

Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Konstruksi Bangunan Indekos dengan Metode Precast RIMAE dan Konvensional Terintegrasi Building Information Modelling

Frido L. Tangga¹, Farhan P. Hidayat², Angeli J. Wola³, Evita C. Mandalika⁴,
Stefani S. Peginusa⁵

Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado ^{1, 2, 3}
E-mail: tanggafrido@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur pada pembangunan bangunan indekos dua lantai antara metode konvensional dan sistem pracetak modular RIMAE (Rumah Instan Modul Adaptasi Ezygria). Perancangan dilakukan menggunakan pendekatan Building Information Modeling (BIM) melalui software Revit untuk menghasilkan model 3D, estimasi volume otomatis, dan simulasi pemasangan panel surya sebagai bagian dari penerapan prinsip green building. Sistem RIMAE memanfaatkan komponen beton precast ringan yang dirakit di lokasi, sehingga proses konstruksi menjadi lebih cepat dan hemat biaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode RIMAE mampu mereduksi biaya struktur hingga 55% atau dengan selisih harga sebesar Rp 88.649.494,35 dibandingkan metode konvensional, serta mempercepat waktu pelaksanaan dari 23 hari menjadi 18 hari. Selain itu, penggunaan panel surya RISEN berkapasitas 141 kWh/hari terbukti cukup untuk memenuhi kebutuhan energi bangunan sebesar 118,26 kWh/hari. Dengan dukungan sistem desain digital dan efisiensi energi terbarukan, pendekatan ini juga berkontribusi pada pengurangan emisi karbon, optimalisasi sumber daya, serta peningkatan efektivitas pengelolaan proyek. Temuan ini menegaskan bahwa teknologi modular RIMAE yang terintegrasi BIM dan energi terbarukan dapat menjadi solusi efisien dan berkelanjutan untuk pembangunan hunian masa depan.

Kata kunci: RIMAE, biaya, waktu, BIM, green building

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan hunian sementara seperti rumah indekos menjadi kebutuhan yang semakin mendesak di kota-kota besar. Mahasiswa, pekerja pendatang, dan masyarakat dengan penghasilan menengah ke bawah sering kali kesulitan mendapatkan tempat tinggal yang layak, terjangkau, dan cepat dibangun. Tingginya biaya konstruksi dan lamanya proses pembangunan dengan metode konvensional menjadi tantangan utama yang berdampak pada aspek sosial-ekonomi, seperti keterjangkauan hunian, kestabilan finansial, hingga produktivitas penghuni. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan baru yang mampu menjawab kebutuhan tersebut secara lebih efisien dan berkelanjutan.

Salah satu solusi yang kini dikembangkan adalah teknologi konstruksi modular pracetak RIMAE (Rumah Instan Modul Adaptasi Ezygria), yang dikembangkan oleh Puslitbang Permukiman. Teknologi ini menawarkan sistem struktur bongkar-pasang dengan panel pracetak ringan yang dapat dirakit di lokasi proyek. Selain cepat dan hemat biaya, sistem ini telah terbukti efektif dalam

situasi darurat seperti pascabencana, serta mulai diarahkan sebagai alternatif pembangunan rumah massal yang lebih ekonomis dan presisi.

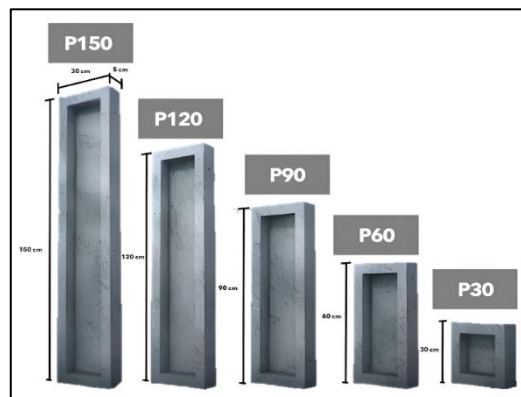
Seiring perkembangan teknologi konstruksi, pendekatan *Building Information Modeling* (BIM) juga semakin penting untuk mendukung proses desain dan pelaksanaan proyek. BIM memungkinkan perencanaan terintegrasi dalam model digital tiga dimensi yang akurat dan informatif. Beberapa studi empiris menunjukkan bahwa penggunaan BIM, khususnya dengan software Autodesk Revit, mampu meningkatkan efisiensi proyek dari segi kolaborasi, estimasi biaya, dan ketepatan waktu (Kartika & Pramono, 2017; Anjani et al., 2022; Rondonuwu et al., 2023). Namun, masih sedikit kajian yang mengupas integrasi teknologi BIM dengan sistem modular pracetak seperti RIMAE, terutama untuk bangunan hunian sederhana seperti indekos. Melalui penelitian ini, kami mencoba membandingkan efektivitas metode konvensional dan sistem RIMAE pada pembangunan bangunan indekos dua lantai. Perbandingan ini dilakukan dari aspek biaya, waktu pelaksanaan, dan efisiensi desain menggunakan pendekatan BIM. Selain itu, penelitian ini juga mengintegrasikan panel surya sebagai bagian dari konsep green building, agar bangunan yang dihasilkan tidak hanya efisien, tetapi juga ramah lingkungan dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

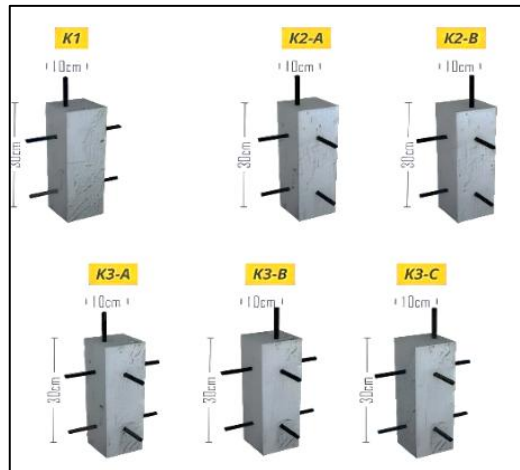
Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menggambarkan dan membandingkan metode konstruksi konvensional dan sistem modular pracetak RIMAE secara komprehensif. Fokus utama penelitian adalah pada efisiensi biaya, waktu pelaksanaan, serta potensi keberlanjutan bangunan melalui penerapan teknologi BIM dan sistem energi surya. Objek studi dalam penelitian ini adalah bangunan indekos dua lantai dengan total luas 172 m². Bangunan ini dipilih karena mencerminkan tipikal bangunan hunian sementara di kawasan perkotaan, khususnya di sekitar kampus atau pusat aktivitas ekonomi seperti Kota Manado. Lokasi ini dipilih karena memiliki tingkat kebutuhan hunian sewa yang tinggi untuk mahasiswa dan pekerja, serta intensitas cahaya matahari yang cukup baik sepanjang tahun sehingga cocok dijadikan lokasi uji coba integrasi panel surya.

Pemilihan studi kasus didasarkan pada beberapa pertimbangan, yaitu:

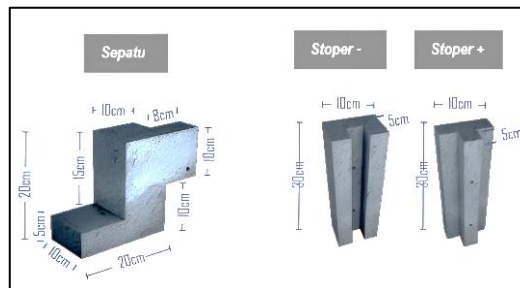
1. Tipologi bangunan dua lantai yang umum dijumpai di kawasan pendidikan,
2. Tata ruang standar untuk kebutuhan indekos (kamar, kamar mandi, dan sirkulasi),
3. Aksesibilitas logistik untuk penerapan sistem modular.
4. Lokasi yang tidak terhalang bangunan tinggi lain sehingga sesuai untuk pemanfaatan energi matahari.



Gambar 1. Komponen Panel RIMAE



Gambar 2. Komponen Konektor RIMAE



Gambar 3. Komponen Pengunci RIMAE

Gambar 1 merupakan detail komponen RIMAE, yaitu P150, P120, P90, P60 dan P30 memiliki panjang yang sesuai dengan *mark* tiap panel, yang digunakan untuk sloof, kolom dan balok panel, sedangkan gambar 2 dan 3 merupakan konektor dan pengunci yang memiliki fungsi sebagai kuncian dan penambah kekuatan antara kolom dan sloof/*ringbalk* yang berbentuk balok dan siku. Teknologi panel RIMAE dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi pembangunan, mempermudah proses konstruksi, serta menekan biaya produksi. Panel RIMAE lebih ringan dibandingkan panel beton konvensional, serta telah melalui uji laboratorium untuk ketahanan terhadap beban lateral dan gempa secara full scale di Puslitbang Permukiman, (2022).

Proses perancangan bangunan dilakukan menggunakan Autodesk Revit sebagai alat bantu *Building Information Modeling* (BIM). Revit digunakan untuk memodelkan desain arsitektural dan struktural dalam bentuk 3D, menghitung volume pekerjaan secara otomatis, serta mensimulasikan posisi panel surya di bagian atap. Untuk bagian analisis energi surya, digunakan objek BIM panel RISEN 450 Wp. Estimasi energi yang dihasilkan dihitung berdasarkan beberapa faktor teknis. Dalam penelitian ini, dilakukan studi awal terhadap kinerja satu unit panel surya RISEN Solar Pack dengan kapasitas 450 Wp dan luas permukaan panel 2,2 m². Energi listrik yang dihasilkan dihitung menggunakan rumus (1) di mana E adalah energi harian (kWh), A adalah luas panel, r adalah efisiensi panel (19%), H adalah rata-rata intensitas radiasi matahari harian di Kota Manado (sekitar 5 kWh/m²/hari), dan PR adalah faktor kinerja sistem yang diasumsikan sebesar 0,80.

Berdasarkan perhitungan tersebut, satu panel RISEN diperkirakan dapat menghasilkan energi sebesar:

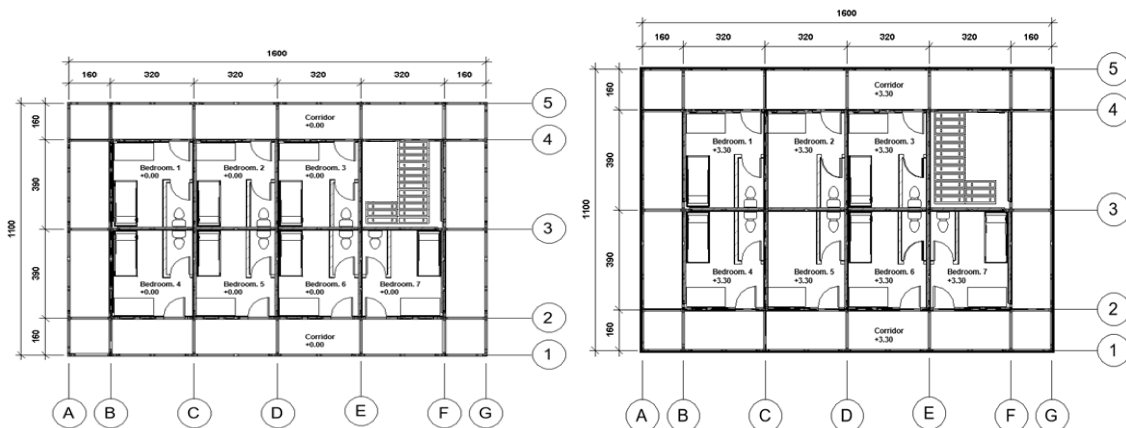
$$E = A \times r \times H \times PR \quad (1)$$

$$E = 2,2 \times 0,19 \times 5 \times 0,80 = 1,67 \text{ kWh/ hari.}$$

Dengan kata lain, dalam kondisi ideal, satu panel surya ini mampu menyuplai energi listrik sebesar $\pm 1,67$ kWh/ hari atau 371,1Wp/ hari dengan jam penyinaran matahari efektif 4,5 jam. Nilai ini menjadi dasar dalam menentukan jumlah panel yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi bangunan indekos secara keseluruhan.

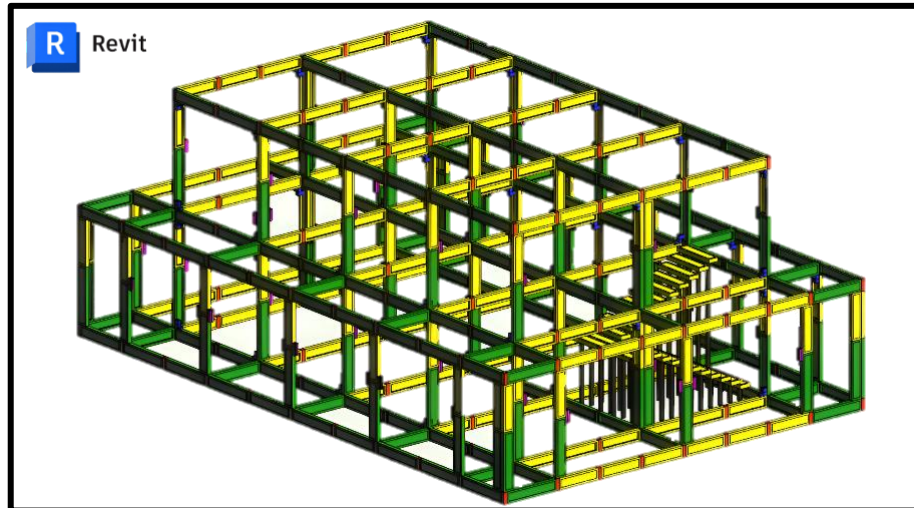
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gambar 4 ditampilkan denah bangunan indekos dua lantai menggunakan komponen modular RIMAE dengan luas bangunan sebesar 172 m². Perancangan awal dilakukan menggunakan aplikasi *Autodesk Revit*, yang memungkinkan integrasi desain arsitektural dan struktural secara menyeluruh dalam satu platform berbasis BIM (*Building Information Modeling*). Denah tersebut kemudian digunakan sebagai acuan untuk menghasilkan gambar kerja lainnya, seperti denah kolom, balok, serta sistem sambungan modular. Untuk menyusun sambungan-sambungan panel RIMAE, digunakan fitur family dan komponen kustom pada Revit yang telah dimodifikasi agar sesuai dengan konfigurasi panel-panel modular RIMAE. Sambungan seperti panel konektor K1-K3, sepatu, dan stoper dipilih dan disesuaikan berdasarkan posisi dan fungsi struktural masing-masing komponen dalam bangunan indekos. Penggunaan teknologi RIMAE dalam proses desain melalui Revit memberikan sejumlah keuntungan, antara lain kemudahan visualisasi 3D, efisiensi kolaborasi antar disiplin teknik, dan percepatan proses produksi gambar kerja. Sistem modular RIMAE juga mendukung konstruksi cepat dan presisi tinggi, sehingga cocok diterapkan pada proyek hunian seperti indekos.



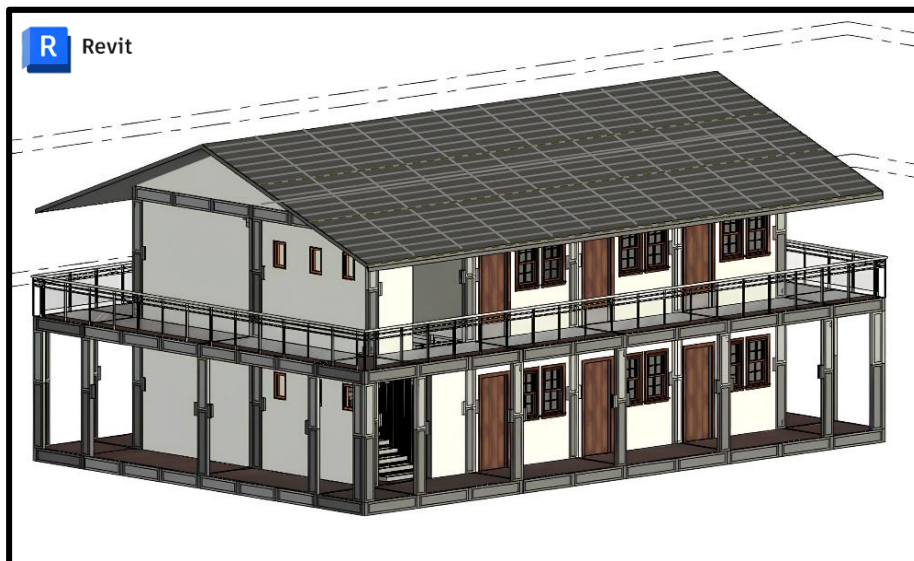
Gambar 4. Denah Lantai 1 & 2 Indekos

Software Revit digunakan untuk merancang keseluruhan struktur bangunan indekos berbasis teknologi RIMAE, mulai dari elemen pondasi, sloof, kolom, hingga balok. Revit memungkinkan pemodelan yang terintegrasi dengan pendekatan BIM, sehingga semua elemen konstruksi dapat divisualisasikan dan dianalisis secara detail sejak tahap awal perencanaan. Meskipun Revit belum memiliki fitur khusus untuk sambungan antar panel beton pracetak seperti pada sistem RIMAE, sambungan-sambungan tersebut tetap dapat direpresentasikan melalui pembuatan komponen khusus (*Project families*). Dalam hal ini, sambungan seperti panel konektor RIMAE (K1, K2, K3), sepatu, dan stoper dirancang secara manual agar sesuai dengan konfigurasi modular beton pracetak yang digunakan dalam proyek. Model struktur bangunan indekos berbasis RIMAE yang telah selesai dirancang di Revit ditampilkan pada gambar 5.



Gambar 5. Desain Struktur RIMAE Indekos

Hasil dari perancangan struktur di software Revit *Project Families* di *Load Into Project* kedalam *Project Models* dengan template *Architecture* untuk pembuatan tampilan *exterior* dan penerapan *Green Building* panel surya pada atap bangunan dengan luas area atap diketahui secara otomatis seluas 189 m² dengan menggunakan revit. Gambar 6, merupakan hasil desain *exterior* bangunan indekos pada *Project Models* berdasarkan rancangan struktur pada *Project Families*.



Gambar 6. Desain visual 3D arc Indekos

Perhitungan biaya dan waktu pekerjaan struktur metode konvensional ditampilkan pada Tabel 1 dan 2. Volume elemen kolom, balok, dan sloof awalnya dihitung manual dari gambar 2D, lalu diverifikasi menggunakan Autodesk Revit yang menghasilkan volume otomatis dari model 3D (Gambar 7a dan 7b). Terdapat selisih kecil namun signifikan antara hasil manual dan Revit, yang memengaruhi akurasi estimasi biaya. Berdasarkan gabungan volume manual dan otomatis, total biaya pekerjaan mencapai Rp213.312.494,35 dengan estimasi waktu pelaksanaan 23 hari. Estimasi dari Revit memberikan hasil lebih akurat sebagai pembanding untuk metode modular seperti RIMAE (Kartika & Pramono, 2017).

Tabel 1. Perhitungan Biaya Pekerjaan Struktur Bangunan dengan Metode Konvensional

No	Uraian Pekerjaan	Vol.	Sat.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1.	Cor kolom K1 20/20 fc' 17 Mpa	4,88	M ³	Rp 1.132.500,00	Rp 5.526.600,0
2.	Pek. Bekisting kolom	97,60	M ²	Rp 278.000,00	Rp 27.132.800,00
3.	Pek. Pembesian kolom	1002,4	Kg	Rp 18.770,00	Rp 18.815.048,00
Jumlah					Rp 51.474.448,0
1.	Cor Balok B1 20/30 fc' 17 Mpa	11,08	M ³	Rp 1.132.500,00	Rp 13.103.025,00
2.	Pek. Bekisting balok	188,21	M ²	Rp 194.550,00	Rp 36.615.866,40
3.	Pek. Pembesian balok	2601,9	Kg	Rp 18.750,00	Rp 48.787.042,50
Jumlah					Rp 97.951.008,90
1.	Cor Sloof B1 20/30 fc' 17 Mpa	11,57	M ³	Rp 1.132.500,00	Rp 13.103.025,00
2.	Pek. Bekisting sloof	94,01	M ²	Rp 194.550,00	Rp 18.290.423,70
3.	Pek. Pembesian sloof	1732,9	Kg	Rp 18.750,00	Rp 32.493.588,75
Jumlah					Rp 63.887.037,45
TOTAL					Rp 213.312.494,35

Tabel 2. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Struktur dengan Metode Konvensional

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Waktu Pelaksanaan
1.	Cor kolom K1 20/20 fc' 17 Mpa	4,88	m ³	2 hari
2.	Pek. Bekisting kolom	97,60	m ²	3 hari
3.	Pek. Pembesian kolom	1002,40	Kg	4 hari
4.	Cor Balok B1 20/30 fc' 17 Mpa	11,08	m ³	3 hari
5.	Pek. Bekisting balok	188,21	m ²	2 hari
6.	Pek. Pembesian balok	2601,98	Kg	4 hari
7.	Cor Sloof B1 20/30 fc' 17 Mpa	11,57	m ³	2 hari
8.	Pek. Bekisting sloof	94,01	m ²	1 hari
9.	Pek. Pembesian sloof	1732,99	Kg	2 hari
Total				23 hari

Volume Cor Kolom = 4,88 m³
 Produktivitas = 0,4 m³/ OH
 Jam kerja efektif = 8 jam/hari
 Jumlah pekerja = 8 orang
 Total Kapasitas Kerja = 8 orang x 0,4 m³/OH = 3,2 m³/hari

$$\text{Total Waktu Pelaksanaan} = \frac{\text{Volume}}{\text{Total Kapasitas Kerja}} = \frac{4,88 \text{ m}^3}{3,2 \text{ m}^3/\text{hari}} = 1,525 \approx 2 \text{ hari}$$

<Structural Column Schedule 7>			<Structural Framing Schedule 3>		
A	B	C	A	B	C
Family and Type	Mark	Volume	Family and Type	Mark	Volume
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.338 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.342 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.382 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.384 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.444 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.444 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.444 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.444 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.444 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.454 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.456 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.464 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.468 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.720 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.720 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.720 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.720 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.750 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.756 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.760 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.768 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.770 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.780 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.964 m³
Concrete-Rectangul KOLOM		0.122 m³	Concrete-Rectangul BALOK		0.972 m³
		4.880 m³			22.651 m³

(a)

(b)

Gambar 7. Data Volume otomatis pada software Revit

Perhitungan biaya struktur dengan metode RIMAE ditampilkan pada Tabel 3. Struktur kolom dan balok menggunakan panel pracetak tipe P150 dan P120, disambung dengan konektor K1 hingga K3-B, serta dikunci dengan sepatu dan stoper (+) menggunakan mur dan baut. Total biaya pekerjaan struktur beton metode RIMAE mencapai Rp124.663.000,00, berdasarkan AHSP PUPR 2023 dan penyesuaian harga panel serta biaya transportasi ke Manado yaitu Rp.68.000,00/komponen.

Estimasi waktu pemasangan menunjukkan bahwa satu tim (4 pekerja) dapat memasang sekitar 21 panel per hari (3 panel/jam, 7 jam kerja). Dengan total 86 panel untuk satu unit rumah tipe 36, pekerjaan struktur dapat diselesaikan dalam 3 hingga 4 hari.

Tabel 3. Perhitungan Biaya Pekerjaan dengan Metode RIMAE

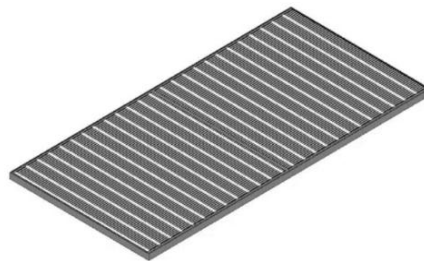
No	Uraian	Vol.	Sat.	Harga Satuan (Rp)		Jumlah Harga (Rp)	
1.	P 150	208	Bh	Rp	206.000,00	Rp	42.848.000,00
2.	P 120	172	Bh	Rp	186.000,00	Rp	31.992.000,00
3.	K1	128	Bh	Rp	105.000,00	Rp	13.440.000,00
4.	K2-A	6	Bh	Rp	108.000,00	Rp	648.000,00
5.	K2-B	6	Bh	Rp	108.000,00	Rp	648.000,00
6.	K3-A	39	Bh	Rp	112.000,00	Rp	4.368.000,00
7.	K3-B	39	Bh	Rp	112.000,00	Rp	4.368.000,00
8.	Sepatu	68	Bh	Rp	105.000,00	Rp	7.140.000,00
9.	Stoper +	70	Bh	Rp	112.000,00	Rp	7.840.000,00
10.	Baut D12 mm panjang 4 inc	498	Ls	Rp	5.000,00	Rp	2.490.000,00
11.	Baut D12 mm panjang 7 inc	356	Ls	Rp	9.000,00	Rp	3.204.000,00
12.	Mur	2100	Bh	Rp	2.000,00	Rp	4.200.000,00
13.	Ring Single	2954	Bh	Rp	500,00	Rp	1.477.000,00
				TOTAL		Rp	124.663.000,00

Total panel pracetak RIMAE = 736 Bh
 Waktu pemasangan untuk 2 tim = 6 Bh/jam
 Jam kerja/hari = 7 jam

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu pemasangan panel RIMAE} &= \frac{\text{Total panel}}{\text{Waktu pemasangan}} = \frac{736 \text{ Bh}}{6 \text{ Bh/jam}} = 122 \text{ jam} \\
 &= \frac{\text{Total waktu pemasangan}}{\text{Jam kerja/hari}} = \frac{122 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 17,42 \\
 &= 17,42 \text{ hari} \approx 18 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dalam rangka mendukung pembangunan bangunan yang hemat energi dan ramah lingkungan, sistem panel surya RISEN *Solar Pack* 450 Wp (*Monocrystalline*) diterapkan pada bagian atap bangunan indekos sebagai langkah strategis menuju penerapan konsep *green building*. Teknologi ini memungkinkan pemanfaatan energi matahari atau sumber daya alam, sehingga sangat cocok untuk wilayah tropis seperti Indonesia terlebih khusus untuk kota manado. Sistem ini dirancang untuk menyuplai kebutuhan listrik harian bangunan indekos, yaitu, lampu 32 buah, Stop Kontak 28 buah, AC 14 unit dan pompa air 1 buah, yang menghasilkan kebutuhan energi sebesar 118,26 kWh/hari.

Penggunaan *software* Revit untuk visual 3D *object Risen Solar Pack* di unduh pada BIM *object* gambar 8. Dalam proses perencanaan memungkinkan estimasi kebutuhan sistem dilakukan secara presisi. Revit secara otomatis menghitung luas efektif permukaan atap melalui model 3D bangunan, sehingga jumlah panel RISEN yang dapat dipasang dan estimasi kapasitas produksinya dapat dianalisis secara lebih akurat.



Gambar 8. BIM object Risen Solar Pack

Luas area atap data revit = 189 m²
 Luas panel surya = 2,2 m²/Bh
 Kapasitas daya = 371,1 Wp/Bh

$$\text{Total panel surya} = \frac{\text{Luas area atap}}{\text{Luas panel surya}} = \frac{189 \text{ m}^2}{2,2 \text{ m}^2/\text{Bh}} = 85,5 \approx 85 \text{ Bh}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Kapasitas listrik} &= \text{Total panel surya} \times \text{Kapasitas daya} \\
 &= 85 \text{ bh} \times 371,1 \text{ Wp} = 31,543 \text{ Wp} = 141 \text{ kWh/hari}
 \end{aligned}$$

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode pracetak RIMAE lebih efisien dibandingkan metode konvensional dalam hal biaya dan durasi pekerjaan struktur indekos. Biaya metode konvensional mencapai Rp213,3 juta, sementara RIMAE hanya Rp124,6 juta. Dari sisi waktu, sistem konvensional membutuhkan 23 hari, sedangkan RIMAE hanya 18 hari dengan 2 tim (masing-masing 4 orang).

Hal ini membuktikan bahwa RIMAE lebih hemat biaya dan waktu. RIMAE adalah sistem modular pracetak yang mempercepat pembangunan serta mengurangi limbah karena elemen diproduksi secara *offsite*. Sebagai bagian dari strategi *green building*, kami menerapkan integrasi panel surya 450 Wp untuk kebutuhan energi harian bangunan. Dengan bantuan BIM, desain atap dan potensi energi dapat dihitung presisi, mendukung efisiensi energi dan pengurangan emisi (Prawira, 2021). Tabel 4 menyajikan perbandingan biaya, durasi, dan efisiensi kedua metode.

Tabel 4. Perbandingan Biaya dan waktu Metode RIMAE dan Konvensional

No	Metode	Anggaran Biaya	Waktu Pelaksanaan
1.	RIMAE	Rp 124.663.000,00	18 Hari
2.	Konvensional	Rp 213.312.494,35	23 Hari
SELISIH		Rp 88.649.494,35	5 Hari

Hasil analisis terhadap implementasi metode pracetak RIMAE pada pembangunan struktur bangunan indekos menunjukkan adanya efisiensi signifikan dibandingkan metode konvensional. Dari segi anggaran, metode RIMAE berhasil menekan biaya konstruksi struktur hingga 55% lebih rendah dibanding metode konvensional, dengan selisih anggaran mencapai Rp 88.649.494,35. Efisiensi ini diperoleh melalui sistem modular dan kecepatan pemasangan komponen pracetak yang sudah terstandarisasi. Sementara itu, dari aspek waktu pelaksanaan, metode RIMAE mempersingkat durasi pekerjaan menjadi 18 hari, dibandingkan dengan 23 hari pada metode konvensional. Penghematan waktu ini setara dengan 5 hari kerja, yang memberikan dampak positif terhadap efisiensi tenaga kerja dan percepatan tahapan proyek secara keseluruhan.

4. KESIMPULAN

Metode konstruksi modular RIMAE terbukti lebih efisien dibandingkan metode konvensional dalam pembangunan bangunan indekos. Dari hasil analisis, total biaya struktur dengan RIMAE sebesar Rp 124.663.000, lebih hemat 55% dibandingkan metode konvensional yang mencapai Rp 277.116.134. Waktu pelaksanaan juga lebih cepat, yaitu 18 hari, dibandingkan 23 hari kerja pada metode konvensional. Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) menggunakan Revit memberikan akurasi tinggi dalam estimasi volume, integrasi desain, dan pengelolaan data proyek. Di sisi lain, integrasi sistem panel surya *monocrystalline* RISEN dengan total kapasitas daya 31.543Wp mampu menghasilkan energi sebesar ± 141 /hari dengan jam penyinaran matahari efektif 4,5 jam sedangkan kebutuhan listrik harian dari bangunan indekos sebesar ± 118 /hari. Jadi sistem panel surya Risen dengan produksi 141 kWh/hari cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik harian pada bangunan indekos.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, kontribusi, serta arahan selama proses penelitian ini berlangsung. kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Manado atas dukungan pendanaan dan kepercayaan yang diberikan melalui Skema Penelitian Kreativitas Mahasiswa Tahun 2025.

Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik konstruksi yang lebih efisien dan inovatif dan juga.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, A., Bayzoni, Husni, H.R., and Niken, C., (2022), Penerapan Building Information Modeling (BIM) menggunakan software Autodesk Revit pada Gedung 4 Rumah Sakit Pendidikan Peguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung, *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain Digital*, Vol.10, No.1, pp.87–98, <https://www.neliti.com/publications/486228>
- Asutik, R., and Susanti, E., (2019), Efisiensi waktu dan biaya pada konstruksi modular dibanding konvensional, *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, Vol.7, No.1, pp.55–64.
- Autodesk Inc., (2021), *Autodesk Revit User Guide: Building Information Modeling for Structural Design*, Vol.1, Ed.1, Autodesk, California.
- Budiarsa, I.M., and Sudarsana, K., (2018), Studi implementasi teknologi pracetak untuk proyek gedung bertingkat, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Udayana*, Vol.22, No.1, pp.77–84, <https://www.academia.edu/4188051/>
- Hidayat, R., and Kusuma, M.H., (2020), Evaluasi efisiensi konstruksi rumah instan modular di wilayah pascabencana, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, Surabaya, 5 November 2020.
- Kartika, N., and Pramono, H., (2017), Pengaruh pemodelan BIM terhadap akurasi estimasi biaya konstruksi, *Jurnal Konstruksi Indonesia*, Vol.5, No.3, pp.45–52.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2023), *Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum Tahun 2023*, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.
- Mulyono, T., (2021), Pemanfaatan sistem modular dalam pembangunan berkelanjutan, *Jurnal Inovasi Teknologi Konstruksi*, Vol.11, No.2, pp.102–109.
- Nugroho, D., and Wibowo, T., (2016), Pengaruh teknologi prefabrikasi terhadap penghematan waktu dan biaya proyek konstruksi, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa Sipil*, Semarang, 12 Oktober 2016.
- Prawira, R., (2021), Building Information Modeling untuk efisiensi proyek konstruksi modular, *Jurnal Teknologi dan Desain*, Vol.12, No.2, pp.65–73, <https://pengurusanlegal.com/implementasi-building-information-modeling-untuk-efisiensi-proyek-konstruksi/>
- Puslitbang Permukiman, (2022), *Panduan Teknologi RIMAE: Rumah Instan Modul Adaptasi Ezygria*, Kementerian PUPR, Bandung.
- Rondonuwu, Y.G.C., Pribadi, R.A., Tutu, T.H., Rasjid, I.S., Peginusa, S.S., and Rumbayan, R., (2023), Digital desain minimarket dengan metode Building Information Modelling serta perbandingan waktu dan biaya RISHA dan konvensional, *Prosiding Seminar Nasional Produk Terapan Unggulan Vokasi (PTUV)*, Vol.3, pp.78–87.
- Sukmawati, A., and Fauzan, M., (2020), Evaluasi penerapan panel surya pada bangunan bertingkat di daerah tropis, *Jurnal Energi dan Lingkungan*, Vol.14, No.1, pp.23–30.
- Suroso, D.S., and Hamdani, A., (2019), Perbandingan waktu dan biaya konstruksi modular dan konvensional pada proyek perumahan, *Jurnal Teknik Sipil Cipta Karya*, Vol.8, No.2, pp.59–66.
- Yuliani, A.R., and Pratama, R.F., (2021), Evaluasi efisiensi waktu dan biaya pada proyek konstruksi modular berbasis prefabrikasi, *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*, Vol.13, No.1, pp.1–8.
