

# PEMODELAN STRUKTUR RANGKA ATAP KAYU AULA BENTANG 15 METER

Triono<sup>1</sup>, Adi Chandra<sup>2</sup>, Delina Anggraeni<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil

<sup>1,3</sup>Universitas Nusa Putra, <sup>2</sup>Universitas Muhammadiyah Sukabumi

<sup>1,3</sup>Jl. Raya Cibolang Kaler No.21 Kab. Sukabumi,

<sup>2</sup>Jl. R. Syamsudin, S.H. No. 50, Cikole, Kec. Cikole, Kota Sukabumi

e-mail: <sup>1</sup>triono@nusaputra.ac.i, <sup>2</sup>adi\_c\_m@yahoo.com, <sup>3</sup>delinaa94@gmail.com

Korespondensi: <sup>1</sup>adi\_c\_m@yahoo.com

## 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. 73.397.112,6.

***Kata kunci: Pelat Satu Arah, Pelat Dua Arah, Struktur Lentur.***

## ABSTRACT

Horses are a construction located at the top of a building that serves as cover from heat and rain. Many types of materials are used in the design of horses and one of them is the use of wood. The research object in the form of a hall building with a span of 15 m uses 5 alternative models of horses to be able to withstand the burden of working using class III wood. And determine the estimated cost of the selected wooden roof frame model. Analysis of the calculation of the structure of the building using the help of "Application Structure" with the aim of accelerating the calculation. While the depiction uses the Image Application. Design Specifications for Wood Construction at SNI 7973-2013. Planning of Indonesian Timber Construction (PKKI NI-5) and Indonesian Loading Regulation for Building 1983. The results showed that the load model of the wooden frame structure with a span of 15 m that withholds the requirements of the structure is Model E - Wood 1. And the result of analysis of the cost of installing a wooden roof frame with a total cost of Rp. 73,397,112.61.

***Keywords: One-Way Plate, Two-Way Plate, Pliable Structure.***

## I. 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 [1]. Baik berbentuk kayu pertukangan, kayu industri maupun kayu bakar. Kayu merupakan hasil hutan dari sumber kekayaan alam, sekaligus bahan mentah yang mudah diproses untuk dijadikan barang sesuai dengan kemajuan teknologi. Kayu sampai saat ini masih banyak dicari dan dibutuhkan oleh masyarakat sebagai bahan bangunan karena kelebihan-kelebihan yang dimiliki oleh kayu [2].

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 konstruksi dan pembangunan infrastruktur. Pesatnya pertumbuhan 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 keekonomisan 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 relative murah sehingga dapat menghemat biaya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Danoe Iswanto (2007). Melakukan penelitian dengan judul Kajian Terhadap Struktur Rangka Atap Kayu Rumah Tahan Gempa Bantuan P2KP. Penelitian ini didasari terjadi kerusakan yang cukup besar khususnya Kabupaten Bantul di Propinsi Yogyakarta dan Kabupaten Klaten di Propinsi Jawa Tengah yang menyebabkan kerusakan yang cukup parah. Sehingga bertujuan agar atap rumah yang berasal dari kayu bisa menahan jika ada gempa yang terjadi. Penelitian menghasilkan analisis bahwa Struktur bangunan harus merupakan struktur non bearing wall dengan struktur rangka yang menjadi satu kesatuan struktur. Penggunaan rangka kuda-kuda kayu yang saling terkait dengan struktur bangunan khususnya perkuatan dengan arah gaya vertikal dan horizontal merupakan solusi bangunan tahan gempa - Secara keseluruhan rumah contoh dari P2KP masih merupakan standar pembangunan rumah tahan gempa [3].

Mekar Ria Pangaribuan (2014). Melakukan penelitian dengan judul baja ringan sebagai pengganti kayu dalam pembuatan rangka atap bangunan rumah masyarakat. Penelitian ini didasari akibat kerusakan hutan, khususnya di Bengkulu lebih tinggi dibanding realisasi upaya rehabilitasinya, karenanya inovasi baja ringan sebagai alternatif baru material rangka atap. Penelitian ini menghasilkan kesimpulan bahan yang bila dirancang dengan benar, akan lebih kuat dari atap kayu, serta lebih aman, material ini lebih awet, tidak dimakan rayap, tahan terhadap api, sifat materialnya ringan dan mudah dirakit, bila dibandingkan rangka kayu pada luasan yang sama pemasangan kerangka atap baja ringan, bobotnya yang ringan dibandingkan kayu, beban yang harus ditanggung oleh struktur dibawahnya lebih rendah, dan sisa material sedikit [4].

Fajar Nugroho (2014). Melakukan penelitian dengan judul baja ringan sebagai salah satu alternatif pengganti kayu pada struktur rangka kuda-kuda ditinjau dari segi konstruksi. Penelitian ini dikarenakan material kayu yang bagus kualitasnya semakin susah didapat dan harganya pun semakin

mahal. Penelitian ini menghasilkan perhitungan struktur rangka kuda-kuda kayu diperoleh dimensi untuk batang tarik dan batang tekan adalah kayu ukuran 6/12. Sedangkan untuk perhitungan struktur rangka kuda-kuda baja ringan dilakukan dengan menggunakan program komputer SAP 2000. Profil baja ringan yang digunakan pada kuda-kuda adalah profil C dengan ukuran 75 mm x 38 mm dan tebal 0,75 mm [5].

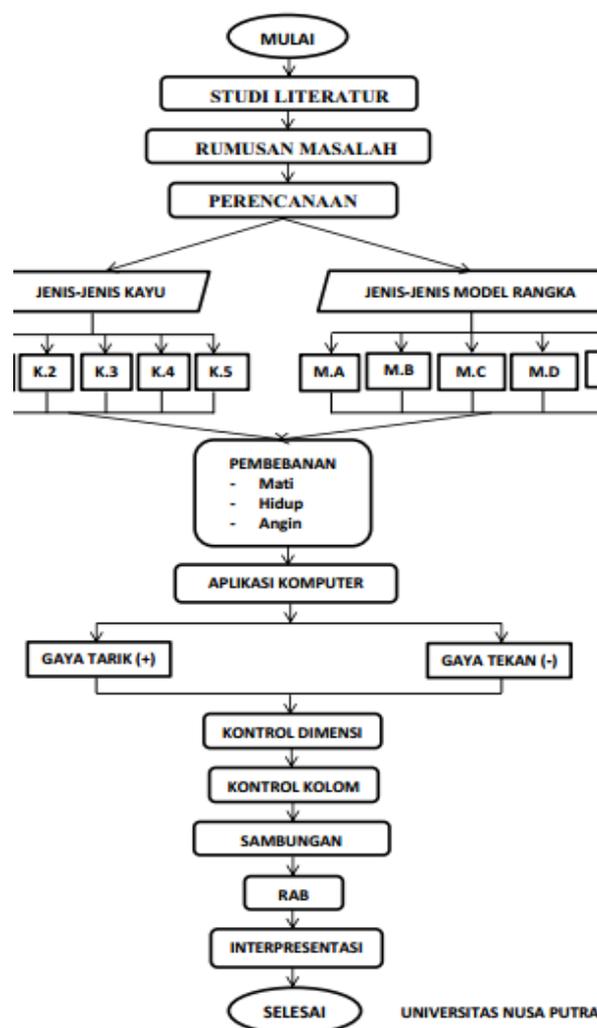
### III. METODE PENELITIAN

Objek 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.

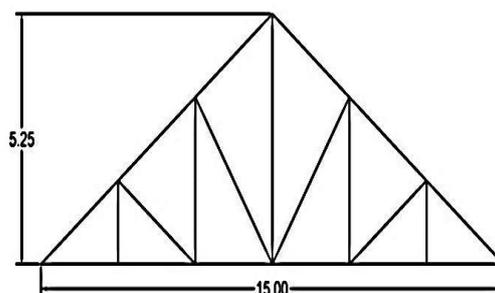
	A	B	C	D	E
1	A1	B1	C1	D1	E1
2	A2	B2	C2	D2	E2
3	A3	B3	C3	D3	E3
4	A4	B4	C4	D4	E4
5	A5	B5	C5	D5	E5



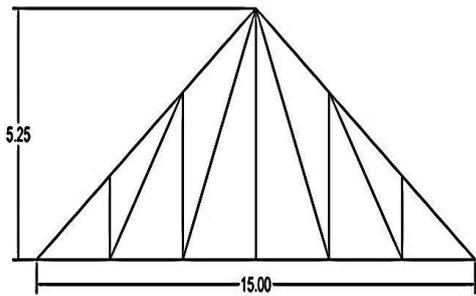
Gambar 1. Metodologi penelitian yang dibuat

### III. METODELOGI PENELITIAN

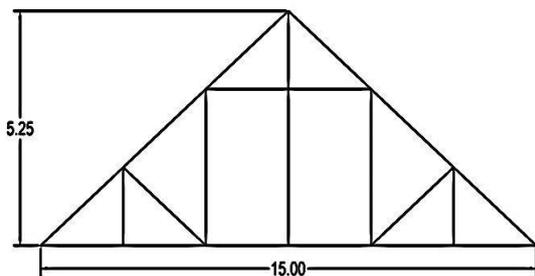
Perencanaan struktur bangunan gedung aula menggunakan 5 alternatif model kuda-kuda untuk dapat menahan beban yang bekerja menggunakan kayu kelas III dengan bentang 15 m, kemiringan atap 35°, penutup atap menggunakan jenis genteng jatiwangi. Dan beberapa jenis pembebanan berdasarkan SNI 03-1727-1989.



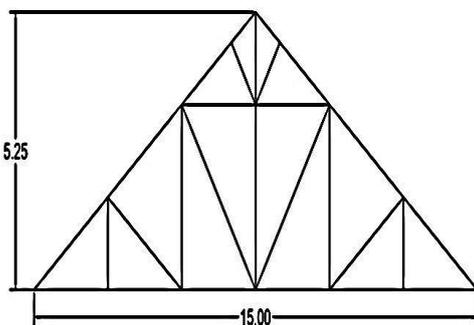
Gambar 1. Rencana Kuda-kuda A



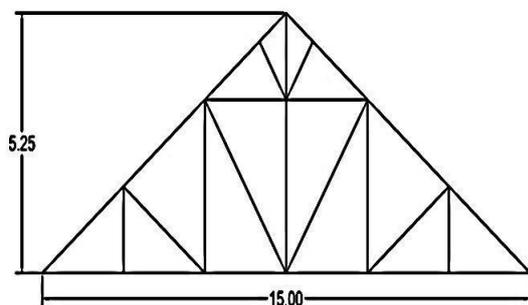
Gambar 2. Rencana Kuda-kuda B



Gambar 3. Rencana Kuda-kuda C



Gambar 4. Rencana Kuda-kuda D



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 =  $0,08 \times 0,12 = 0,0096 \text{ m}^2$

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 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 2. Rekapitulasi Gaya-gaya batang (Tarik dan Tekan)

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

##### 4.2 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  $185,47 \text{ Kg} = 1818,8394 \text{ N}$ .

###### a. Menghitung kuat tarik sejajar

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

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

###### 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

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

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

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

$$A_n = \frac{1818,83941818,8394}{16 \cdot 16} = 113,6774 \text{ mm}^2$$

d. Kontrol tahanan tarik

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

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

$$T_u = 115200 \text{ N} > 1818,8394 \text{ Kg} \quad \text{OK!}$$

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

$$b = 0,08 \text{ mm}$$

$$h = 0,12 \text{ mm}$$

Jari – jari garis (r1 )

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

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

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

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

$$\text{Angka kelangsingan (KeL)/r} = \frac{1 \times 30001 \times 3000}{23,09 \cdot 23,09} =$$

$$129,93$$

b. Menghitung kuat tekan

$$P' = C_p \times P_o'$$

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

c. Menghitung factor beban

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

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

$$P' = A_n \times F_c^*$$

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

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

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

$$P_c = \frac{\pi^2 \times E_{05}' \times A \pi^2 \times E_{05}' \times A}{\left(\frac{K_E \times L}{r}\right)^2 \left(\frac{K_E \times L}{r}\right)^2} = \frac{3,14^2 \times 14490 \times (80 \times 120) 3,14^2 \times 14490 \times (80 \times 120)}{\left(\frac{1,00 \times 3000}{23,09}\right)^2 \left(\frac{1,00 \times 3000}{23,09}\right)^2} =$$

$$81246,43 \text{ N}$$

$$\alpha_c \alpha_c = \frac{\phi_s \times P_E \phi_s \times P_E}{\lambda \times \phi_c \times P_c' \lambda \times \phi_c \times P_c'}$$

$$= \frac{0,85 \times 81246,43 \quad 0,85 \times 81246,43}{0,80 \times 0,90 \times 354240,80 \times 0,90 \times 354240} = 0,2707$$

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

$$= \frac{1 + 0,27071 + 0,2707}{2 \times 0,80 \quad 2 \times 0,80} - \sqrt{\left(\frac{1 + 0,2707}{2 \times 0,80}\right)^2 - \frac{0,2707}{0,80}}$$

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

d. Menghitung tekanan terkoreksi

$$P' = C_p \times P_o'$$

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

e. Kontrol tekanan tekan terfaktor

$$P_u < \lambda \times \phi_c \times P'$$

$$179,9 \text{ Kg} < (0,80 \times 0,90 \times 89799,84)$$

$$1764,2253 \text{ N} < 64655,8848 \text{ Kg} \quad \text{OK!}$$

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

Tabel 3. 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!

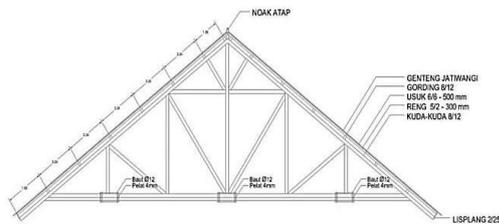
### 4.3 Rencana Anggaran Biaya

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 dibawah ini.

Tabel 4 Rencana Anggaran Biaya

URAIAN	KOEF	SAT.	HARGA SATUAN (RP)	JUMLAH HARGA
<b>PEKERJAAN KUDA-KUDA KAYU SENGON</b>				
Pekerjaan Kuda-kuda Kayu Sengon	4.76	m3	Rp. 2,988,040.00	Rp. 14,223,070.40
Pekerjaan Gording	3.456	m3	Rp. 2,343,600.00	Rp. 8,099,481.60
Genteng	549	m2	Rp. 87,180.00	Rp. 47,861,820.00
Kolom	1.0752	m3	Rp. 2,988,040.00	Rp. 3,212,740.61
<b>Jumlah</b>				<b>Rp. 73,397,112.61</b>

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 bangunan 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

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

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

### 5.2 Saran

Kedepan sebaiknya digunakan teknik dan metode yang lebih baik agar atap rumah lebih kokoh dan kuat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standar Nasional (2013). SNI 7973:2013. *Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [2] Fauzan et.al, "Studi Pengaruh Kondisi Kadar Air Kayu Kelapa Terhadap Sifat Mekanis", *Jurnal Rekayasa Sipil*, Volume 5 No. 2, oktober 2009.
- [3] Danoe Iswanto, "Kajian Terhadap Struktur Rangka Atap Kayu Rumah Tahan Gempa Bantuan P2KP", *Jurnal Ilmiah Perancangan Kota dan Permukiman, ENCLOSURE* Volume 6 No. 1. Maret 2007.
- [4] Mekar Ria Pangaribuan, "Baja Ringan Sebagai Pengganti Kayu Dalam Pembuatan Rangka Atap

Bangunan Rumah Masyarakat", *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, Vol. 2, No. 4, Desember 2014.

[5] Fajar Nugroho, "Baja Ringan Sebagai Salah Satu Alternatif Pengganti Kayu Pada Struktur Rangka Kuda-Kuda Ditinjau Dari Segi Konstruksi", *Jurnal Momentum*, Vol.16 No.2. Agustus 2014.