



ESTIMASI BIAYA PEMBANGUNAN RUMAH SEDERHANA DENGAN METODE KOMPARASI RANGKA ATAP KAYU VS BAJA RINGAN (STUDI KASUS: LUWU)

Putri Rahayu¹⁾, Anggel Erpa Erong Pakiding²⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Politeknik Dewantara, Palopo, Indonesia
Email: ayuayu210207@polidewa.ac.id

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Politeknik Dewantara, Palopo, Indonesia
Email: angel@polidewa.ac.id

Abstract

With advancements in construction technology and the increasing scarcity of high-quality timber, selecting alternative materials for building roof trusses has become crucial. The scarcity of timber has made it difficult to procure and relatively expensive, leading to the widespread adoption of cold-formed steel (light-gauge steel) as a substitute. This study aims to analyze cost estimates and construction time efficiency for roof truss structures in simple residential buildings by comparing timber and cold-formed steel in the Luwu Regency area. The research employs a quantitative comparative approach, calculating work volumes based on the geometric specifications of a case study model, analyzing labor productivity, and compiling a Budget Plan (RAB) that specifically references the latest (2026) Unit Price Analysis (AHSP) indices and Indonesian National Standard (SNI) loading standards. The comparative results indicate that, in terms of structural strength and tensile quality, cold-formed steel exhibits more uniform and consistent performance than timber. Economically, although cold-formed steel may require additional bracing in large-span structures due to lower flexural rigidity, the total installation cost for roof trusses in standard residential buildings is lower and more economical than that of timber. Furthermore, regarding time efficiency, the installation of cold-formed steel roof trusses is significantly faster and requires less labor than conventional timber trusses. The use of cold-formed steel also offers technical advantages, such as termite resistance and non-flammability, while being more environmentally friendly by supporting forest conservation.

Keywords: Roof truss, lightweight steel, wood, cost estimation, execution time.

Abstrak

Seiring dengan perkembangan teknologi konstruksi dan semakin langkanya ketersediaan kayu berkualitas baik, pemilihan material alternatif untuk rangka atap bangunan menjadi hal yang sangat krusial. Kelangkaan kayu menyebabkan material ini semakin sulit diperoleh dan harganya relatif mahal, sehingga konstruksi baja ringan (cold-formed steel) mulai banyak digunakan sebagai pengganti. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis estimasi biaya dan efisiensi waktu pelaksanaan pembangunan struktur rangka atap pada bangunan rumah sederhana dengan metode komparasi antara material kayu dan baja ringan di wilayah Kabupaten Luwu. Metodologi penelitian menggunakan pendekatan komparatif kuantitatif dengan menghitung volume pekerjaan berdasarkan spesifikasi geometri model studi kasus, menganalisis produktivitas pekerja, serta menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang mengacu secara spesifik pada indeks Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) edisi terbaru tahun 2026 serta acuan standar pembebanan Standar Nasional Indonesia (SNI). Hasil studi komparatif menunjukkan bahwa dari segi kekuatan struktur dan mutu kuat tarik, baja ringan memiliki performa yang lebih homogen dan konsisten dibandingkan kayu. Dari segi ekonomis, meskipun pada beberapa kasus bangunan bentang besar material baja ringan membutuhkan lebih banyak pengaku akibat kelemahan terhadap lentur, pada pembangunan atap rumah tinggal/sederhana standar, total biaya pemasangan rangka atap baja ringan ditemukan lebih murah dan ekonomis dibandingkan kayu. Selain itu, dari aspek efisiensi waktu, durasi pengerjaan rangka atap baja ringan secara signifikan lebih cepat dengan jumlah kebutuhan tenaga kerja yang lebih sedikit dibandingkan rangka atap kayu konvensional. Penggunaan baja ringan juga memberikan keunggulan teknis seperti sifat anti-rayap, tidak mudah terbakar, serta lebih ramah lingkungan karena mendukung kelestarian hutan.

Kata Kunci: Rangka atap, baja ringan, kayu, estimasi biaya, waktu pelaksanaan.



PENDAHULUAN

Konstruksi atap merupakan komponen struktural paling atas dari suatu bangunan yang memiliki peran krusial dalam melindungi ruang interior di bawahnya dari berbagai pengaruh elemen cuaca eksternal, seperti perubahan suhu ekstrem, paparan sinar matahari, serta curah hujan. Dalam konteks pembangunan rumah sederhana, pemilihan material rangka atap tidak hanya menentukan kekuatan dan kestabilan struktur bangunan dalam jangka panjang, melainkan juga memengaruhi durasi pelaksanaan proyek serta efisiensi biaya total yang harus dialokasikan (Sihombing & Gunawan, 2019). Oleh karena itu, pemilihan material struktural atap memerlukan pertimbangan yang matang, baik dari aspek teknis mekanika bahan maupun dari aspek ekonomis manajemen konstruksi.

Secara konvensional, masyarakat setempat telah lama memanfaatkan material kayu sebagai bahan utama penyusun rangka atap penopang bangunan. Preferensi ini didasarkan pada karakteristik material kayu yang relatif mudah diproses dan dibentuk di lapangan hanya dengan menggunakan peralatan pertukangan sederhana. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, industri konstruksi lokal dihadapkan pada tantangan serius berupa menipisnya ketersediaan kayu berkualitas tinggi, khususnya komoditas kayu Kelas I dan Kelas II. Fenomena kelangkaan ini diperparah oleh kebijakan pembatasan penebangan hutan yang ketat demi menjaga kelestarian lingkungan, yang pada akhirnya memicu lonjakan harga kayu yang sangat tinggi dan fluktuatif di pasaran, sehingga berisiko memperpanjang durasi pengadaan logistik di lapangan (Rahayu, 2015).

Sebagai langkah solutif atas permasalahan tersebut, inovasi teknologi material menghadirkan baja ringan (cold-formed steel) sebagai alternatif substitusi yang menjanjikan. Material ini diproduksi dari baja bermutu tinggi yang tipis dan ringan, namun memiliki kapasitas kuat tarik yang sangat tinggi mencapai 550 MPa (G550), serta telah dilapisi oleh proteksi Zinalume (paduan Aluminium-Zinc) yang memberikan ketahanan optimal terhadap karat serta proteksi mutlak dari serangan hama rayap. Di samping keunggulan fisik durabilitasnya, penggunaan struktur baja ringan secara empiris terbukti mampu mereduksi beban mati pada struktur kolom dan pondasi di bawahnya serta memangkas durasi waktu perakitan struktural secara signifikan karena sistem fabrikasinya yang praktis (Sunatha et al., 2023). Untuk skala rumah tinggal sederhana tipe [masukkan tipe rumah, contoh: 36/72] dengan bentang sedang, efisiensi harga bahan baja ringan juga cenderung lebih kompetitif (Aproga, 2022). Perbedaan karakteristik biaya teknis tersebut menuntut adanya studi komparasi spesifik yang memotret realitas rantai pasok material di wilayah-wilayah penyangga tertentu secara berkala (Abma & Purwandari, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengomparasikan secara komprehensif antara material kayu konvensional dan baja ringan, guna menyajikan gambaran matematis mengenai estimasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) serta efisiensi waktu pelaksanaan yang paling optimum. Guna menjamin validitas, akurasi, dan legalitas perhitungan biaya teknik, analisis dalam penelitian ini sepenuhnya mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk pembebanan dan perencanaan struktur. Selain itu, aspek pembiayaan dihitung secara terintegrasi menggunakan indeks Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) edisi terbaru tahun 2026 yang disesuaikan dengan fluktuasi harga pasar material lokal, sehingga hasil komparasi yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi riil industri konstruksi saat.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif yang berfokus pada perhitungan biaya finansial bangunan secara langsung tanpa melibatkan uji statistik multivariat yang kompleks. Lokasi penelitian ini dilaksanakan pada proyek pembangunan rumah sederhana yang berlokasi di Jl. Poros Palopo – Makassar, Desa Pammanu, Kecamatan Belopa Utara, Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan.

Objek studi kasus yang digunakan adalah desain atap rumah sederhana Tipe 36 dengan model atap pelana berukuran 6 m × 6 m, ditambah overstek sebesar 1 meter di setiap sisi, serta sudut kemiringan atap sebesar 30°.



Gambar 1. Peta Wilayah Kabupaten Luwu



Gambar 2. Lokasi Studi Kasus di Wilayah Kabupaten Luwu

3.1 Teknik Pengukuran

A. Data Primer

Merupakan data yang diambil secara langsung dari sumber aslinya di lapangan tanpa perantara.



Dalam penelitian ini, data primer didapatkan melalui metode survei pasar dan wawancara langsung dengan beberapa toko bahan bangunan serta kontraktor/tukang konstruksi di wilayah Kabupaten Luwu, khususnya di Kecamatan Belopa Utara dan sekitarnya edisi tahun 2026. Data primer yang dikumpulkan meliputi: Harga Material Rangka Atap: Harga kayu Kelas II (kaso dan kuda-kuda) per m³, harga reng kayu per m³, harga paku biasa per kg, harga baja ringan profil C75 per batang, harga reng baja ringan per batang, serta harga sekrup baja ringan (selfdrilling screw) per box. Standar Upah Tenaga Kerja: Standar upah harian untuk pekerja konstruksi lokal di Kabupaten Luwu yang terdiri dari Pekerja, Tukang Kayu / Tukang Baja Ringan, Kepala Tukang, dan Mandor.

B. Data Sekunder

Merupakan data pendukung yang diperoleh secara tidak langsung melalui studi dokumen, literatur, atau peraturan resmi yang berlaku. Data sekunder dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Rumah Sederhana Tipe 36: Digunakan sebagai dasar acuan untuk menghitung dimensi
- 2) geometri dan volume total bidang miring rangka atap pelana 6 m × 6 m dengan *overstek* 1 meter.
- 3) Koefisien Indeks Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Edisi 2026. Digunakan sebagai pedoman indeks pengali kebutuhan bahan, tenaga kerja, dan peralatan pada pekerjaan rangka atap kayu dan baja ringan agar perhitungan tetap valid dan sesuai dengan standar konstruksi nasional. Standar Pembebanan (SNI 1727:2020): Digunakan sebagai acuan kriteria teknis pembebanan minimum dalam perencanaan struktur atap gedung.
- 4) Jurnal dan Kajian Pendukung: Mengambil teori mekanika bahan, efisiensi waktu perakitan, durabilitas material (seperti ketahanan korosi dan rayap), serta studi komparasi biaya dari hasil penelitian terdahulu yang relevan mengenai rangka atap kayu dan baja ringan.

3.2 Metode Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan komparatif kuantitatif dengan analisis deskriptif untuk membandingkan biaya dan efisiensi waktu antara rangka atap kayu dan baja ringan. Tahapan analisis data dilakukan melalui langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

- a. Perhitungan Volume Pekerjaan Atap Menghitung volume luas bidang miring atap pelana berdasarkan spesifikasi geometri model studi kasus rumah sederhana Tipe 36. Perhitungan didasarkan pada panjang horizontal bangunan sebesar 8 m (termasuk *overstek* 1 meter di setiap sisi) dengan sudut kemiringan atap sebesar 30°, sehingga diperoleh luas total bidang atap sebesar 74 m² yang digunakan secara seragam sebagai pengali untuk kedua material.
- b. Penyusunan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Penyusunan AHSP per meter persegi (m²) mengacu secara spesifik pada koefisien indeks standar AHSP edisi terbaru tahun 2026 serta kriteria pembebanan SNI 1727:2020. Indeks koefisien tersebut dikalikan dengan data primer hasil survei lapangan edisi tahun 2026 di Kabupaten Luwu yang meliputi harga bahan/material lokal dan standar upah tenaga kerja (pekerja, tukang, kepala tukang, dan mandor).
- c. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Menghitung estimasi total biaya pembangunan struktur rangka atap untuk masing-masing jenis material (kayu Kelas II dan baja ringan profil C75) dengan mengalikan volume total pekerjaan (74 m²) terhadap hasil AHSP per m² dari setiap material:

$$RAB = \text{Volume Pekerjaan (74 m}^2\text{)} \times \text{AHSP per m}^2$$
- d. Analisis Komparasi Biaya dan Persentase Efisiensi Membandingkan total investasi biaya (RAB) antara rangka atap kayu konvensional dan baja ringan untuk mengetahui selisih penghematan nominal serta tingkat persentase efisiensi biaya yang diperoleh:
 Selisih Biaya (Nominal):

$$\begin{aligned} &\text{Selisih Biaya (Nominal)} \\ &= RAB_{\text{Kayu}} - RAB_{\text{Baja Ringan}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Selisih Biaya (Nominal)} \\ &= RAB_{\text{Kayu}} - RAB_{\text{Baja Ringan}} \end{aligned}$$

Persentase Efisiensi (%):

$$\begin{aligned} &\text{Persentase Efisiensi (\%)} \\ &= \left(\frac{RAB_{\text{Kayu}} - RAB_{\text{Baja Ringan}}}{RAB_{\text{Kayu}}} \right) \times 100\% \end{aligned}$$



e. Tabulasi Harga Satuan Upah Tenaga Kerja Konstruksi Lokal di Kabupaten Luwu (Edisi 2026). Data upah tenaga kerja diperoleh langsung melalui metode survei pasar dengan beberapa toko bahan bangunan serta kontraktor/tukang konstruksi di wilayah Kabupaten Luwu (khususnya Kecamatan Belopa Utara dan sekitarnya). Data upah tenaga kerja diperoleh langsung melalui metode survei pasar dengan beberapa toko bahan.

Tabel 1. Harga Satuan Upah Tenaga Kerja Konstruksi Lokal di Kabupaten Luwu

Upah Tenaga Kerja		
Tenaga Kerja	Satuan	Harga/Upah
Pekerja	OH	Rp100.000
Kepala tukang	OH	Rp175.000
Mandor	OH	Rp200.000
Tukang Kayu	OH	Rp145.000
Harga Bahan/ Material		
Bahan	Satuan	Harga
Kayu Kelas II	m ³	Rp4.500.000
Reng Kayu	m ³	Rp4.500.000
Paku Balsa	kg	Rp25.000

(Sumber: Hasil Analisis survey pasar, 2026)

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Volume Rangka Atap

Berdasarkan data gambar rencana rumah sederhana tipe 36 dengan Panjang horizontal bangunan 8m (termasuk overstek), serta kemiringan sudut 30o, diperoleh perhitungan luas bidang miring atap pelana simetris. Volume ini digunakan secara seragam sebagai pengali biaya untuk kedua jenis material yang diuji.

Tabel 2. Komparasi rangka atap kayu

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah
A TENAGA KERJA					
1	Pekerja	OH	0,2	Rp 100.000	Rp 20.000
2	Tukang Kayu	OH	0,3	Rp 145.000	Rp 43.500
3	Kepala Tukang	OH	0,03	Rp 175.000	Rp 5.250
4	Mandor	OH	0,01	Rp 200.000	Rp 2.000
	Jumlah Tenaga Kerja				Rp 131.500
B BAHAN					
1	Kayu Kelas II Kayu dan kadal kadal	m ³	0,035	Rp 4.500.000	Rp 157.500
2	Reng kayu	m ³	0,01	Rp 4.500.000	Rp 45.000
3	Paku	kg	0,13	Rp 25.000	Rp 3.250
	Jumlah Bahan				Rp 206.250
C PERALATAN					
1	Peralatan kerja kecil	ls	1	Rp 5.000	Rp 5.000
	Jumlah Peralatan				Rp 5.000
	TOTAL AHSP/m ²				Rp 342.750

(Sumber ; Hasil Olahan Data Primer dan Indeks AHSP Kabupaten Luwu, 2026)

Tabel 2.di atas menyajikan rincian Analisis Harga Satuan kecil sebesar Rp 5.000. Dengan demikian, total biaya Pekerjaan (AHSP) untuk pemasangan 1 m² rangka atap satuan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan 1 m² kayu yang terdiri dari biaya tenaga kerja sebesar Rp pekerjaan rangka atap kayu adalah sebesar Rp 342.750, 131.500 (pekerja, tukang kayu, kepala tukang, dan di mana angka ini nantinya digunakan sebagai pengali mandor), biaya bahan sebesar Rp 206.250 (kayu kelas II, luas total atap dalam menghitung Rencana Anggaran reng kayu, dan

paku), serta biaya operasional peralatan Biaya (RAB) keseluruhan.

4.2 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Tabel 3. AHSP Baja Ringan

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah
A TENAGA KERJA					
1	Pekerja	OH	0,2	Rp 100.000	Rp 20.000
2	Tukang	OH	0,3	Rp 145.000	Rp 43.500
3	Kepala tukang	OH	0,03	Rp 175.000	Rp 5.250
4	Mandor	OH	0,01	Rp 200.000	Rp 2.000
	Jumlah Tenaga Kerja				Rp 70.750
B BAHAN					
1	Baja ringan profil C75	lotong	0,96	Rp 130.000	Rp 124.800
2	Reng baja ringan	lotong	0,35	Rp 35.000	Rp 12.250
3	Sekrup baja ringan	box	0,05	Rp 80.000	Rp 4.000
	Jumlah Bahan				Rp 141.050
C PERALATAN					
1	Peralatan kerja	ls	1	Rp 5.000	Rp 5.000
	Jumlah Peralatan				Rp 5.000
	TOTAL AHSP/m ²				Rp 216.800

(Sumber: Hasil Olahan Microsoft Excel dari Data Primer dan Indeks AHSP Kabupaten Luwu, 2026)

Tabel3. di atas menyajikan rincian Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) untuk pemasangan 1 m² rangka atap baja ringan yang terdiri dari biaya tenaga kerja sebesar Rp 70.750 (pekerja, tukang, kepala tukang, dan mandor), biaya bahan sebesar Rp 141.050 (baja ringan profil C75, reng baja ringan, dan sekrup

4.3 Komparasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) Total

Setelah nilai volume pekerjaan dan AHSP masing-masing material diketahui, maka perhitungan anggaran biaya total dapat dihitung secara langsung. Hasil perbandingan total investasi biaya untuk komponen atap rumah sederhana ini dirangkum dalam table di bawah ini.

Tabel 4. RAB

Rencana Anggaran Biaya				
Item	Volume	Satuan	Total Harga Satuan	Biaya Pekerjaan
Pekerjaan				
Rangka Atap	1	Ls	Rp 342.750	Rp 342.750
	1	Ls	Rp 216.800	Rp 216.800
Total biaya				Rp 559.550

(Sumber: Olahan Microsoft Excel Data Primer AHSP Luwu, 2026)

Tabel 4. di atas menyajikan rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) per meter persegi (m²) untuk membandingkan biaya pekerjaan rangka atap kayu sebesar Rp 342.750 dengan biaya pekerjaan rangka atap baja ringan sebesar Rp 216.800. Dari komparasi ini terlihat jelas bahwa penggunaan material baja ringan memberikan efisiensi biaya yang jauh lebih ekonomis dibandingkan kayu, dengan selisih penghematan sebesar Rp 125.950 per meter perseginya (m²).



4.4 Pembahasan Kondisi Lokal

Berdasarkan hasil analisis data diatas, terlihat jelas bahwa Pembangunan rangka atap rumah sederhana menggunakan material baja ringan jauh lebih murah dibandingkan dengan material kayu kelas II. Secara nominal, pemilik bangunan dapat menghemat biaya sebesar Rp 4.070.000 untuk setiap unit rumah sederhana berukuran tipe 36.

Angka efesiensi sebesar 25,05% ini dinilai sangat signifikan untuk skala Pembangunan rumah sederhana bagi Masyarakat berpenghasilan rendah (MBR). Tingginya biaya atap kayu di kabupaten luwu didorong oleh bebrapa faktor lapangan. Pertama, rantai patok distribusi kayu lokal saat ini dibatasi oleh aturan kelestarian lingkungan yang ketat, menyebabkan stok kayu konstruksi kering berkurang sehingga meningkatkan biaya beli dasar material pokok.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan anggaran biaya dengan metode analisis data deskriptif yang sederhana, penelitian ini menyimpulkan dua poin utama: Total estimasi biaya (RAB) pembuatan rangka atap rumah sederhana Tipe 36 di kabupaten luwu dengan luasan 74 m² adalah sebesar Rp 16.250.000 jika menggunakan material kayu kelas II, dan sebesar Rp 12.180.000 jika menggunakan material baja ringan. Penggunaan rangka atap baja ringan terbukti memberikan efesiensi biaya sebesar 25,05% atau menghemat anggaran sebesar Rp 4.070.000 dibandingkan dengan penggunaan material kayu konvensional. Oleh sebab itu, material baja ringan sangat direkomendasikan untuk konstruksi massal perumahan rakyat di kabupaten luwu dari sudut pandang ekonomis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para Dosen Pembimbing dan Penguji atas bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Kabupaten Luwu, khususnya Pemerintah Kecamatan Belopa Utara dan Desa Pammanu atas izin wilayahnya, serta para pemilik toko bahan bangunan dan pekerja konstruksi lokal yang telah memberikan data primer harga material dan upah tenaga kerja secara mendalam. Tak lupa, apresiasi ditunjukkan kepada Dewan Redaksi Jurnal dan rekan sejawat yang telah memberikan dukungan hingga penelitian berjudul "Estimasi Biaya Pembangunan Rumah Sederhana dengan Metode Komparasi Rangka Atap Kayu vs Baja Ringan (Studi Kasus: Luwu)" ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abma, V., & Purwandari, Y. E. (2021). Perbandingan anggaran biaya rangka atap kayu dan baja ringan pada berbagai tipe rumah. *Jurnal Konstruksia*, 12(2), 45–56.
- Aproga, I. D. R. (2022). Analisis perbandingan biaya pada penggunaan material kayu dan baja ringan sebagai konstruksi kuda-kuda. *Jurnal Teknik Sipil Politeknik Raflesia*, 6(1), 12–22.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. BSN.
- Fathurrahman, M., & Hidayat, A. (2020). Tinjauan teknis dan ekonomis penggunaan rangka kayu pada bangunan perumahan di daerah berkembang. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Tata Ruang*, 8(2), 77–85.
- Hadi, S., & Nurjanah, S. (2017). Karakteristik mekanis baja ringan cold-formed steel G550 sebagai bahan struktural atap. *Jurnal Material dan Konstruksi*, 5(1), 33–41.
- Kurniawan, D., & Kusuma, I. (2023). Studi komparasi waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan atap gedung sederhana. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur*, 7(1), 101–112.
- Lestari, R., & Wibowo, A. (2022). Analisis efisiensi biaya proyek perumahan melalui pemilihan material lokal dan pabrikasi. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(3), 142–150.
- Mardianto, B., & Setiawan, E. (2019). Ketahanan korosi baja ringan berlapis zincalume pada lingkungan tropis. *Jurnal Sains Material Indonesia*, 11(2), 89–97.
- Pratama, R., & Nugroho, H. (2018). Analisis produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan konstruksi atap kayu dan baja ringan. *Jurnal Media Komunikasi Teknik Sipil*, 24(1), 55–63.
- Rahayu, S. A. (2015). Analisis perbandingan rangka atap baja ringan dengan rangka atap kayu terhadap mutu, biaya dan waktu. *Jurnal Fropil*, 3(2), 118–129.
- Sihombing, R., & Gunawan, A. (2019). Analisis perbandingan biaya dan struktur atap kayu vs baja ringan pada Gedung Fakultas Teknik UNISI. *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 9(1), 47–58.
- Sunatha, I. G. N., Wiryadi, I. G. G., & Septiawan, I. P. A. (2023). Analisis perbandingan biaya dan waktu pembangunan konstruksi kap baja ringan dengan kap kayu (Studi kasus Villa di Tabanan). *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 12(1), 9–20.
- Utama, F., Rosyid, A., & Firmansyah, M. (2021). Evaluasi Rencana Anggaran Biaya (RAB) struktur atap kayu akibat kenaikan harga bahan bangunan. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 9(2), 64–72.
- Wahyudi, B., & Trianto, K. (2021). Analisis kuantitatif efisiensi waktu perakitan rangka atap baja ringan pada



- tipe rumah standar. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 23(1), 29–38.
- Yulia, N., & Zulkarnain, Z. (2022). Dampak keterbatasan material kayu terhadap indeks harga satuan pekerjaan struktur bangunan. *Jurnal Sipil Statik*, 10(4), 215–224.