



Evaluation of Safer House Roof Frame Models Using Coconut Wood Material

Don Kabo^{1*}, Charles Sulangi²

Politeknik Negeri Manado

Corresponding Author: Don Kabo donkabo74@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: Roof Frame,
Coconut Wood, Safe House

Received : 2 October

Revised : 22 October

Accepted: 24 November

©2023 Kabo, Sulangi: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

The use of coconut wood is considered an environmentally friendly alternative because coconut wood comes from people's plantations without destroying forests. Another problem in the wooden house industry is knowing that the method of making roof frames is not yet a safe standard. The objectives of this research are: 1) Provide information about how to obtain conventional wood and coconut wood materials. 2) Explain how to select the quality and type of wood. 3) Explain that coconut wood can be used as a roof frame. 4) Explain the technical obstacles to roof trusses using coconut wood. 5) Explain the model for making a roof frame based on the basic requirements for a safer house. The method used in this research is descriptive qualitative through qualitative data analysis. The results of the roof frame model for the Woloan house do not meet the requirements for a house that is safer from earthquakes

Evaluasi Model Rangka Atap Rumah Lebih Aman Menggunakan Material Kayu Kelapa

Don Kabo^{1*}, Charles Sulangi²

Politeknik Negeri Manado

Corresponding Author: Don Kabo donkabo74@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Rangka Atap,
Kayu Kelapa, Rumah Aman

Received : 2 October

Revised : 22 October

Accepted: 24 November

©2023 Kabo, Sulangi: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Penggunaan kayu kelapa dianggap sebagai alternatif yang ramah lingkungan karena kayu kelapa dari perkebunan rakyat tanpa merusak hutan. Permasalahan lainnya di industri rumah kayu mengethui atau cara pembuatan rangka atap yang belum menjadi standar aman. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) Memberikan informasi tentang cara mendapatkan ketersediaan material kayu konvensional dan kayu kelapa. 2) Menjelaskan cara pemilihan kualitas dan jenis kayu. 3) Menjelaskan kayu kelapa dapat menggantikan sebagai rangka atap. 4) Menjelaskan kendala teknis rangka atap menggunakan kayu kelapa. 5) Menjelaskan model pembuatan rangka atap berdasarkan persyaratan pokok rumah yang lebih aman. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kualitatif deskriptif melalui analisis kualitatif data. Hasil model rangka atap rumah woloan belum memenuhi syarat rumah yang lebih aman dari gempa

PENDAHULUAN

Konstruksi rumah merupakan salah satu aspek utama dalam pembangunan perumahan dan infrastruktur di banyak negara. Ketahanan dan keamanan struktural rumah sangat penting, terutama di wilayah yang rentan terhadap berbagai bencana alam, seperti gempa bumi, badai, dan banjir. Seiring dengan berkurangnya ketersediaan kayu sebagai bahan bangunan, manusia mulai mencari sumber daya alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti kayu konvensional. Namun, penggunaan kayu kelapa dianggap sebagai alternatif yang ramah lingkungan karena kayu kelapa diperoleh dari perkebunan rakyat tanpa merusak hutan (Rangkang et al., 2016). Provinsi Sulawesi Utara memiliki perkebunan kelapa yang mendominasi sektor perkebunan, dimana luas arealnya mencapai 278.484,10 hektar (Anny et al., 2016).

Konstruksi rumah merupakan salah satu aspek utama dalam pembangunan perumahan dan infrastruktur di banyak negara. Ketahanan dan keamanan struktural rumah sangat penting, terutama di wilayah yang rentan terhadap berbagai bencana alam, seperti gempa bumi, badai, dan banjir. Selain itu, dalam konteks global yang semakin peduli terhadap keberlanjutan, penggunaan bahan konstruksi yang ramah lingkungan juga menjadi perhatian yang semakin meningkat (Putra et al., 2023).

Ketika kita mempertimbangkan penggunaan kayu kelapa sebagai bahan utama dalam konstruksi, sangat penting untuk memastikan bahwa model rangka atap yang dikembangkan adalah aman dan dapat menahan beban struktural dengan baik. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan pengetahuan tersebut dengan mengevaluasi model rangka atap rumah yang menggunakan material kayu kelapa.

Secara tradisional produksi rumah woloan menggunakan jenis kayu besi (*Intsia bijuga*) nyatoh (*Palaquium spp.*) dan cempaka (*Michelia champaca L.*). Ketiga jenis kayu tersebut sangat populer masyarakat Sulawesi Utara dan sudah sulit didapatkan (Sentot et al., 2010). Menurut (P. Adi Yasa & Decky Cipta Indrashwara, 2023) rangka utama atap menggunakan kayu kelapa atau dikenal dengan nama ilmiah *cocos nucifera L*, jenis ini dipilih karena memiliki corak yang estetik dan unik. Selain dari sisi keindahan kayu, ketersediaan yang berlimpah pada daerah tropis khususnya Indonesia juga menjadi salah satu faktor tambahan mengapa kayu kelapa banyak digunakan.

Dalam konteks inovasi dan keberlanjutan konstruksi, penelitian tentang evaluasi model rangka atap rumah dengan menggunakan material kayu kelapa memiliki nilai yang signifikan dan relevan untuk masa depan pembangunan perumahan yang lebih aman dan berkelanjutan.

Permasalahan lainnya di industri rumah woloan perlu dilakukan penelitian tentang teknis atau cara pembuatan rangka atap yang belum menjadi standar dan model persyaratan pokok rumah yang lebih aman terhadap bencana gempa dan angin puting beliung, hal ini menjadi ketertarikan untuk mengetahui dan mencari solusi yang dapat meningkatkan kekuatan secara praktis dengan merujuk pada buku saku persyaratan pokok rumah yang lebih aman khususnya pada rangka atap (Boen et al., 2019).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan permasalahan yang akan di teliti adalah:

1. Bagaimana mendapatkan ketersediaan material kayu konvensional?
2. Bagaimana mendapatkan ketersediaan material kayu kelapa?
3. Bagaimana pemilihan kualitas dan jenis kayu untuk rangka atap pada industri rumah kayu wolohan?
4. Apakah kayu kelapa dapat menggantikan kayu konvensional sebagai rangka atap secara teknis?
5. Apakah ada kendala teknis dalam pengerjaan rangka atap menggunakan kayu kelapa?
6. Apakah teknis pembuatan rangka atap berdasarkan persyaratan pokok rumah yang lebih aman?
7. Bagaimana model rangka atap rumah yang lebih aman?

TINJAUAN PUSTAKA

Kayu Kelapa

Kayu glugu dikenal juga dengan kayu kelapa yaitu sesuatu bahan yang diperoleh dari pemungutan pohon kelapa baik yang tumbuh secara liar maupun dibudidayakan sebagai salah satu bagian dari pohon kelapa. Pohon kelapa atau dikenal dengan nama ilmiah *Cocos nucifera L.* adalah satu jenis pohon di daerah tropis yang termasuk keluarga *palmaceae* dan golongan *monocotyledoneae*. Pohon kelapa yang disebut juga dengan pohon nyiur biasanya mudah ditemukan pada daerah atau kawasan tepi pantai

Berat jenis rata-rata kayu glugu adalah 0,74 maka termasuk kedalam kelas kuat II (berat jenis 0.6 - 0.9). Kayu glugu termasuk kedalam kelas awet III. Warna kayu glugu sangat bervariasi mulai dari kuning muda hingga coklat tua kemerahan. Pada umumnya kayu glugu yang diperoleh dari bagian pangkal pohon kelapa akan lebih gelap warna coraknya dibandingkan dengan yang diambil dari bagian ujungnya. Kayu glugu memiliki serat yang searah atau sejajar dengan sumbu batang sehingga apabila diraba pada bagian radial atau tangensialnya akan terasa halus. Berdasarkan berat jenisnya yang sebesar 0,74 maka kayu glugu digolongkan kedalam kelas kayu agak berat (Berat jenis berkisar 0,60 - 0,75). Komposisi yang ada dalam kayu glugu diperkirakan terdiri dari 66,7 % *holocellulose*, 25,1 % *lignin* dan 22,9 % *pentosans* (Dumanauw, J.F, 1982).

Rangka Atap

Kayu kelapa dimanfaatkan sebagai rangka atap karena memiliki keawetan yang cukup tinggi apabila digunakan untuk konstruksi yang terlindung. Dapat digunakan untuk bentang 4 - 5 m. Ukuran yang biasanya digunakan untuk rangka atap baik untuk reng, usuk, gording maupun balok bubungan adalah 2 x 3, 4 x 6, 5 x 7, 6 x 12 dan 8 x 12. Kayu kelapa yang digunakan untuk rangka atap tidak memerlukan pengawetan khusus, hanya cukup dikeringkan saja dan tidak difinishing (Dumanauw, J.F, 1982).

Konsep Rumah Lebih Aman

Konsep rumah yang lebih aman diartikan sebagai rumah yang dibangun secara konvensional di ubah konsep secara teknis menjadi lebih kuat yang bermuara tahan terhadap gempa dan angin puting beliung pada rangka atapnya. Kata lebih aman bukan tahan gempa didasarkan karena kekuatan gempa, jarak dan kedalamannya tidak pernah dapat diketahui sebelumnya terlebih dampak gempa bisa berupa tsunami, sesar dan likuifaksi. Untuk mengantisipasi jatuhnya korban akibat reruntuhan bangunan rumah, pemerintah bersama dengan membuat buku panduan mengenai "Persyaratan Pokok Rumah yang Lebih Aman" (Boen et al., 2019).

METODOLOGI

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kualitatif deskriptif. Metode kualitatif deskriptif adalah salah satu metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang fenomena yang diteliti. Metode ini umumnya digunakan untuk menggambarkan, menjelaskan, dan memahami suatu fenomena secara mendalam melalui analisis kualitatif data.

Berikut adalah langkah-langkah umum dalam metode kualitatif deskriptif:

a. Merumuskan pertanyaan penelitian

Langkah pertama dalam metode kualitatif deskriptif adalah merumuskan pertanyaan penelitian yang jelas dan terarah. pertanyaan wawancara untuk menggali data dari 37 pekerja rumah kayu Woloan terkait dengan 7 poin yang disebutkan:

1. Ketersediaan Material Kayu Konvensional: Bagaimana Anda biasanya memperoleh material kayu konvensional untuk proyek rumah kayu?
2. Ketersediaan Material Kayu Kelapa: Bagaimana Anda memperoleh kayu kelapa untuk proyek rumah kayu?
3. Pemilihan Kualitas dan Jenis Kayu untuk Rangka Atap: Bagaimana Anda melakukan pemilihan kualitas dan jenis kayu untuk rangka atap pada industri rumah kayu woloan?
4. Pergantian Kayu Kelapa untuk Rangka Atap: Secara teknis, apakah kayu kelapa dapat menggantikan kayu konvensional sebagai rangka atap?
5. Kendala Teknis dengan Kayu Kelapa: Apakah Anda menghadapi kendala teknis khusus dalam pengerjaan rangka atap menggunakan kayu kelapa?
6. Teknis Pembuatan Rangka Atap yang Aman: Bagaimana Anda memastikan bahwa teknis pembuatan rangka atap memenuhi persyaratan pokok rumah yang lebih aman?
7. Model Rangka Atap yang Lebih Aman: Bagaimana Anda mendefinisikan dan mengimplementasikan model rangka atap yang dianggap lebih aman?

b. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik pengumpulan data kualitatif seperti wawancara, observasi, dan dokumentasi. Data dapat dikumpulkan melalui teknik wawancara dengan ahli konstruksi/pengrajin kayu, atau pemilik rumah yang menggunakan material kayu kelapa untuk rangka atap mereka.

c. Transkripsi data

Setelah data terkumpul, selanjutnya data perlu ditranskripsi menjadi bentuk yang dapat dianalisis. Setelah data dianalisis, selanjutnya data perlu diinterpretasikan.

d. Interpretasi dan penarikan kesimpulan

Setelah data dianalisis, selanjutnya data perlu diinterpretasikan dan kesimpulan perlu diambil.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Ketersediaan material kayu konvensional

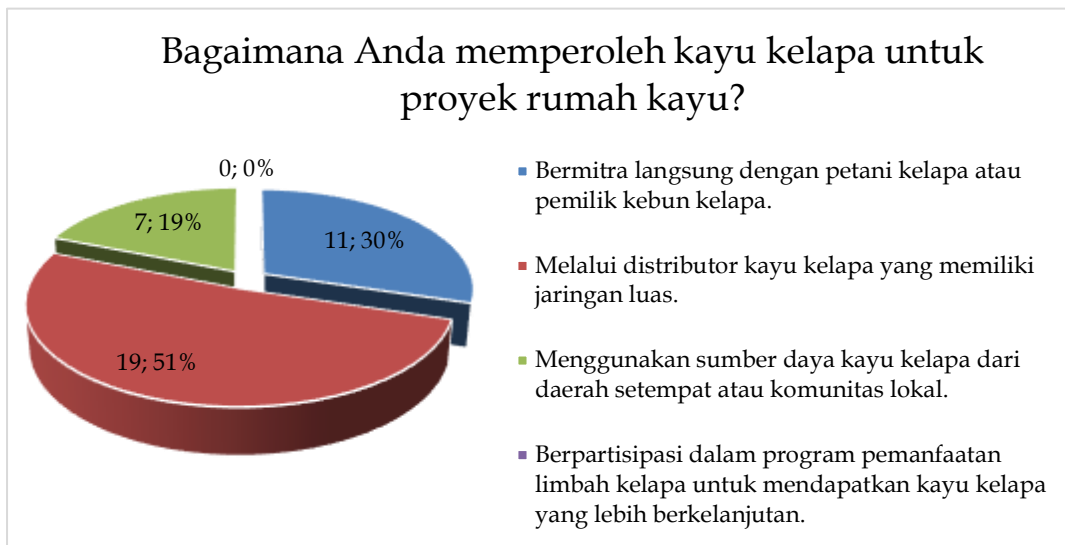
Dalam supply chain kayu untuk rumah kayu, perlu diperhatikan risiko-risiko yang dapat mempengaruhi pasokan kayu, seperti cuaca buruk yang dapat mempengaruhi waktu pengiriman kayu (Sitohang et al., 2022). Selain itu, perlu juga memperhatikan keberlanjutan sumber daya kayu dan memastikan bahwa kayu yang digunakan berasal dari sumber yang bertanggung jawab (Gupta & Gupta, 2018). Sumber ketersediaan kayu konvensional dari hasil wawancara terlihat pada Gambar 1. Menunjukkan cara mendapatkan kayu konvensional adalah dari pemasok kayu lokal yang telah bekerja sama secara teratur sebesar 68% atau 25 responden dari 37 jumlah responden.



Gambar 1. Sumber Ketersediaan Kayu Konvensional

Ketersediaan material kayu kelapa

Ketersediaan material kayu kelapa untuk industri rumah di Indonesia dan Sulawesi Utara secara umum cukup baik. berikut adalah hasil cara memperoleh kayu kelapa untuk proyek rumah kayu terlihat pada Gambar 2 menunjukkan bahwa 51% atau 19 dari 37 responden memilih ketersediaan kayu kelapa melalui distributor kayu kelapa yang memiliki jaringan luas.



Gambar 2. Cara Memperoleh Kayu Kelapa

Pemilihan kualitas dan jenis kayu untuk rangka atap pada industri rumah kayu woloan

Pemilihan kualitas dan jenis kayu untuk rangka atap dalam industri rumah kayu di Woloan, Tomohon, Sulawesi Utara, adalah langkah penting dalam memastikan ketahanan dan keamanan struktural rumah. Berikut hasil wawancara pemilihan kualitas dan jenis kayu untuk rangka atap bahwa para pekerja rumah kayu mengikuti preferensi pelanggan dan kebutuhan spesifik proyek dalam menentukan jenis dan kualitas kayu yang ditunjukkan pada Gambar 3 sebesar 46% atau 17 responden sebagai pilihan terbanyak.



Gambar 3. Pemilihan Kualitas dan Jenis Kayu untuk Rangka Apat

Pemilihan kayu yang tepat untuk rangka atap adalah keputusan penting dalam memastikan keamanan dan ketahanan struktural rumah. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor di atas dan mengkonsultasikan dengan ahli

bahan konstruksi, Didapat membuat pilihan yang cerdas untuk proyek di Woloan, Tomohon, Sulawesi Utara.

Kayu kelapa sebagai rangka atap

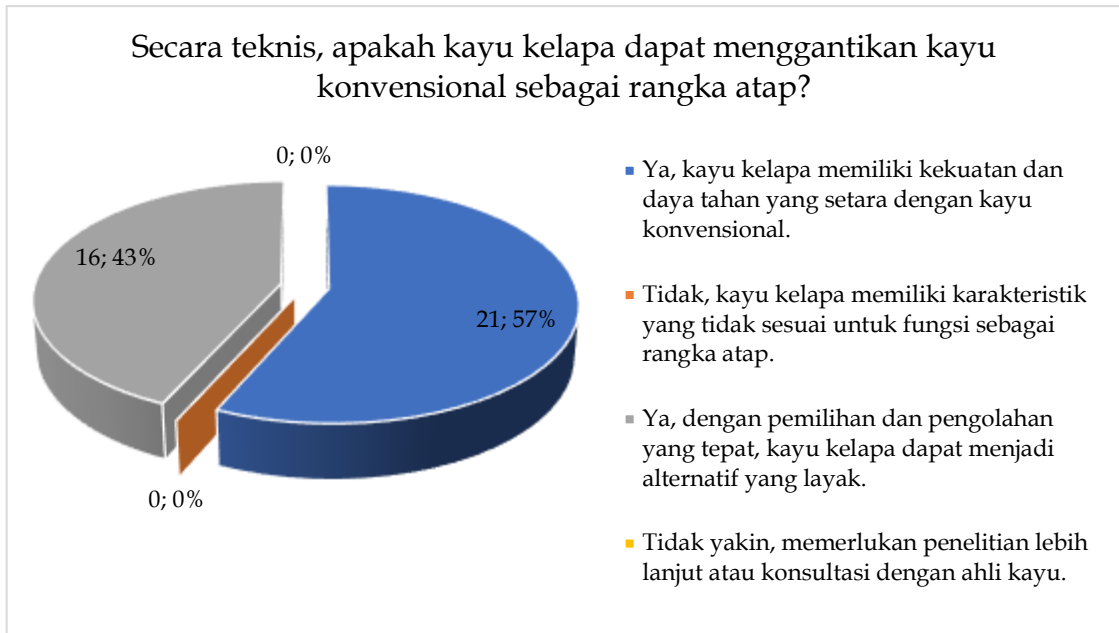
Penggunaan kayu kelapa dalam konstruksi rangka atap memiliki beberapa keunggulan dan pertimbangan tertentu:

1. Ketersediaan: Kayu kelapa biasanya tersedia secara melimpah di daerah tropis, termasuk di Indonesia dan Sulawesi Utara. Hal ini membuatnya menjadi bahan konstruksi lokal yang berkelanjutan.
2. Kekuatan: Kayu kelapa memiliki kekuatan yang cukup baik, dan dapat digunakan sebagai material rangka atap yang tahan terhadap beban angin dan beban atap. Namun, kekuatan dapat bervariasi tergantung pada jenis kayu kelapa dan kondisi pertumbuhan pohonnya.
3. Ringan: Kayu kelapa relatif ringan, sehingga memudahkan dalam pengangkutan dan pemasangan.
4. Keberlanjutan: Penggunaan kayu kelapa dalam konstruksi rumah dapat mendukung prinsip-prinsip keberlanjutan karena kelapa adalah sumber daya alam yang dapat diperbarui dengan cepat.
5. Harga Terjangkau: Kayu kelapa biasanya lebih terjangkau dibandingkan dengan beberapa jenis kayu keras yang lain.

Namun, ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan ketika menggunakan kayu kelapa sebagai rangka atap:

1. Kualitas dan Ketahanan: Kualitas kayu kelapa dapat bervariasi tergantung pada jenis kayu dan kondisi pertumbuhan pohonnya. Oleh karena itu, pemilihan kayu kelapa yang tepat sangat penting.
2. Perawatan: Beberapa jenis kayu kelapa mungkin memerlukan perawatan rutin untuk menjaga kekuatan dan daya tahan terhadap cuaca.
3. Pemeliharaan Keberlanjutan: Penting untuk memastikan bahwa penggunaan kayu kelapa dalam konstruksi dilakukan dengan cara yang berkelanjutan, dengan mematuhi regulasi dan praktik keberlanjutan.

Pada Gambar 4 dari hasil wawancara menunjukkan 57% atau 21 dari 37 responden memilih Secara teknis, apakah kayu kelapa dapat menggantikan kayu konvensional sebagai rangka atap, karena kayu kelapa memiliki kekuatan dan daya tahan yang setara dengan kayu konvensional.

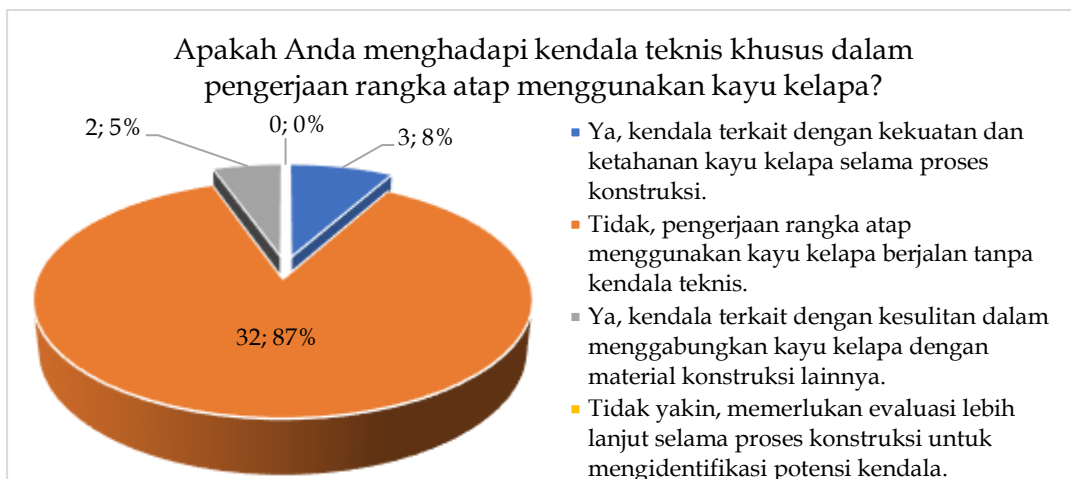


Gambar 4. Kayu kelapa sebagai rangka atap

Teknis pengerjaan rangka atap menggunakan kayu kelapa

Penting untuk memahami bahwa pengerjaan rangka atap dengan kayu kelapa harus mematuhi standar konstruksi yang berlaku.

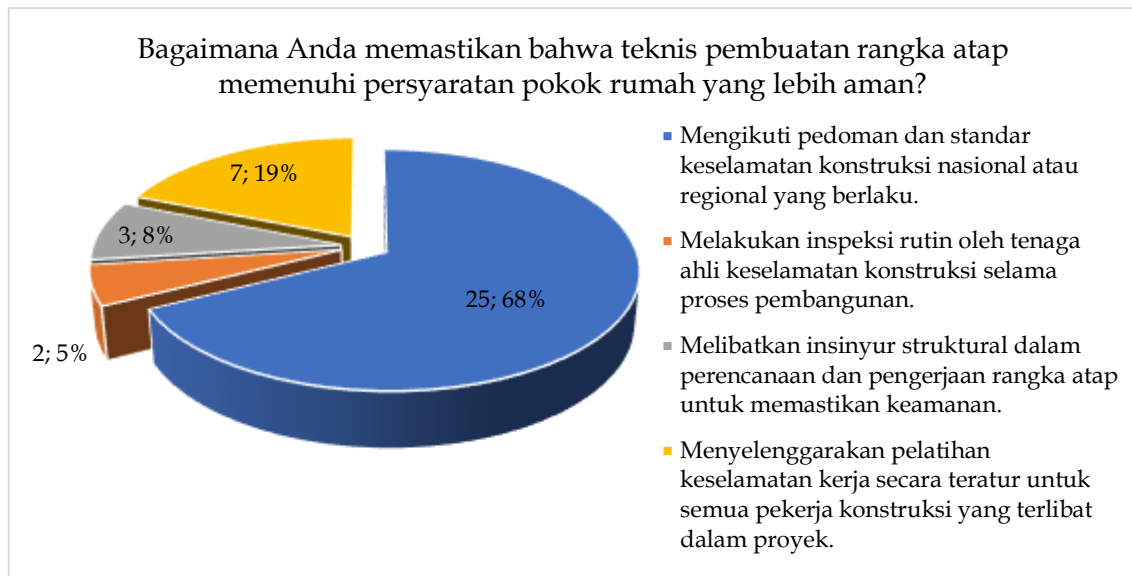
Berikut hasil wawancara dengan pekerja rumah kayu Woloan tentang kendala teknis menggunakan kayu kelapa terlihat pada Gambar 5. yang menunjukkan pilihan terbesar responden sebanyak 87% atau 32 dari 37 responden memberikan jawaban desain dan konstruksi dapat tetap sama tanpa perubahan saat menggunakan kayu kelapa.



Gambar 5. Kendala Teknik Pengerjaan Menggunakan Kayu Kelapa

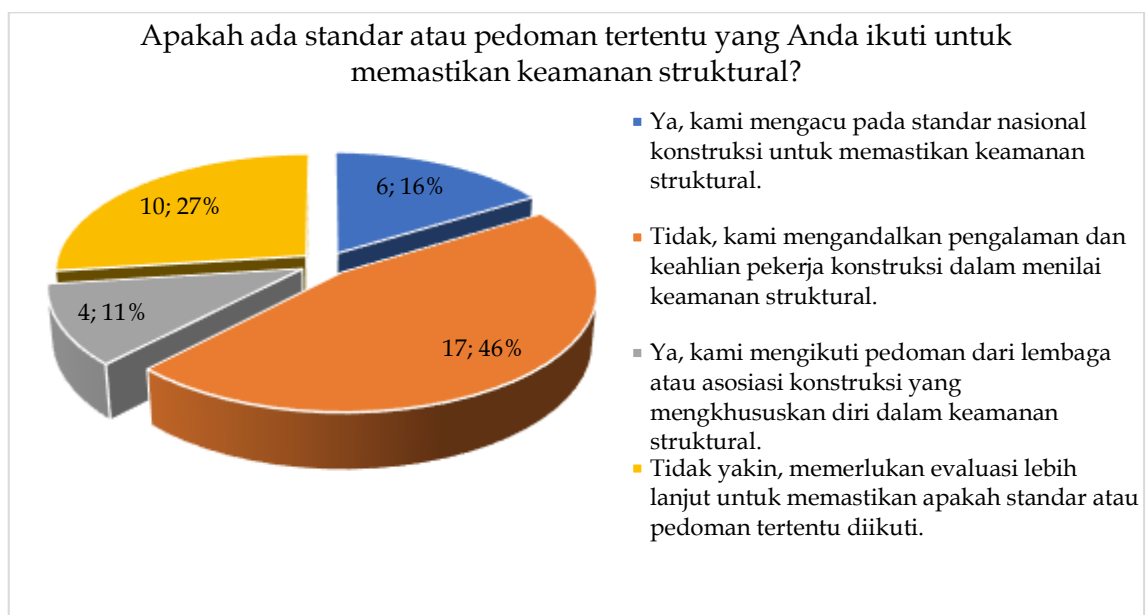
Evaluasi teknis pembuatan rangka atap yang lebih aman

Evaluasi teknis pembuatan rangka atap yang lebih aman bahwa konstruksi bangunan memenuhi standar keamanan struktural.



Gambar 6. Teknis Pembuatan Rangka Atap Memenuhi Persyaratan Pokok Rumah yang Lebih Aman

Evaluasi teknis pembuatan rangka atap yang lebih aman memerlukan perhatian terhadap detail, pemenuhan standar keamanan, dan perawatan yang baik dimana 68% atau 25 responden menjawab mengikuti pedoman dan standar akan tetapi pada evaluasi dilapangan sangat berbeda dan didukung hasil yang wawancara Gambar 7. Menunjukkan bahwa para pekerja lebih mengandalkan pengalaman dan keahlian mereka sendiri dalam membangun rumah kayu dalam menilai keamanan stuktur, tanpa mengikuti atau memiliki pedoman dimana 46% pilihat tertinggi dari yang menjawab 17 dari 37 responden hanya mengandalkan pengalaman dan keahlian pekerja konstruksi dalam menilai keamanan struktural



Gambar 7. Penggunaan Pedoman Sebagai Standar yang Aman

Berdasarkan hasil bahwa para pekerja lebih mengandalkan pengalaman dan keahlian mereka sendiri dalam membangun rumah kayu dalam menilai keamanan stuktur maka perlu dilakukan pembinaan penggunaan pedoman yang jelas dan pelatihan untuk membangun rangka atap rumah kayu yang lebih aman.

Model rangka atap

Model rangka atap yang tahan terhadap bencana dirancang untuk meminimalkan risiko kerusakan akibat berbagai bencana alam, seperti gempa bumi, badai, banjir, dan angin topan. Prinsip desain aman dapat membantu menciptakan rangka atap yang lebih tahan terhadap bencana:

Desain dan konstruksi rangka atap yang tahan terhadap bencana adalah investasi penting dalam keamanan dan ketahanan struktural bangunan. Konsultasikan dengan insinyur struktural atau ahli konstruksi yang berpengalaman untuk memastikan bahwa semua aspek desain dan konstruksi memenuhi persyaratan keamanan yang sesuai dengan lokasi bangunan. Sebagai Persyaratan Pokok Rumah Yang Lebih Aman Pada Rangka Atap yang menjadi tinjauan dari hasil penelitian ini adalah:

- **Material Kayu**

Menjadi persyaratan kayu secara umum kayu di Indonesia bahkan di Sulawesi Utara sudah mulai sulit didapatkan, terlebih kualitas kelas 1, dengan demikian haruslah dapat memilih yang terbaik salah satu solusi materia local kayu kelapa dengan memperhatikan ciri-ciri di bawah ini:

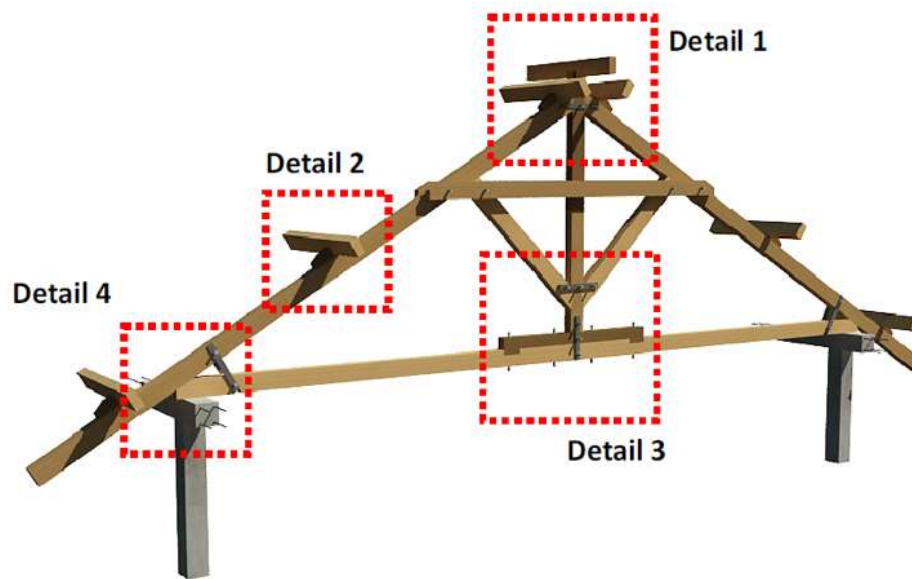


Kayu yang digunakan harus :

- Berkualitas baik
- Keras
- Kering
- Berwarna Gelap
- Tidak ada retak
- Lurus

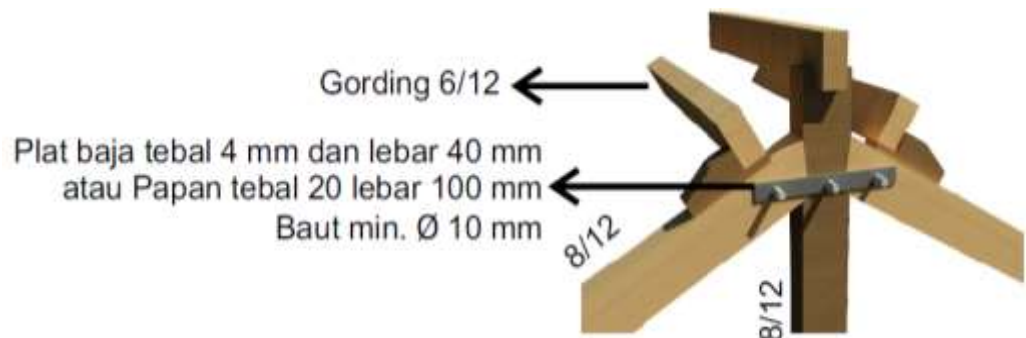
Gambar 8. Material Kayu Kelapa
Sumber: Boen, dkk (2019)

- Kuda-kuda



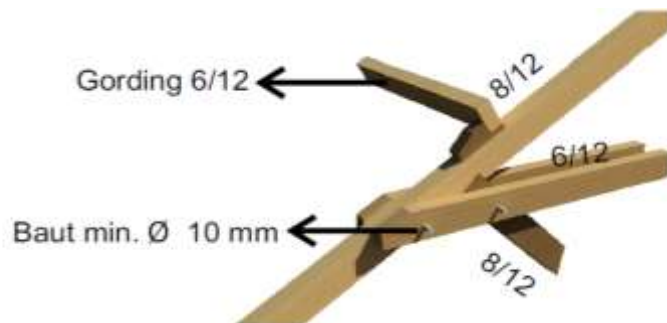
Gambar 9. Kuda-Kuda yang Lebih Aman
Sumber: Boen, dkk (2019)

- Detail 1



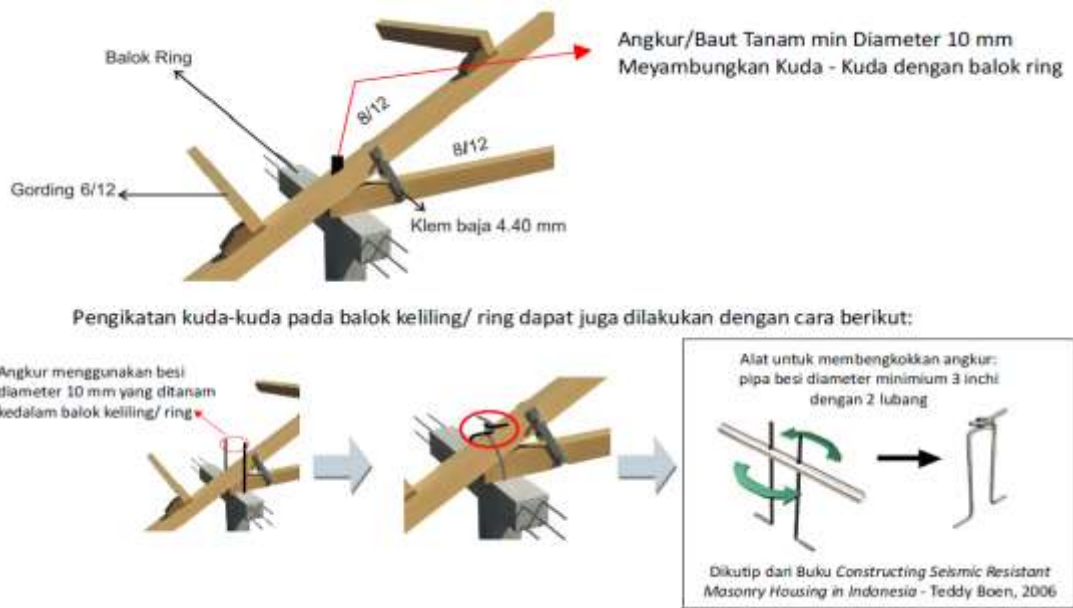
Gambar 10. Detail 1 Kuda-Kuda
Sumber: Boen, dkk (2019)

- Detail 2



Gambar 11. Detail 2 Kuda-Kuda
Sumber: Boen, dkk (2019)

- Hubungan antar elemen



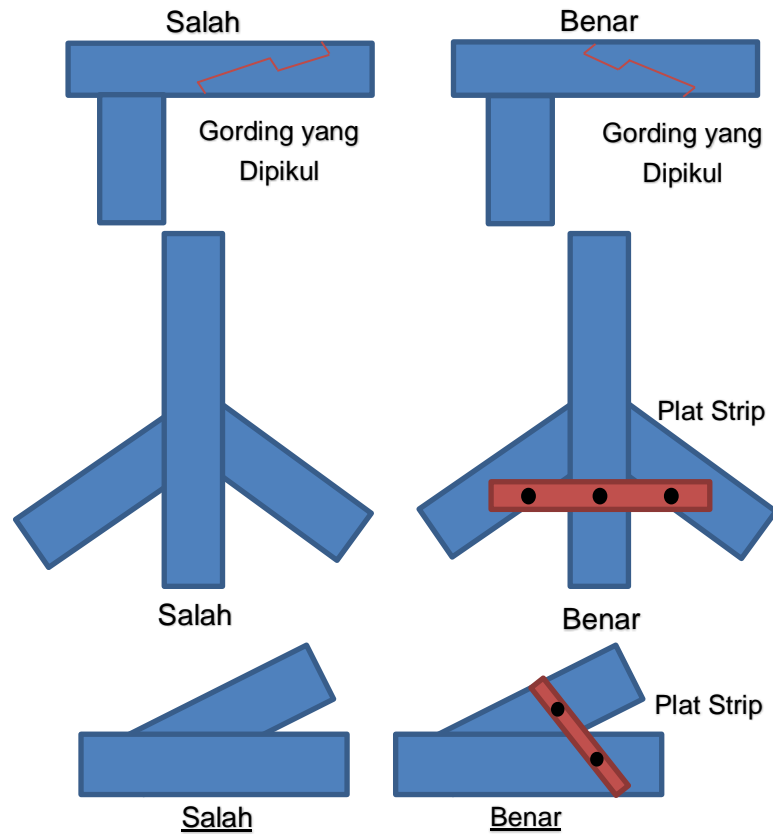
Gambar 12. Hubungan Antar Elemen Kayu
Sumber: Boen, dkk (2019)

- Ikatan Angin



Gambar 13. Ikatan Angin
Sumber: Boen, dkk (2019)

Hasil yang ditemukan dilokasi penelitian industri rumah kayu Woloan yaitu Pekerjaan Rangka Atap dan Gording



Gambar 14. Temuan Rangka Atap Gording di Lokasi Penelitian

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

1. **Mendapatkan Ketersediaan Material Kayu Konvensional:** Ketersediaan material kayu konvensional dapat ditemukan di pasar bahan bangunan dan pemasok kayu lokal yang telah bekerja sama secara teratur.
2. **Mendapatkan Ketersediaan Material Kayu Kelapa:** Material kayu kelapa dapat ditemukan Melalui distributor kayu kelapa yang memiliki jaringan luas.
3. **Pemilihan Kualitas dan Jenis Kayu untuk Rangka Atap:** Pemilihan kualitas dan jenis kayu untuk rangka atap bergantung pada kebutuhan konstruksi dan kondisi setempat. Mengikuti preferensi pelanggan dan kebutuhan spesifik proyek dalam menentukan jenis dan kualitas kayu.
4. **Kayu Kelapa sebagai Ganti Kayu Konvensional:** Kayu kelapa dapat digunakan sebagai ganti kayu konvensional dalam rangka atap secara teknis, terutama jika dipilih dengan cermat dan diikuti dengan teknik konstruksi yang benar.
5. **Kendala Teknis dalam Pengerjaan Rangka Atap Menggunakan Kayu Kelapa:** Kendala teknis mungkin meliputi perlindungan terhadap serangan hama, perlindungan terhadap kerusakan akibat cuaca, dan pilihan desain yang sesuai dengan karakteristik kayu kelapa. Hasil wawancara tidak terdapat kendala teknis.

6. **Pembuatan Rangka Atap yang Lebih Aman:** Membuat rangka atap yang lebih aman melibatkan pemilihan material yang tahan terhadap beban atap dan penggunaan metode konstruksi yang sesuai dengan standar keamanan. Pemilihan dan pemeliharaan material yang tepat adalah kunci dan memiliki pedoman persyaratan yang aman.
7. **Model Rangka Atap yang Lebih Aman:** Model rangka atap yang lebih aman harus mempertimbangkan risiko bencana seperti gempa, badai, dan banjir. Ini mencakup desain struktural yang kuat dan perlindungan terhadap berbagai beban bencana yang mungkin terjadi.

Rekomendasi

Untuk mendapatkan rangka atap yang kuat, tahan lama, dan aman menggunakan kayu kelapa. Pastikan memiliki pedoman dan perlu pelatihan bagi para pekerja bangunan kayu di Woloan

PENELITIAN LANJUTAN

Penting dalam membuat keputusan yang bijak tentang penggunaan kayu kelapa dalam konstruksi rangka atap. Dengan perencanaan dan perawatan yang tepat, kayu kelapa bisa menjadi alternatif yang berkelanjutan dan efektif dalam konstruksi rangka atap.

DAFTAR PUSTAKA

- Anny, A., Loho, A. E., & Lolowang, T. F. (2016). Analisis Persediaan Bahan Baku Kelapa Pada PT. Dimembe Nyiur Agripro (DNA) di Desa Tetey, Kecamatan Dimembe, Kabupaten Minahasa Utara. *Agri-SosioEkonomi Unsra*, 12(2A), 251-260.
- Boen, T., Suprobo, P., Sarwidi, Pribadi, K., Irmawan, M., Satyarno, I., & A. Saputra. (2019). *Persyaratan Pokok Rumah Yang Lebih Aman*. The Project on Building Administration and Enforcement Capacity Development for Seismic Resilience. https://teddyboen.com/Persyaratan_Pokok_Rumah_yang_Lebih_Aman.html
- Gupta, K., & Gupta, S. (2018). Forestry in Austria [Ã–sterreich]â€™ Supply Chain and Economic situation of small-scale Mountain Regions. *Journal of Global Economy*, 14(3), 199-205. <https://doi.org/10.1956/jge.v14i3.503>
- P. Adi Yasa, & Decky Cipta Indrashwara. (2023). Analisis Kekuatan Atap Kubah Dengan Struktur Rangka Kayu Kelapa. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 12(1), 76-84. <https://doi.org/10.22225/pd.12.1.6076.76-84>
- Putra, H. A., Christanti, V. I. D., & Arganata, T. M. (2023). Limbah Sabut Kelapa Sebagai Alternatif Bahan Utama dalam Pembuatan Material Plafon. *Selasar*, 20(1), 34-41. <https://doi.org/10.30996/selasar.v20i1.8835>
- Rangkang, J., Sondakh, F., & Saerang, E. J. (2016). Karakteristik Kayu Kelapa di Berbagai Zona di Indonesia Timur Berdasarkan Sifat Fisis dan Mekanisnya. *Jurnal Teknik Sipil*, 23(2), 89-98.

- Sentot, O. /, Sasmuko, A., Penelitian, B., & Mataram, K. (2010). Karakteristik Kayu Lokal Untuk Rumah Woloan Di Provinsi Sulawesi Utara (Wood Properties of Local Species for Wooden House of Woloan in North Celebes Province). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 28(3), 278-290. <https://doi.org/10.20886/jphh.2010.28.3.278-290>
- Sitohang, F. A. F., Profita, A., & Widada, D. (2022). Analisis Pengembangan Strategi Mitigasi Pada Risiko Rantai Pasok Kayu Log (Studi Kasus : Pt Slj Global Tbk, Samarinda). *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, 10(2), 128-140. <https://doi.org/10.33373/profis.v10i2.4664>