

Analisis Perbandingan Dinding Pracetak Dan Bata Ringan terhadap Waktu dan Biaya Pada Fasad Proyek Pakuwon *Residence Bekasi Mixed - Use Development*

Ewaldo Anggara Putra⁽¹⁾, I Nyoman Dita Pahang Putra⁽²⁾, Nia Dwi Puspitasari⁽³⁾

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur,
Jalan Rungkut Madya, Kec. Gn. Anyar, Surabaya, Indonesia

Email: ¹ewaldo.ap@gmail.com, ²putra_indp.ts@upnjatim.ac.id, ³nia.dwi.ts@upnjatim.ac.id

Tersedia Online di

<http://www.jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant>

Sejarah Artikel

Diterima 19 Januari 2025
Direvisi 22 Januari 2025
Disetujui 23 Januari 2025
Dipublikasikan 22 Februari 2026

Keywords:

Precast Concrete, Lightweight Brick, Building Facades, Walls, Cost, and Time

Abstract: *The selection of construction materials plays an important role because it directly affects the quality of the building, as well as the time and cost aspects of the work implementation. In general, the material used for wall work is lightweight brick, along with the times various new materials have been introduced to increase the efficiency of time and cost of work, including precast concrete. These two materials have different implementation methods that can affect the difference in time requirements and implementation costs. This study aims to compare the percentage of time and cost differences in the work of the outer wall facade of the building by modifying the use of precast concrete walls to lightweight bricks. The research methods used include direct observation in the field and literature study. The analysis results show that using precast concrete for building facade walls is more economical with a cost difference of Rp.6,692,903,056.39, or about 26% cheaper than lightweight bricks. The use of precast concrete is more affordable but requires stricter and more thorough supervision during implementation. The duration of time on facade work using precast concrete walls is also more efficient, with a completion time of 8.6% faster or equivalent to a savings of 17 days compared to using lightweight bricks.*

Kata Kunci:

Beton Pracetak, Bata Ringan, Fasad Bangunan, Dinding, Biaya, dan Waktu

Corresponding Author:

Name:
Ewaldo Anggara Putra
Email:
ewaldo.ap@gmail.com

Abstrak: Pemilihan material konstruksi memegang peranan penting karena secara langsung mempengaruhi kualitas bangunan, serta aspek waktu dan biaya pada pelaksanaan pekerjaan. Secara umum, material yang digunakan untuk pekerjaan dinding adalah bata ringan, seiring dengan perkembangan zaman berbagai material baru mulai diperkenalkan untuk meningkatkan efisiensi waktu dan biaya pengerjaan, salah satunya adalah beton pracetak. Kedua jenis material ini memiliki perbedaan dalam metode pelaksanaan yang dapat mempengaruhi perbedaan kebutuhan waktu dan biaya pelaksanaan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan persentase perbedaan waktu dan biaya pada pekerjaan fasad dinding luar bangunan dengan memodifikasi penggunaan dinding beton pracetak menjadi bata

ringan. Metode penelitian yang digunakan meliputi observasi langsung di lapangan dan studi literatur. Hasil analisis menunjukkan bahwa dari segi biaya, penggunaan beton pracetak untuk dinding fasad bangunan lebih ekonomis dengan perbedaan biaya sebesar Rp. 6.692.903.056,39, atau sekitar 26% lebih murah dibandingkan dengan penggunaan bata ringan. Penggunaan beton pracetak lebih murah tetapi memerlukan supervisi yang lebih ketat dan teliti selama pelaksanaan. Durasi waktu pada pekerjaan fasad menggunakan dinding beton pracetak juga lebih efisien, dengan waktu penyelesaian 8,6% lebih cepat atau setara dengan penghematan 17 hari dibandingkan dengan penggunaan bata ringan.

PENDAHULUAN

Proyek konstruksi adalah rangkaian aktivitas yang dilaksanakan dalam kurun waktu tertentu dengan batasan sumber daya, bertujuan untuk menghasilkan konstruksi berkualitas tinggi yang memenuhi standar biaya, waktu, dan mutu yang telah ditetapkan (Lestari dkk., 2022). Pemilihan material dalam proses pembangunan memiliki dampak signifikan terhadap kualitas bangunan, termasuk aspek pengerjaan yang mencakup biaya dan durasi pelaksanaannya (Putri dkk., 2021). Pemilihan material dinding diharapkan dapat mengurangi biaya dan mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan dengan mempertimbangkan ketersediaannya di lokasi proyek serta kemampuan tenaga kerja yang akan mengerjakannya (Sinaga dkk., 2021). Menurut Ajar & Dofir (2021), inovasi dalam pekerjaan dinding saat ini telah berkembang, dimana material dinding tidak lagi terbatas pada bata saja, tetapi juga mencakup material seperti *precast*. Pemasangan dinding pracetak merupakan salah satu inovasi yang diterapkan, sehingga menjadi solusi konstruksi modern yang kini digunakan di berbagai proyek (Suryapratama dkk., 2024). Keberhasilan suatu proyek pada dasarnya bergantung pada perencanaan biaya dan jadwal yang dirancang secara rinci untuk memperkirakan kebutuhan biaya dan waktu proyek (Alwarizi dkk., 2024). Aspek waktu dan biaya pengerjaan menjadi faktor krusial yang harus diperhatikan dalam pembangunan konstruksi gedung bertingkat tinggi (Oktarinda dkk., 2021). Berdasarkan pernyataan tersebut diperlukan sistem pengendalian biaya dan waktu yang dapat mendukung pelaksanaan proyek agar tetap sesuai dengan anggaran dan jadwal yang telah direncanakan (Aman dkk., 2021).

Penelitian dilakukan di Proyek Pakuwon *Residence Bekasi Mixed - Use Development* yang berlokasi di Jl. Raya Pekayon, RT.01/RW.03, Pekayon Jaya, Kec. Bekasi Selatan, Kota Bekasi yang mencakup lahan seluas 31.392 m² dengan kontraktor yang dipercaya yaitu PT. Nusa Raya Cipta Tbk. Pada proyek ini untuk *existing* pada *façade* bangunan menggunakan material *precast* pada bagian dinding terluar bangunan saja. Penelitian tugas akhir ini memodifikasi penggunaan material *precast* pada fasad dinding luar bangunan dengan mengganti material tersebut menggunakan bata ringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase perbandingan waktu dan biaya selama proses pekerjaan (Sugiyanto & Fallah, 2021). Masalah keterlambatan proyek menyebabkan dampak buruk dalam pekerjaan konstruksi, dimana keterlambatan dalam kemajuan pekerjaan akan mempengaruhi produktivitas tenaga kerja, jadwal, dan biaya proyek secara keseluruhan (Bomantara, 2024). Sumber daya manusia adalah salah satu faktor yang memiliki pengaruh besar dalam suatu pekerjaan, termasuk dalam proyek konstruksi (Najib dkk., 2024). Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbedaan waktu dan biaya dalam pekerjaan dinding fasad antara penggunaan material dinding.

Menurut Anam & Sugiyanto (2022), dinding bangunan merupakan salah satu elemen non-struktural dalam gedung atau rumah yang berfungsi sebagai penstabil, serta penghubung antara balok dan kolom. Dinding *precast* atau pracetak adalah elemen struktur dinding yang dibuat di lokasi lain, baik di sekitar proyek maupun di pabrik, kemudian dipasang di lokasi proyek (Maulana & Saleh, 2024). Menurut Rori dkk. (2020), bata ringan/hebel memiliki sifat yang sangat ringan, halus, dan memiliki permukaan. Metode pemasangan dinding bata ringan adalah pekerjaan yang paling mudah dan tidak memerlukan variasi atau metode khusus dalam proses pemasangannya (Arif Rohman dkk., 2021). Menurut Pramesti & Priyanto (2023), manajemen proyek adalah penerapan pengetahuan, keterampilan, dan metode teknis terbaik dengan memanfaatkan sumber daya yang terbatas untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan, guna menghasilkan hasil yang optimal terkait biaya, kualitas, waktu, dan keselamatan kerja. Estimasi biaya adalah proses untuk menentukan perkiraan biaya konstruksi dari setiap proyek yang diberikan (Ramahwati & Osly, 2024). Biaya tersebut mencakup upah tenaga kerja, material, serta berbagai pengeluaran lainnya (Christiana dkk., 2024).

Memonitor perhitungan perbandingan biaya sangat krusial, karena kesalahan dalam perhitungan dapat menyebabkan kerugian pada proyek (Rompas, 2022). Manajemen waktu proyek (*project time management*) merupakan proses yang meliputi perencanaan, penyusunan, serta pengendalian jadwal aktivitas dalam proyek (Ayatullah dkk., 2023). Penjadwalan proyek adalah proyeksi jadwal dari suatu proyek yang berfungsi sebagai panduan utama dalam

pelaksanaan kegiatan proyek (Gracio, 2023). Menurut Hidayati dkk. (2023), analisis harga satuan pekerjaan adalah metode untuk menghitung biaya per unit untuk jenis pekerjaan tertentu. Analisis ini berfungsi sebagai panduan awal dalam menghitung rencana anggaran biaya konstruksi (Junaidi dkk., 2023).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik observasi langsung di lapangan. Kegiatan observasi dilakukan selama empat bulan untuk memantau pekerjaan pemasangan dinding *precast*, termasuk proses *erection* dan *install*. Data yang dikumpulkan selama observasi lapangan meliputi data primer, seperti waktu pemasangan setiap modul *precast* pada setiap lantai selama pengerjaan berlangsung, metode pemasangan dinding *precast*, serta alat-alat pendukung yang digunakan. Selain itu, data sekunder diperoleh dari perusahaan pelaksana proyek, mencakup informasi seperti gambar kerja, jumlah tenaga kerja, upah pekerja, dan lainnya. Temuan dari analisis data tersebut kemudian digunakan untuk analisis perhitungan kebutuhan waktu dan biaya dari pemakaian material dinding *precast* serta bata ringan pada pekerjaan dinding *façade*.

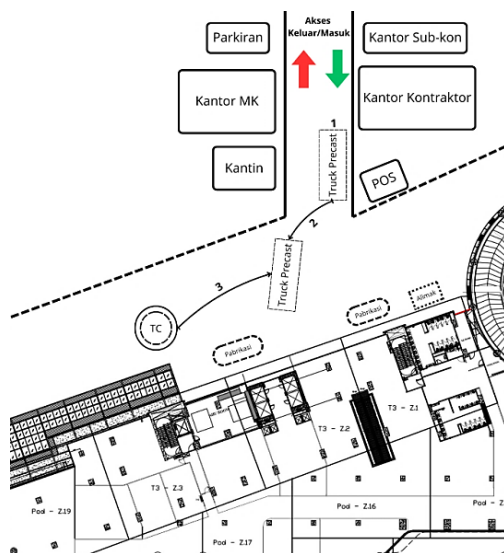
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Pelaksanaan Pekerjaan Dinding *Precast*

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi proses analisis seperti metode pelaksanaan, modul *precast* dan *equipment* yang digunakan.

Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding *Precast*

Produksi *precast* sendiri pada penelitian ini diproduksi di luar lokasi proyek (pabrik), sehingga terdapat tahapan proses *mobilisasi*, *erection*, dan *install* pada pemasangan dinding *precast* yang akan dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 1. Mobilisasi *Precast*. Sumber: Hasil Olahan Penulis

Pada Gambar 1 menggambarkan proses awal kedatangan truk pengangkut *precast* hingga penempatan di lokasi. Penjelasan tahapannya sebagai berikut:

1. Truk berhenti untuk pemeriksaan *quality control* oleh kontraktor.
2. Setelah lolos pemeriksaan, truk diposisikan di dekat *tower crane* sesuai lokasi yang telah ditentukan.
3. Proses *erection* dilakukan dengan mengaitkan *precast* pada *lifting hook tower crane*, lalu memindahkannya ke *chain block* di zona pemasangan.

Tahapan pemasangan dinding *precast* meliputi:

1. Menyesuaikan posisi *precast* di luar *End of Slab* (EOS).

2. Memastikan vertikalitas dan horizontalitas dengan *waterpass* atau *autolevel*
3. Melakukan pengelasan plat *embedded* dan *bracket*, mengencangkan *dynabolt*, serta uji penetrasi sebelum pengecatan.
4. Mengecat bagian baja yang terekspos dengan *zincromate* anti karat
5. Menyelesaikan pemasangan dengan *grouting* dan skim untuk melindungi *joint bearing*.

Modul Pemasangan Dinding Precast

Modul *precast* merupakan penggambaran mengenai detail tipe *precast* yang akan dipasang dan lokasi pemasangan dari setiap *precast*, denah dari setiap tipe *precast* yang akan dipasang dapat dilihat pada Lampiran 1. Berdasarkan denah tersebut bahwa pada setiap lantai memiliki 60 modul *precast* dengan ukuran modul yang berbeda-beda sesuai dengan lokasi pemasangannya.

Rekapitulasi Waktu Pekerjaan Dinding Precast

Pengukuran waktu pengerjaan dinding *precast* dilakukan di lapangan dengan menggunakan alat ukur waktu seperti *stopwatch* dengan mengukur lama waktu yang diperlukan pada proses *erection* dan *install* dinding *precast*. Pengukuran waktu dilakukan di semua 60 jenis modul *precast* pada masing-masing lantai untuk mengetahui total kebutuhan waktu pada tahap *erection* dan *install* dinding *precast* di setiap lantainya. Rekapitulasi waktu yang dibutuhkan pada tahap *erection* dan *install* di setiap lantai dapat dilihat pada Lampiran 3. Berdasarkan pengamatan bahwa total seluruh lantai pada proses *erection* dinding *precast* membutuhkan waktu selama 807 jam 08 menit 12 detik dan proses *install* dinding *precast* membutuhkan waktu selama 189 jam 58 menit 48 detik.

Equipment Pemasangan Dinding Precast

Dinding *precast* memiliki beberapa alat yang dibutuhkan di setiap tipe modul *precast* berdasarkan ukuran dan bentuk dari modul tersebut. Peralatan tersebut sudah direncanakan sejak awal untuk perletakan plat *embedded*, *bracket*, dan lainnya dapat dilihat pada Lampiran 2. Macam-macam alat yang ada di setiap modul *precast* seperti di bawah ini:

1. *Lifting Peiko* (RGP-01)
2. *Embedded Bearing* (RGP-02)
3. *Embedded Bearing Balkon* (RGP-02A)
4. *Embedded Lateral* (RGP-03)
5. *Embedded Lateral Balkon* (RGP-03A)
6. *Bracket Bearing* (RGP-04)
7. *Bracket Bearing Balkon* (RGP-04B)
8. *Bracket Lateral* (RGP-05)
9. *Bracket Salompas* (RGP-05C)
10. *Trubolt M10* (RGP-06)
11. *Bracket Siku* (RGP-07)

B. Analisis Perhitungan Biaya Pekerjaan Dinding Precast

Luas pekerjaan dinding *precast* dihitung dari luas bersih 60 modul *precast*, dengan mempertimbangkan dimensi dan bukaan. Total luas dari setiap modul dirangkum untuk satu lantai, sebagaimana ditampilkan di Lampiran 4. Rekapitulasi perhitungan tersebut disajikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Total Luasan Pekerjaan Dinding Precast

No.	Tipe Modul	P (m)	L (m)	Luas (m ²)	Weight (ton)	Jumlah	Opening Jendela (m ²)	Luas Bersih (m ²)	Volume (m ³)
1	T3-O-1	3,393	3,210	10,89	2,19	1	2,43	8,43	0,88
2	T3-B-2	2,287	0,450	1,03	0,32	1		1,35	0,13
3	T3-B-3	1,717	0,450	0,77	0,11	1		1,10	0,11
4	T3-O-4	1,033	3,210	3,32	0,55	1	1,17	2,11	0,22
5	T3-B-5	1,717	0,450	0,77	0,26	1		1,10	0,11
6	T3-OL-6	1,113	2,490	2,77	0,92	1	1,11	3,82	0,38
...
60	T3-PL-60	2,195	3,210	7,05	1,81	1		7,24	0,75
TOTAL						60		331,34	40,02

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 1, jumlah dinding *precast* yang dibutuhkan dihitung dengan mengalikan jumlah modul *precast* dengan jumlah lantai, yaitu $60 \text{ precast} \times 31 \text{ lantai} = 1860 \text{ precast}$. Luas dan volume pekerjaan dinding secara keseluruhan dapat dilihat pada perhitungan berikut:

Luasan Pekerjaan

= Total luas bersih x N lantai
 = $331,34 \text{ m}^2 \times 31$
 = $10271,41 \text{ m}^2$

Volume Pekerjaan

= Luasan Pekerjaan x Tebal dinding
 = $10271,41 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m}$
 = $1027,14 \text{ m}^3$

Perhitungan Biaya Produksi Dinding Precast

Biaya pekerjaan dinding *precast* dihitung dari harga tiap modul berdasarkan data proyek, lalu dijumlahkan sesuai total modul. Daftar biaya produksi terdapat di Lampiran 5, dan rekap data tiap modul disajikan di Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Daftar Harga Produksi Dinding *Precast*

No.	Typo Modul	Volume (m ³)	Harga Tiap Precast	Jumlah	Harga Total Precast
1	T3-O-1	0,88	Rp 822.800,00	31	Rp 25.506.800,00
2	T3-B-2	0,13	Rp 121.550,00	31	Rp 3.768.050,00
3	T3-B-3	0,11	Rp 102.850,00	31	Rp 3.188.350,00
4	T3-O-4	0,22	Rp 205.700,00	31	Rp 6.376.700,00
5	T3-B-5	0,11	Rp 102.850,00	31	Rp 3.188.350,00
6	T3-OL-6	0,38	Rp 355.300,00	31	Rp 11.014.300,00
...
60	T3-PL-60	0,75	Rp 701.250,00	31	Rp 1.282.586.250,00
TOTAL				1860	Rp 7.642.616.048,98

Sumber: Data Proyek

Berdasarkan Tabel 2 di atas maka biaya yang diperlukan dalam memproduksi semua dinding *precast* membutuhkan biaya sebesar **Rp. 7.642.616.048,98**.

Perhitungan Biaya Install Dinding Precast

Biaya instalasi dinding *precast* meliputi harga satuan material seperti plat *embedded*, *lifting hook*, *bracket joint*, dan *trubolt*. Perhitungan lebih mudah jika disusun per unit, berdasarkan data RAB proyek. Analisis harga satuan untuk instalasi dinding *precast* terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daftar Harga Satuan *Install Dinding Precast/m²*

Kebutuhan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
MATERIAL	m ²			
Plat <i>Embedded Lateral & Bearing A36</i>	m ²	0,02	538.000	10.760
<i>Bracket Lateral & Bearing A36</i>	m ²	0,02	374.000	7.480
Trubolt M10x100 Itewe	Buah	1,26	7.500	9.450
Kobe Steel LB-52	kg	0,09	35.000	3.150
Zincromat Propan AP-291	kg	0,01	31.000	310
UPAH				
Tukang Besi	OH	0,12	75.000	9.000
Pekerja Terampil	OH	0,8	55.000	44.000
SARANA				
<i>Erection Precast</i>	ls	1	1.400	1.400
Mob Demob	ls	1	500	500
Intensive Tukang	ls	1	1.000	1.000
TOTAL				87.050

Sumber: Data Proyek

Berdasarkan Tabel 3, biaya pemasangan dinding *precast* adalah Rp. 87.050/m², sementara biaya per m³ dihitung sebagai berikut.:

$$\begin{aligned}
 1 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} &= \text{Rp. } 87.050 & 1 \text{ m}^3 &= x \\
 0,1 \text{ m}^3 &= \text{Rp. } 87.050 & 0,1 \text{ m}^3 \times x &= \text{Rp. } 87.050 \times 1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$x = \text{Rp. } 87.050 / 0,1 \text{ m}^3 \quad x = \text{Rp. } 870.500$$

Dari perhitungan tersebut harga satuan biaya *install* dinding *precast* setiap 1 m^3 yakni Rp. 870.500, sehingga didapat biaya total *install* dinding *precast* berikut:

Biaya Install Dinding Precast

$$\begin{aligned} \text{Biaya Install} &= \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Biaya per } 1 \text{ m}^3 \\ &= 1027,14 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 870.500 \\ &= \text{Rp. } 9.599.125.370 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas maka diperoleh total kebutuhan biaya *install* dinding *precast* membutuhkan biaya sebesar **Rp. 9.599.125.370.**

Perhitungan Finishing Dinding Precast

Biaya finishing dinding *precast* meliputi harga material seperti *sealant*, *backup rod*, dan lain-lain. Perhitungan disusun per unit berdasarkan data RAB proyek. Analisis biaya finishing dinding *precast* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Daftar Harga Satuan *Finishing* Dinding *Precast*/m², Tebal = 1 cm

Kebutuhan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
MATERIAL	m ²			
Acian Mortindo M230	kg	28	77.048	53.933
Plester Mortindo M210	kg	28	44.400	31.080
Sealant Ikaseal MS-1022 MS	Buah	0,08	65.000	5.200
Gasket dia 25 mm	m ²	0,15	24.000	3.600
Back-Up Rod dia 20 mm	m ²	0,25	5.700	1.425
UPAH				
Tukang Batu	OH	0,71	80.000	56.800
SARANA				
Mob Demob	ls	1	1.000	1.000
Intensive Tukang	ls	1	1.000	1.000
TOTAL				154.038

Sumber: Data Proyek

Berdasarkan Tabel 4, biaya *finishing* dinding *precast* adalah Rp. 154.038/m², sedangkan biaya per m³ dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} &= \text{Rp. } 154.038 & 0,1 \text{ m}^3 \times x &= \text{Rp. } 154.038 \times 1 \text{ m}^3 \\ 0,1 \text{ m}^3 &= \text{Rp. } 154.038 & x &= \text{Rp. } 154.038 / 0,1 \text{ m}^3 \\ 1 \text{ m}^3 &= x & x &= \text{Rp. } 1.540.380 \end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut harga satuan untuk biaya *finishing* dinding *precast* per 1 m^3 yakni Rp. 1.540.380, sehingga diperoleh untuk total biaya *finishing* dinding *precast* sebagai berikut:\

Biaya Finishing Dinding Precast

$$\begin{aligned} \text{Biaya Finishing} &= \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Biaya per } 1 \text{ m}^3 \\ &= 1027,14 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 1.540.380 \\ &= \text{Rp. } 1.582.185.913,2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas maka diperoleh total kebutuhan biaya *finishing* dinding *precast* membutuhkan biaya sebesar **Rp. 1.582.185.913,2.10**

Perhitungan Biaya Peralatan Pekerjaan Dinding Precast

Biaya peralatan pemasangan dinding *precast* mencakup penggunaan *chain block* sebagai pengait selama proses instalasi hingga dinding stabil. Contoh *chain block* ditampilkan pada Lampiran 5. Harga per unit untuk satu set *chain block* ialah Rp. 1.650.000 dengan total jumlah alat yang diperlukan sebanyak 30 buah. Oleh sebab itu, total biaya yang diperlukan untuk pembelian *chain block* ialah Rp. $1.650.000 \times 30 = \text{Rp. } 49.500.000.$

Biaya Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)

Biaya K3 untuk pemasangan dinding *precast* dihitung berdasarkan SMKK Permen PUPR No.10 tahun 2021, mencakup pengawasan dan pengendalian pekerjaan, tanpa termasuk

remunerasi tenaga ahli. Perhitungan biaya SMKK terdapat di Lampiran 7, dan rekapitulasi disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Penerapan Biaya SMKK Pekerjaan Dinding *Precast*

REKAPITULASI PENERAPAN BIAYA SMKK	
PEKERJAAN	HARGA
Penyiapan RKK	Rp 2.200.000,00
Sosialisasi, Promosi, dan Pelatihan	Rp 14.972.000,00
Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	Rp 20.690.000,00
Asuransi dan Perizinan	Rp 25.800.000,00
Personel Keselamatan Konstruksi	Rp 48.000.000,00
Fasilitas, Sarana, dan Prasarana Kesehatan	Rp 8.540.000,00
Rambu dan Perlengkapan Lalu Lintas yang Diperlukan atau Manajemen Lalu Lintas	Rp 2.850.000,00
Konsultasi dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	Rp 11.900.000,00
Kegiatan dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	Rp 3.420.000,00
Total Biaya Penerapan SMKK Pekerjaan Dinding <i>Precast</i>	Rp 126.472.000,00

Sumber: Permen PUPR No.10 Tahun 2021

Berdasarkan Tabel 7 pada pekerjaan dinding *precast* untuk biaya penerapan SMKK dibutuhkan biaya sejumlah **Rp. 126.472.000.**

Perhitungan Biaya Total Pekerjaan Dinding *Precast*

Seluruh biaya proyek dinding *precast* ditentukan dengan menjumlahkan semua pengeluaran, termasuk yang terkait dengan produksi, pemasangan dinding *precast*, penyelesaian, dan peralatan, serta biaya SMKK. Total kebutuhan biaya pekerjaan dinding *precast* dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Total Kebutuhan Biaya Pekerjaan Dinding *Precast*

Kebutuhan	Biaya (Rp)
Biaya produksi dinding <i>precast</i>	Rp. 7.642.616.048,98
Biaya <i>install</i> dinding <i>precast</i>	Rp. 9.599.125.370
Biaya <i>finishing</i> dinding <i>precast</i>	Rp. 1.582.185.913,2
Biaya <i>chain block</i>	Rp. 49.500.000
Biaya Penerapan SMKK	Rp. 126.472.000
TOTAL	Rp. 18.999.899.332,18

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 7 di atas dapat disimpulkan bahwa kebutuhan biaya untuk keseluruhan pekerjaan pemasangan dinding *precast* membutuhkan biaya sebesar **Rp. 18.999.899.332,18.**

C. Analisis Perhitungan Waktu Pekerjaan Dinding *Precast*

Data waktu diperoleh dari pengamatan langsung menggunakan *stopwatch* untuk setiap tipe dan lantai pemasangan dinding *precast*. Durasi yang diamati meliputi proses erection dan instalasi *precast* dapat dilihat pada Lampiran 1. Analisis waktu dilakukan menggunakan Ms. *Project* untuk menentukan total durasi pengerjaan, untuk hasil dari analisis dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasilnya menunjukkan bahwa satu truk dapat mengangkut 4–6 modul *precast*, memungkinkan pemasangan dilakukan lintas lantai sekaligus, sehingga dapat mempercepat pekerjaan. Hasil pengolahan melalui aplikasi Ms. *Project* yang diperoleh total durasi pemasangan dinding *precast* adalah 178 hari (5 bulan 25 hari).

D. Analisis Perhitungan Biaya Pekerjaan Dinding Bata Ringan

Analisis biaya pekerjaan dinding bata ringan meliputi perhitungan harga satuan untuk pemasangan, plesteran, dan acian dinding bata ringan, serta biaya peralatan dan penerapan standar SMKK yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan tersebut.

Perhitungan Biaya Pemasangan Dinding Bata Ringan

Perkiraan biaya pemasangan dinding bata ringan mencakup bahan dan tenaga kerja, seperti mortar perekat, hebel 10 cm, upah pekerja, tukang batu, mandor, dan pengawas. Dasar

perhitungan harga satuan dan koefisien mengacu pada data proyek serta Permen PUPR No. 1 Tahun 2022. Biaya per unit pemasangan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Daftar Harga Satuan Pemasangan Bata Ringan/m²

Kebutuhan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
MATERIAL				
Bata Ringan t = 10 cm	Buah	8,4	7.000	58.800
Mortar (Demix A1)	kg	0,063	95.600	6.022,8
UPAH				
Pekerja	OH	0,671	60.000	40.260
Tukang Batu	OH	0,13	75.000	9.750
Kepala tukang	OH	0,013	160.000	2.080
Mandor	OH	0,003	205.000	615
Total				117.527,8

Sumber : Permen PUPR No.10, 2022 dan Data Proyek

Harga satuan untuk pemasangan dinding bata ringan ialah Rp. 117.527/m², dengan demikian, total biaya yang diperlukan untuk pekerjaan pemasangan dinding bata ringan dapat dihitung dengan mengalikan biaya pemasangan per meter persegi dengan volume pekerjaan pemasangan, yakni: $\text{Rp.}117.527/\text{m}^2 \times 10271,41 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 1.207.168.003,07$.

Perhitungan Biaya Plesteran Dinding Bata Ringan

Perhitungan biaya plesteran dinding bata ringan mencakup perlengkapan dan tenaga kerja, termasuk mortar MU-302 dengan ketebalan 1 cm (kuat tekan 3–5 MPa), pekerja, kepala tukang, tukang batu, dan mandor. Dasar harga satuan dan koefisien diambil dari Permen PUPR No. 1 Tahun 2022 serta data proyek. Rincian biaya plesteran bata ringan tersedia pada Tabel 8.

Tabel 8. Daftar Harga Satuan Plesteran Bata Ringan/m²

Kebutuhan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
MATERIAL				
Mortar (MU-302)	kg	27,5	75.000	2.062.500
UPAH				
Pekerja	OH	0,1	60.000	6.000
Tukang Batu	OH	0,1	75.000	7.500
Kepala tukang	OH	0,01	160.000	1.600
Mandor	OH	0,01	205.000	2.050
TOTAL				2.079.650

Sumber : Permen PUPR No.1 Tahun 2022 dan Data Proyek

Koefisien material diadaptasi dari Permen PUPR No. 1 Tahun 2022, menggantikan semen *portland* dan pasir pasang dengan mortar MU-302 tipe N ($f'c = 5,2 \text{ MPa}$) untuk plesteran setebal 1 cm. Biaya satuan plesteran dinding bata ringan sebesar Rp 2.079.650/m². Total biaya pemasangan dihitung dengan mengalikan biaya per meter persegi dengan volume pekerjaan, yakni: $\text{Rp. } 2.079.650/\text{m}^2 \times 10271,41 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 21.360.937.806,5$.

Perhitungan Biaya Acian Dinding Bata Ringan

Perhitungan biaya acian dinding bata ringan mencakup material berupa mortar acian dan upah tenaga kerja, termasuk pekerja, tukang batu, kepala tukang, dan mandor. Dasar harga satuan dan koefisien diambil dari data proyek dan Permen PUPR No. 1 Tahun 2022. Rincian biaya per unit acian dapat dilihat pada Tabel 9.

Koefisien material disesuaikan dari Permen PUPR No. 1 Tahun 2022, menggantikan semen *portland* dan pasir pasang dengan mortar MU-302. Harga satuan acian dinding bata ringan adalah Rp 260.900/m². Total biaya dihitung dengan mengalikan harga satuan pemasangan dengan volume pekerjaan, yakni $\text{Rp. } 260.900/\text{m}^2 \times 10271,41 \text{ m}^2 = \text{Rp. } 2.679.810.869$.

Tabel 9. Daftar Harga Satuan Acian Bata Ringan/m²

Kebutuhan	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
MATERIAL				
Mortar (MU-302)	kg	3,25	75.000	243.750
UPAH				
Pekerja	OH	0,1	60.000	6.000
Tukang Batu	OH	0,1	75.000	7.500
Kepala tukang	OH	0,01	160.000	1.600
Mandor	OH	0,01	205.000	2.050
TOTAL				260.900

Sumber : Permen PUPR No.1 Tahun 2022 dan Data Proyek

Perhitungan Biaya Peralatan Dinding Bata Ringan

Peralatan yang digunakan untuk pekerjaan dinding bata ringan, termasuk plesteran dan acian, salah satunya adalah scaffolding. Harga satu set scaffolding per unit adalah Rp. 31.000 dengan luas dinding 10.271,41 m², sehingga total biaya penggunaan scaffolding menjadi **Rp. 318.413.710**.

Biaya Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)

Biaya Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) untuk pemasangan dinding bata ringan dihitung berdasarkan SMKK Permen PUPR No. 10 tahun 2021, dengan memperhatikan item-item dalam peraturan tersebut. Biaya ini mencakup pengawasan dan pengendalian pekerjaan, kecuali remunerasi tenaga ahli. Perhitungan biaya SMKK dapat dilihat pada Lampiran 8, dan rekapnya disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Penerapan Biaya SMKK Pekerjaan Dinding Bata Ringan

REKAPITULASI PENERAPAN BIAYA SMKK	
PEKERJAAN	HARGA
Penyiapan RKK	Rp 2.200.000,00
Sosialisasi, Promosi, dan Pelatihan	Rp 14.972.000,00
Alat Pelindung Kerja dan Alat Pelindung Diri	Rp 20.690.000,00
Asuransi dan Perizinan	Rp 25.800.000,00
Personel Keselamatan Konstruksi	Rp 48.000.000,00
Fasilitas, Sarana, dan Prasarana Kesehatan	Rp 8.540.000,00
Rambu dan Perlengkapan Lalu Lintas yang Diperlukan atau Manajemen Lalu Lintas	Rp 2.850.000,00
Konsultasi dengan Ahli Terkait Keselamatan Konstruksi	Rp 11.900.000,00
Kegiatan dan Peralatan Terkait Pengendalian Risiko Keselamatan Konstruksi	Rp 3.420.000,00
Total Biaya Penerapan SMKK Pekerjaan Dinding Precast	Rp 126.472.000,00

Sumber: Permen PUPR No.10 Tahun 2021

Berdasarkan Tabel 10 pada pekerjaan dinding bata ringan untuk biaya penerapan SMKK membutuhkan biaya sebesar **Rp. 126.472.000**.

Perhitungan Biaya Total Pekerjaan Dinding Bata Ringan

Total biaya proyek dinding bata ringan mencakup pemasangan, plesteran, acian, peralatan, dan pelaksanaan SMKK. Hasil perhitungan total biaya ditampilkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Total Biaya Pekerjaan Dinding Bata Ringan

Kegiatan	Harga (Rp)
Biaya Pemasangan Bata Ringan	Rp.1.207.168.003,07
Biaya Plesteran Bata Ringan	Rp.21.360.937.806,5
Biaya Acian Bata ringan	Rp.2.679.810.869
Biaya Scaffolding	Rp.318.413.710
Biaya Penerapan SMKK	Rp.126.472.000
Total	Rp.25.873.322.419,32

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Tabel 11 bahwa jumlah total biaya yang diperlukan untuk pekerjaan pemasangan dinding bata ringan ialah **Rp. 25.692.802.388,57**.

E. Analisis Perhitungan Waktu Pekerjaan Dinding Bata Ringan

Pengamatan langsung terhadap waktu kerja di lapangan digunakan untuk mengumpulkan data durasi pekerjaan konstruksi dinding bata ringan, yang mencakup pemasangan, plesteran, dan acian.

Perhitungan Waktu Pemasangan Dinding Bata Ringan

Perhitungan durasi yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan pemasangan dinding bata ringan mengacu pada Permen PUPR No 1 thn 2022, sebagai berikut:

- a) Koefisien Pekerja 0,671 OH
- b) Koefisien tukang batu 0,13 OH
- c) Koefisien kepala tukang batu 0,013 OH
- d) Koefisien mandor 0,003 OH

Kemudian, dengan koefisien tenaga kerja di atas dapat menghitung produktivitas 1 tenaga kerja untuk 1 hari kerja penuh dapat menyelesaikan berapa m², yang dijelaskan sebagai berikut:

- a) $\frac{1}{\text{koefisien pekerja}} = \frac{1}{0,671} = 1,5 \text{ m}^2/\text{hari}$
- b) $\frac{1}{\text{koefisien tukang batu}} = \frac{1}{0,13} = 7,7 \text{ m}^2/\text{hari}$
- c) $\frac{1}{\text{koefisien kepala tukang batu}} = \frac{1}{0,013} = 76,9 \text{ m}^2/\text{hari}$
- d) $\frac{1}{\text{koefisien mandor}} = \frac{1}{0,003} = 333,33 \text{ m}^2/\text{hari}$

Pekerjaan pemasangan dinding bata ringan seluas 10.271,42 m² dilakukan oleh 1 kelompok kerja yang terdiri dari 1 mandor, 1 kepala tukang batu, 8 tukang batu, dan 20 pekerja. Produktivitas dihitung berdasarkan tukang batu, yang berperan penting dalam pemasangan, sehingga perhitungan waktu untuk pekerjaan ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luasan dinding}}{\text{produktivitas pekerja} \times N \text{ pekerja}} = \frac{10271,41 \text{ m}^2}{7,7 \text{ m}^2/\text{hari} \times 8} = 166,74 \text{ hari} \approx 167 \text{ hari}$$

Dari perhitungam tersebut durasi yang diperlukan untuk pekerjaan pemasangan dinding bata ringan pada area seluas 10271,41 m² yaitu 167 hari \approx 5 bulan 17 hari.

Perhitungan Waktu Plesteran Dinding Bata Ringan

Perhitungan durasi yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan plesteran pada dinding bata ringan berdasarkan Permen PUPR No 1 thn 2022 yaitu:

- a) Koefisien Pekerja 0,3 OH
- b) Koefisien tukang batu 0,15 OH
- c) Koefisien kepala tukang batu 0,015 OH
- d) Koefisien mandor 0,015 OH

Kemudian, dengan koefisien tenaga kerja di atas dapat menghitung produktivitas 1 tenaga kerja untuk 1 hari kerja penuh dapat menyelesaikan berapa m², yang dijelaskan sebagai berikut:

- a) $\frac{1}{\text{koefisien pekerja}} = \frac{1}{0,3} = 3,3 \text{ m}^2/\text{hari}$
- b) $\frac{1}{\text{koefisien tukang batu}} = \frac{1}{0,15} = 6,6 \text{ m}^2/\text{hari}$
- c) $\frac{1}{\text{koefisien kepala tukang batu}} = \frac{1}{0,015} = 66,6 \text{ m}^2/\text{hari}$
- d) $\frac{1}{\text{koefisien mandor}} = \frac{1}{0,015} = 66,6 \text{ m}^2/\text{hari}$

Pekerjaan plesteran dinding bata ringan seluas 10.271,42 m² dilakukan oleh 1 tim yang terdiri dari 1 kepala tukang batu, 1 mandor, 8 tukang batu, dan 20 pekerja. Produktivitas dihitung berdasarkan tukang batu, yang berperan utama dalam plesteran, sehingga perhitungan durasi pelaksanaan pekerjaan dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luasan dinding}}{\text{produktivitas pekerja} \times N \text{ pekerja}} = \frac{10271,41 \text{ m}^2}{6,6 \text{ m}^2/\text{hari} \times 8} = 194,53 \text{ hari} \approx 195 \text{ hari}$$

Maka durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan plesteran dinding bata ringan dengan luas 10271,41 m² yaitu 195 hari \approx 6 bulan 15 hari.

Perhitungan Waktu Acian Dinding Bata Ringan

Perhitungan durasi yang diperlukan untuk pekerjaan acian pada dinding bata ringan berdasarkan Permen PUPR No.1 Tahun 2022 adalah:

- a) Koefisien Pekerja 0,2 OH
- b) Koefisien tukang batu 0,1 OH
- c) Koefisien kepala tukang batu 0,010 OH
- d) Koefisien mandor 0,010 OH

Kemudian, dengan koefisien tenaga kerja di atas dapat menghitung produktivitas 1 tenaga kerja untuk 1 hari kerja penuh dapat menyelesaikan berapa m², yang dijelaskan sebagai berikut:

- a) $\frac{1}{\text{koefisien pekerja}} = \frac{1}{0,2} = 5 \text{ m}^2/\text{hari}$
- b) $\frac{1}{\text{koefisien tukang batu}} = \frac{1}{0,10} = 10 \text{ m}^2/\text{hari}$
- c) $\frac{1}{\text{koefisien kepala tukang batu}} = \frac{1}{0,010} = 100 \text{ m}^2/\text{hari}$
- d) $\frac{1}{\text{koefisien mandor}} = \frac{1}{0,010} = 100 \text{ m}^2/\text{hari}$

Pada pekerjaan acian dinding bata ringan dengan luas 10271,42 m², pelaksanaan dilakukan oleh 1 kelompok kerja yang terdiri dari 1 kepala tukang batu, 1 mandor, 7 tukang batu, serta 15 pekerja. Produktivitas tenaga kerja yang digunakan ialah produktivitas tukang batu, karena memiliki peran penting pada acian dinding bata ringan, sehingga perhitungan durasi yang diperlukan untuk pekerjaan pemasangan bata ringan adalah sebagai berikut:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luasan dinding}}{\text{produktivitas pekerja} \times N \text{ pekerja}} = \frac{10271,41 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2/\text{hari} \times 7} = 146,73 \text{ hari} \approx 147 \text{ hari}$$

Sehingga waktu yang diperlukan agar pekerjaan acian dinding bata ringan dengan luas 10271,41 m² yaitu 147 hari \approx 4 bulan 27 hari.

Rekapitulasi Waktu Pekerjaan Dinding Bata Ringan

Durasi pekerjaan yang paling lama yakni memasang, plester, serta menyelesaikan dinding bata ringan digunakan untuk menghitung total waktu kerja dalam memasang dinding bata ringan. Rekapitulasi durasi pekerjaan dinding bata ringan disajikan pada Tabel 12 sebagai berikut.

Tabel 12. Rekapitulasi Waktu Pekerjaan Dinding Bata Ringan

No	Pekerjaan	Waktu (Hari)
1	Pemasangan dinding bata ringan	167
2	Plesteran dinding bata ringan	195
3	Acian dinding bata ringan	147

Sumber : Hasil Perhitungan

Maka waktu yang diperlukan dalam pekerjaan pemasangan bata ringan yaitu **195 hari \approx 6 bulan 15 hari**. Urutan pekerjaan dinding bata ringan dapat dilihat dengan bentuk *bar chart* mingguan yang dapat dilihat pada Lampiran 9.

SIMPULAN

Analisis biaya menunjukkan bahwa pekerjaan dinding *precast* membutuhkan Rp. 18.999.899.332,18, sedangkan dinding bata ringan Rp. 25.692.802.388,57, dengan selisih Rp. 6.692.903.056,39. Penggunaan *precast* 26% lebih murah, namun memerlukan supervisi yang lebih ketat. Dari sisi waktu, pekerjaan dinding *precast* membutuhkan 178 hari (\approx 5 bulan 28 hari), sedangkan bata ringan 195 hari (\approx 6 bulan 15 hari), dengan selisih 17 hari. *Precast* 8,6% lebih cepat dibanding bata ringan.

DAFTAR RUJUKAN

Ajar, I. P., & Dofir, A. (2021). Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pada Pekerjaan Dinding Drywall (Partisi Rockwool) Dan Batako Press. *Jurnal Artesis*, 1(1), 96–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.35814/artesis.v1i1.2872>

- Alwarizi, F., Sari, S. N., & Hermawan, A. (2024). Analisis Biaya Dan Waktu Dengan Metode Nilai Hasil Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Nikah Dan Manasik Haji KUA Kecamatan Rao, Kabupaten Pasaman. *STORAGE – Jurnal Ilmiah Teknik dan Ilmu Komputer*, 3(1), 80–88. <https://doi.org/https://doi.org/10.55123/storage.v3i1.3142>
- Aman, D. F., Ahadian, E. R., & Rizal, M. (2021). *Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Analisis Nilai Hasil Menggunakan Microsoft Project*. 1, 1–9. <https://doi.org/https://doi.org/10.33387/clapeyron.v2i1.3442.g2269>
- Anam, C., & Sugiyanto. (2022). Analisa Efisiensi Penggunaan Bata Merah Dibanding Bata Ringan Pada Proyek Pembangunan Gedung Madrasah Tsanawiyah Salafiyah Kerek Tuban. *Rang Teknik Journal*, 5(2), 235–247. <https://doi.org/10.31869/rtj.v5i2.3119>
- Arif Rohman, M., Wibowo Agung, M., & Nuroji. (2021). Kajian Perbandingan Pengaruh Penggunaan Dinding *Precast* Dengan Dinding Konvensional Pada Proyek Cordova Semarang. *Wahana Teknik Sipil*, 26(1), 1–10. <https://doi.org/https://jurnal.polines.ac.id/index.php/wahana/article/viewFile/2643/107370>
<https://jurnal.polines.ac.id/index.php/wahana/article/viewFile/2643/107370>
- Ayatullah, M., Sarmingsih, A., & Syafrudin. (2023). Analisis Manajemen Waktu Pada Proyek Pembangunan Jalan Parang Garuda East Kawasan Industri Kendal. *JPII (Jurnal Profesi Insinyur Indonesia)*, 3, 88–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jpii.2023.17193>
- Bomantara, G. K. (2024). *Analisis Pengendalian Risiko Keterlambatan Penyelesaian Proyek Pada Pembangunan Blud Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Pacitan*. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/53595/20522053.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Christiana, P. A. J., Malingkas, G. Y., & Tjakra, J. (2024). Analisis Anggaran Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung Utama Polres Bogor. *T E K N O*, 22(87). <https://doi.org/https://doi.org/10.35793/jts.v22i87.54567>
- Gracio, P. C. (2023). Analisis Perbandingan Penggunaan Beton Bertulang dan Beton Serat Baja Terhadap Waktu Dan Biaya Pada Pekerjaan Pelat Lantai Proyek Yoshino Warehouse Extension. *Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 551–562. <https://doi.org/https://doi.org/10.31284/j.jts.2023.v4i2.4991>
- Hidayati, N., Rochmanto, D., Aninda, S., & Qomaruddin, M. (2023). Kajian Perbandingan Analisis Harga Satuan Pekerjaan Terhadap Output Upah Dan Bahan Di Lapangan (Studi Kasus Pembangunan Pasar di Jepara). *Jurnal Teknika*, 18(1), 37–42. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26623/teknika.v18i1.6315>
- Junaidi, Supriyadi, Candradewi, A., & Pradikdya, A. B. (2023). Kajian Keterlambatan Proyek Berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan Pada Proyek Pembangunan Jalan Layang XYZ. *Bangun Rekaprima*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32497/bangunrekaprima.v9i1.4408>
- Lestari, I. G. A. A. I., Diputera, I. G. A., Kurniari, K., & Prasetya, I. W. W. (2022). Analisis Perbandingan Metode Pelaksanaan Pada Pekerjaan Pasangan Dinding Batako Dan Bata Ringan. *JURNAL ILMIAH KURVA TEKNIK*, 11(1), 25–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.36733/jikt.v11i1.3931>
- Maulana, R., & Saleh, R. (2024). Perbandingan Biaya Pekerjaan Dinding antara Bata Ringan dengan Sistem Pracetak pada Bangunan Rumah. *JEEP (Journal of Engineering Education and Pedagogy)*, 2(1), 8–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.56855/jeep.v2i1.700>
- Najib, M. A., Sumardi, & Utoyo, S. (2024). Analisis Produktivitas Pekerjaan Arsitektur Pada Pembangunan Apartemen Klaska Residence Surabaya. *JOS-MRK*, 5(3), 268–274. <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- Oktarinda, D., Safiatus, S., & Rasidi, N. (2021). Analisis Perbandingan Aplikasi Fasad Dinding Pracetak Dengan Dinding Kalsiclad 12 Pada Tower X Proyek Apartemen Y Surabaya. *JOS - MRK (Jurnal Online Skirpsi Manajemen Rekayasa Konstruksi)*, 2(2), 117–123. <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Pub. L. No. 1, 1 (2022). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/216825/permen-pupr-no-1-tahun-2022>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2021 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi, Pub. L. No. 10, 1 (2021). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/216875/permen-pupr-no-10-tahun-2021>
- Pramesti, H. T., & Priyanto, B. (2023). Analisa Produktivitas Tenaga Kerja dan Harga Satuan Pekerjaan Pada Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Ringan. *JCEBT (Journal of Civil Engineering, Building and Transportation)*, 7(1), 38–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.31289/jcebt.v7i1.9082>
- Putri, N. H. E., Putra, I. N. D. P., & Nauli, A. R. (2021). Perbandingan Dinding *Precast* dan Bata Ringan Terhadap Biaya dan Waktu pada Facade Proyek Suncity Apartment Sidoarjo. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Teuku Umar*, 7(1), 40–51. <https://doi.org/https://doi.org/10.35308/jts-utu.v7i1.3034>
- Ramahwati, A., & Osly, P. J. (2024). Estimasi Biaya Dan Penjadwalan Pembangunan Prototipe Ruang Modular *Operating Theatre (Cost Estimation and Scheduling Modular Operating Theatre Prototype Construction)*. *Jurnal Artesis*, 4(2), 124–131. <https://doi.org/https://doi.org/10.35814/artesis.v4i2.7853>
- Rompas, L. M. (2022). Manajemen Proyek Anggaran Biaya Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Pembangunan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) Dodo Type-E Di Jalan A. A. Maramis Kecamatan Mapangaet Kota Manado. *TEKNO*, 20(81), 107–116. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno/article/view/42021/37220>
- Rori, G., Walangitan, D. R. O., & Inkiriwang, R. L. (2020). Analisis Perbandingan Biaya Material Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Merah Dengan Bata Ringan. *Jurnal Sipil Statik*, 8(3), 311–318. <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/view/28749>
- Sinaga, S. L., Sihotang, R. F., & Winarno, B. (2021). Kajian Biaya Gedung Bertingkat Menggunakan Dinding Batu Bata Merah Dibandingkan Dengan Batu Bata Ringan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat*, 1(1), 33–39. <https://doi.org/10.51510/agregat.v1i1.132>
- Sugiyanto, & Fallah, S. (2021). Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Proyek Beton Penangkis Ombak. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 246–259. <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2385>
- Suryapratama, R. Y., Purnomo, A., & Berliana, R. (2024). Analisa Perbandingan Pekerjaan Dinding Menggunakan Panel *Precast* dengan Konvensional dari Segi Kualitas, Waktu serta Biaya. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 4547–4556. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/jptam.v8i1.13081>