt{\left(\frac{1+0{,}2707}{2 \; x \; 0{,}80}\right)^2 - \frac{0{,}2707}{0{,}80}} = 0{,}2535$$

d) Menghitung tekanan terkoreksi

$P' = C_p \text{ x } P_o'$

$P' = 0{,}2535 \text{ x } 354240 = 89799{,}84$ N

e) Kontrol tekanan tekan terfaktor

$P_u < \lambda \text{ x } \phi_c \text{ x } P'$

179,9Kg < (0,80 x 0,90 x 89799,84)

1764,2253N < 64655,8848 Kg

OK!

Jadi, dengan dimensi batang tekan 8/12 cm dapat digunakan.

C. Rencana Anggaran Biaya

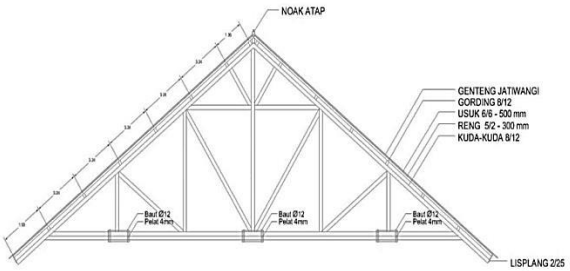
Dari data yang didapat, untuk konstruksi atap rangka kayu digunakan jenis kayu sengon untuk pekerjaan pemasangan kuda-kuda. Dimana analisis ini dilakukan terhadap kuda-kuda dengan bentang 15 m, lebar atap 9,15 m, kemiringan atap 35°, penutup atap menggunakan genteng jatiwangi, dan tipe atap yang digunakan adalah Model E. Dalam analisis biaya rangka atap kayu yang harus dikerjakan terlebih dahulu adalah membuat daftar harga satuan upah dan bahan. Setelah itu dilanjutkan membuat rencana anggaran biaya, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Rencana Anggaran Biaya

No.	URAIAN	KOEF.	SAT.	HARGA SATUAN (RP)		JUMLAH HARGA	
	PEKERJAAN KUDA-KUDA KAYU SENGON						
1	Pekerjaan Kuda-kuda Kayu Sengon	4.76	m3	Rp	2,988,040.00	Rp	14,223,070.40
2	Pekerjaan Gording	3.456	m3	Rp	2,343,600.00	Rp	8,099,481.60
3	Genteng	549	m2	Rp	87,180.00	Rp	47,861,820.00
4	Kolom	1.0752	m3	Rp	2,988,040.00	Rp	3,212,740.61
	Jumlah					**Rp**	**73,397,112.61**

Didapat anggaran biaya pekerjaan struktur kuda-kuda kayu sengon Rp. 73,397,112.61.

Dalam perencanaan pada struktur rangka atap, penulis menunjukkan bahwa hasil penelitian konstruksi atap atau kuda-kuda banngunan gedung aula menggunakan 5 alternatif model kuda-kuda dengan bentang 15 meter yang memenuhi syarat-syarat struktur adalah Model Rangka E dan Kayu 1. Seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 6 Model Rangka E dan Kayu 1

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang penulis lakukan mengenai perencanaan pada struktur gedung. Dari data yang didapat, untuk konstruksi atap rangka kayu digunakan jenis kayu sengon untuk pekerjaan pemasangan kuda-kuda. Dimana analisis ini dilakukan terhadap kuda-kuda dengan bentang 15 m, lebar atap 9,15 m, kemiringan atap 35°, penutup atap menggunakan genteng jatiwangi, dan menggunakan dimensi batang 8/12 cm. sebagai mana pada bab IV, maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1) Hasil penelitian menunjukkan bahwa model struktur rangka kayu dengan bentang 15 m menahan syarat-syarat struktur adalah Rangka E dan Kayu 1.
2) Hasil analisis biaya pemasangan rangka atap kayu dari Rangka E dan Kayu 1 dengan total biaya Rp. 73.397.112,61.

DAFTAR PUSTAKA

Arief Saefudin. *Pemanfaatan Kayu Sebagai Bahan Struktur Bangunan:* Universitas Negeri Jakarta.

Badan Standar Nasional (2002). PPKI NI-5. *Tata Cara Perencanaan Konstruktur Kayu Indonesia*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standar Nasional (2013). SNI 7973:2013. *Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Danoe Iswanto, (2007). *Kajian Terhadap Struktur Rangka Atap Kayu Rumah Tahan Gempa Bantuan P2KP*. Jurnal Ilmiah Perancangan Kota Dan Permukiman.

Departemen Pekerjaan Umum (1987). PPPURG:1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung.* Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

Devi Oktarina, Agus Darmawan. *Analisisa Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan Dan Rangka Atap Kayu Dari Segi Analisis Struktur Dan Anggaran Biaya: Universitas Malahayati.*

Direktur Penyelidikan Masalah Bangunan. (1981). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*. Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.

Heinz Frick. (1999). *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu.*Yogyakarta: Kanisius.

Irianto. *Komparasi Penggunaan Kayu Dan Baja Ringan Sebagai Konstruksi Rangka Atap*. Papua: Staff Pengajar Universitas Yapis Papua.

K.H. Felix Yap (2001). *Konstruksi Kayu.*Bandung: Bma Cipta.

Putra Harapan (2017). *Analisa Kuda-kuda Kayu Pada Pembangunan Gedung Tekno Lanjutan Politeknik Sukabumi Kota Sukabumi* Sukabumi: Politeknik Kota Sukabumi

Sherly Anggun Rahayu, Donny Fransiska Manalu (2015). *Analisis Perbandingan Rangka Atap Baja Ringan Dengan Rangka Atap Kayu Terhadap Mutu, Biaya Dan Waktu*. Bangka Belitung: Universitas Bangka Belitung.

TR Mardikanto, Lina Karlinasari, Effendi Tri Bahtiar. (2011). *Sifat Mekanis Kayu.*Kampus IPB Taman Kencana Bogor: IPB Press.

Ujang Saefullah, 2018. *Kajian Perencanaan Struktur Gedung Aula*. Sukabumi: Universitas Nusa Putra.