

**Efektivitas Pekerjaan Beton *Precast* dan Konvensional pada Pekerjaan
Struktur Bangunan 2 Lantai**
Effectiveness of Precast and Conventional Concrete Works on 2-Storey Building Structure Works

Okky Yudi Ardiansyah ¹⁾, Amri Gunasti ²⁾, Setiyo Ferdi Yanuar ³⁾

¹Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: oky.yudi02@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: amrigunasti@unmuhjember.ac.id

³Dosen Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: setiyoferdi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Metode beton konvensional yang dikerjakan langsung di lokasi konstruksi masih banyak digunakan oleh pelaku konstruksi. Namun, metode ini memiliki keterbatasan, seperti waktu pengerjaan yang lebih lama. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi biaya (material, upah tenaga kerja, dan peralatan) serta efektivitas waktu antara metode konstruksi beton *Precast* dan konvensional, sekaligus menganalisis perbedaan keduanya secara statistik. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan perhitungan biaya dan durasi pada kedua metode. Hasil menunjukkan bahwa biaya material beton *Precast* lebih efisien 41,95% dan biaya upah tenaga kerja lebih efisien 52,63% dibandingkan metode konvensional. Namun, dari sisi peralatan, beton konvensional lebih efisien 91,89%. Durasi pengerjaan metode *Precast* memerlukan 32 hari, sedangkan metode konvensional membutuhkan 55 hari, sehingga metode *Precast* lebih efektif secara waktu dengan selisih 23 hari (41,82%). Meski total biaya metode konvensional lebih efisien 11,70%, metode *Precast* unggul dari sisi waktu. Hasil uji statistik non-parametrik *wilcoxon* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua metode dalam aspek biaya material, tenaga kerja, dan peralatan.

Kata Kunci: Efektivitas; Efisiensi; Konvensional; *Precast*; *Wilcoxon*

Abstract

Conventional concrete methods done directly at the construction site are still widely used by construction players. However, this method has limitations, such as longer working time. This research aims to evaluate the cost efficiency (materials, labor, and equipment) and time effectiveness between Precast and conventional concrete construction methods, as well as statistically analyze the differences between the two. The research method used is quantitative with a cost and duration calculation approach in both methods. The results show that Precast concrete material costs are 41.95% more efficient and labor costs are 52.63% more efficient than conventional methods. However, in terms of equipment, conventional concrete is 91.89% more efficient. The duration of the Precast method took 32 days, while the conventional method took 55 days, making the Precast method more time-effective by a difference of 23 days (41.82%). Although the total cost of the conventional method is 11.70% more efficient, the Precast method is superior in terms of time. The Wilcoxon non-parametric statistical test showed a significant difference between the two methods in terms of material, labor, and equipment costs.

Keywords: *Effectiveness; Efficiency; Conventional; Precast; Wilcoxon*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi di Indonesia terus meningkat, dengan meningkatnya kebutuhan infrastruktur, baik untuk keperluan bangunan komersil, perumahan, dan fasilitas umum (Masdiana *et al.*, 2019). Dalam proses pembangunan, pilihan metode kerja sangat mempengaruhi efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan proyek (Usman *et al.*, 2023). Pekerjaan beton memiliki dua metode yang sering digunakan yaitu adalah beton metode konvensional dan beton *precast*.

Pekerjaan struktur memegang peranan penting dalam proyek konstruksi, sehingga memerlukan metode kerja yang tepat serta pengendalian yang sistematis (Agitiya Wahyu *et al.*, 2024). Keterlambatan proyek umumnya disebabkan oleh faktor internal, seperti manajemen yang kurang efektif dan keterbatasan sumber daya, faktor eksternal seperti cuaca buruk, keterlambatan material dan kerusakan alat (Wirabakti *et al.*, 2014). Pengecoran konvensional rentan terhadap terjadinya keterlambatan kerja akibat faktor eksternal maupun internal (Gusma, 2019). Pengecoran beton di lapangan sering terkendala cuaca dan masalah pada alat, yang bisa menghambat proses kerja. beton *precast* menjadi solusi efektif karena diproduksi di pabrik atau lokasi yang berbeda dan hanya perlu dirakit di lokasi proyek, sehingga lebih cepat dan minim risiko.

Penelitian ini membandingkan efektivitas beton *precast* dan konvensional pada tiga pekerjaan struktur kolom, balok, dan pelat lantai (Ulianto, 2019). Dengan menganalisis lebih dari satu jenis pekerjaan, akan memberikan gambaran lebih menyeluruh tentang keunggulan dan keterbatasan masing-masing metode dari sisi biaya dan waktu (Haryati & Rudi Hermawan, 2021). penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi yang signifikan bagi pelaku konstruksi dalam memilih metode kerja yang lebih efisien secara menyeluruh.

Tujuan penelitian ini berdasarkan uraian diatas sebagai berikut:

1. Mengevaluasi perbandingan Efisiensi biaya material, upah tenaga kerja dan

Peralatan antara metode konstruksi *Precast* dan konvensional.

2. Menganalisis perbandingan Efektivitas waktu antara penggunaan metode konstruksi *Precast* dan konvensional.
3. Menganalisis Uji Beda dua data statistik antara metode konstruksi *Precast* dan konvensional.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Konstruksi Bangunan

Konstruksi bangunan merupakan sebuah proses yang memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang cermat untuk mencapai ketepatan biaya, ketepatan waktu dan ketepatan mutu (Astaferro *et al.*, 2023). Elemen utama dalam konstruksi bangunan adalah kolom, balok dan pelat lantai yang menjadi struktur utama terhadap berdirinya suatu bangunan konstruksi. Elemen-elemen tersebut terbuat dari beton atau baja, penggunaan bahan material elemen struktur tersebut disesuaikan berdasarkan keperluan konstruksi bangunan. Metode pengerjaan beton semakin berkembang dan terbagi menjadi pendekatan utama, yaitu beton *Precast* dan beton konvensional.

B. Beton *Precast*

Beton *Precast* merupakan konstruksi yang komponen pembentuknya dicetak atau difabrikasi, pengolahannya baik di lahan (Bengkel) ataupun di lapangan yang kemudian dipasang dipasang di lapangan, sehingga membentuk sebuah bangunan (Baroq & Nugraheni, 2019). Produksi beton di *Batching Plan* akan membuat kualitas beton terkontrol secara baik, sehingga mutu beton dapat terpenuhi (Kristiana *et al.*, 2022). Proses produksi beton *Precast* dilakukan lantai dasar, sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja dan mengurangi Tingkat resiko para pekerja (Saragi & Nefa, 2022).

C. Beton Konvensional

Beton konvensional merupakan beton yang dicetak langsung di lokasi proyek (*In Situ*) dari proses penulangan, pemasangan begisting hingga pengecoran (Gusma, 2019). Beton konvensional ada dua metode yaitu mencampur material beton (semen, air, dan agregat) di

Lokasi proyek dan juga menggunakan *ready mix* yang di pesan dari *batching plan* lalu pengecoran dilakukan di lokasi proyek.

D. Analisis anggaran biaya

Anggaran biaya proyek adalah perkiraan total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan sesuai rencana (Putri et al., 2024). Anggaran ini mencakup semua komponen biaya, mulai dari material, tenaga kerja, dan peralatan, hingga biaya tak langsung seperti administrasi, perizinan, dan cadangan.

1. Analisis Harga Satuan pekerjaan (AHSP)

Analisis Harga Satuan Pekerjaan adalah metode untuk menentukan biaya per satuan dari setiap jenis pekerjaan dalam proyek konstruksi. AHSP memperinci komponen biaya, termasuk material, tenaga kerja, dan peralatan, yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu unit pekerjaan. SNI menetapkan koefisien pengali untuk material dan upah tenaga kerja per satu satuan pekerjaan, koefisien atau indeks item pekerjaan juga dapat di Analisa disesuaikan dengan rumus:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Waktu Prngamatan}} \quad (1)$$

2. Analisa Bahan, Upah dan Peralatan

Analisa bahan suatu pekerjaan adalah menghitung banyaknya kebutuhan atau volume masing-masing bahan, serta biaya yang dibutuhkan untuk bahan tersebut. Sedangkan yang dimaksud dengan Analisa upah yaitu, menghitung banyaknya pekerja yang dibutuhkan, serta biaya yang diperlukan untuk membayar upah pekerja (Ibrahim, 1994).

E. Perencanaan Waktu (*Schedule*)

Perencanaan waktu atau *Schedule* adalah bagian yang sangat penting selain biaya, waktu dan biaya dalam proyek konstruksi merupakan satu kesatuan yang terikat. Anggaran biaya akan membengkak jika pelaksanaan proyek terjadi keterlambatan, begitupun jika ingin mempercepat pekerjaan proyek membutuhkan lebih banyak biaya untuk menambah jumlah pekerja, alat dan jam kerja. Dalam menentukan perencanaan waktu

memerlukan data yaitu, volume pekerjaan dan produktivitas kerja yang bisa didapatkan dari koefisien atau indeks Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) (Yanuar et al., 2022). Persamaan 2 untuk menghitung durasi waktu:

$$D = \frac{V}{P} \quad (2)$$

dengan:

D = Waktu (hari)

V = Volume (m¹), (m²) dan (m³)

P = Produktivitas Kerja (OH)

F. Uji Beda Statistik

Uji beda digunakan untuk membandingkan dua data atau lebih, baik dari sampel yang independen maupun berpasangan (*Paired Sample*). Uji T berpasangan cocok dalam penelitian metode kuantitatif, untuk menganalisis efektifitas atau efisiensi terhadap perlakuan (Gunasti et al., 2024). Dalam uji beda statistik ada beberapa jenis yaitu:

a. Uji t (*t-test*)

Uji t merupakan metode statistik yang digunakan untuk membandingkan dua data kelompok.

b. Uji Anova (*Analysis Of Variance*)

ANOVA digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar kelompok dalam satu variable bebas.

c. Uji Mann-Whitney dan Wilcoxon

Untuk data non-parametrik atau tidak terdistribusi Normal, digunakan uji *Mann-Whitney* untuk dua data kelompok Independen dan Uji *Wilcoxon* untuk dua data kelompok berpasangan.

3. METODE PENELITIAN

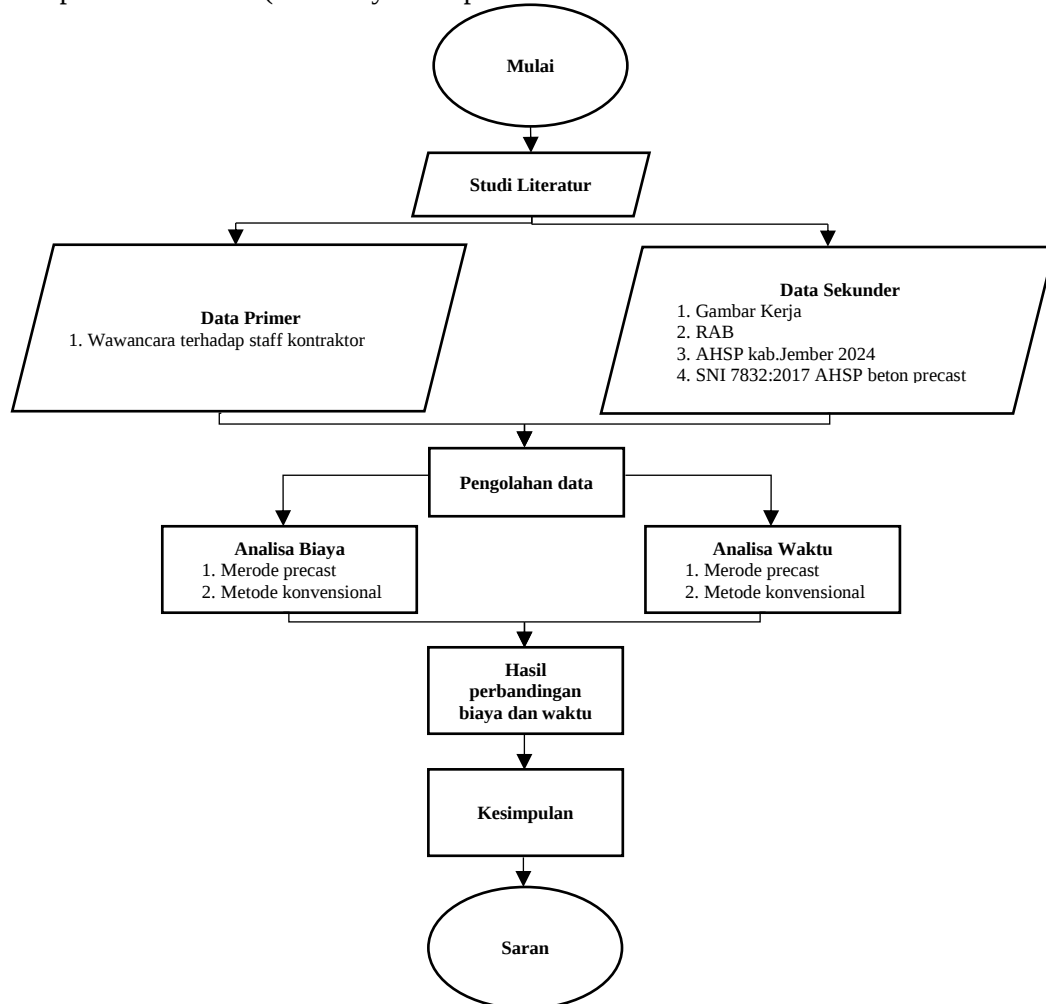
Lokasi penelitian ini berada di MTSN 2 Jember di Jalan Merak Nomor 11, Desa Slawu, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Earth, 2025

Jenis Pekerjaan konstruksi penelitian ini adalah Pembangunan Gedung Ruang Kelas Belajar MTsN 2 Jember dengan biaya konstruksi sebesar Rp. 2.897.163.500 (Dua Milyar delapan

ratus Sembilan puluh tujuh juta seratus enam puluh tiga ribu lima ratus rupiah). Tahapan penelitian dapat dilihat diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir
Sumber: Data Penelitian, 2025

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Perbandingan Efisiensi Biaya

1. Biaya Beton *Precast*

Biaya beton *precast* dapat dianalisis jika volume pekerjaan diketahui, karena volume pekerjaan menjadi dasar utama dalam menghitung biaya material, biaya upah dan biaya peralatan. Urutan pekerjaan beton *precast* yang dilakukan *Cast In Place* sesuai dengan SNI-7832-2017 dapat dilihat pada Gambar 3. Pekerjaan beton *Precast* terdapat tulangan angkat yang berfungsi untuk mempermudah proses pengangkatan

dan pemasangan elemen. Tulangan angkat dihitung untuk mengetahui Volume besi tulangan angkat pada beton *precast*. Volume besi tulangan angkat ini dihitung berdasarkan diameter dan kedalaman besi *hook* yang tertanam dalam beton *precast* dengan analisis sebagai berikut:

- Diameter Tulangan Angkat
Untuk menentukan diameter minimal angkur menggunakan persamaan 3 berikut:

$$d = \frac{\sqrt{n \cdot p}}{\pi \cdot f_y} \quad (3)$$

Dengan :

d = diameter tulangan (mm)

n = jumlah titik angkat (titik)

p = beban yang diterima (kg)

f_y = mutu tulangan (Mpa)

balok terberat pada saat *errection*:

Balok $B_1 = h \times l \times p \times B_j$

$$= 0,3 \times 0,6 \times 7 \times 2400 \text{ kg/m}$$

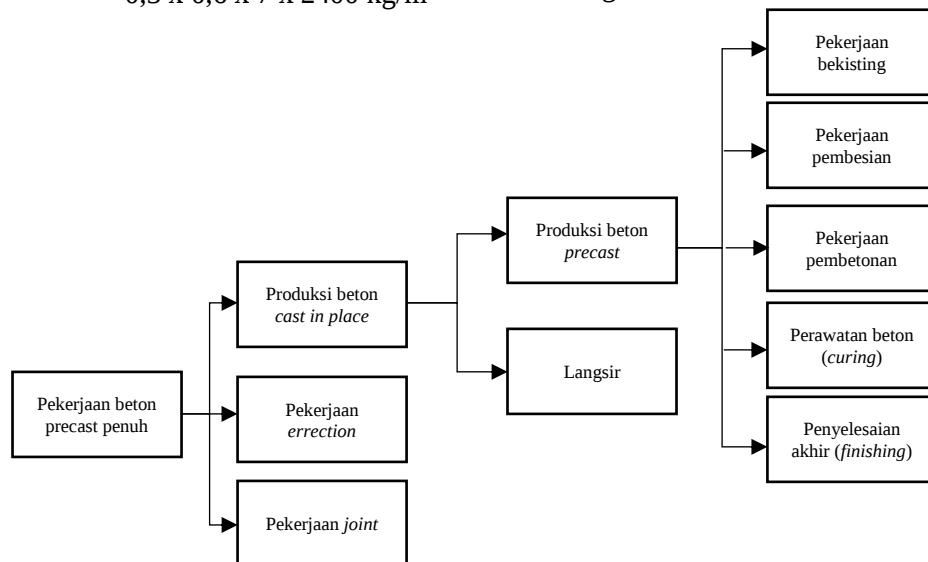
$$= 3024 \text{ kg}$$

$$n = 2 \text{ titik}$$

$$p = 3024 \text{ kg} / 2 \text{ titik} = 1512 \text{ kg}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$d = \frac{\sqrt{2 \cdot 1512}}{3,14 \cdot 400} = 1,55 \text{ cm} \sim 16 \text{ mm, jadi minimum diameter angkur yang dapat digunakan adalah D16 mm.}$$



Gambar 3. Diagram Alir Pekerjaan Beton *Precast*

Sumber: Penulis, 2025

- Kedalaman angkur tulangan angkat

Beban yang bekerja

$$\begin{aligned} \text{Beban balok} &= h \times l \times B_j \\ &= 0,3 \times 0,6 \times 2400 \\ &= 432 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kejut} &= 0,5 \times \text{Beban Balok} \\ &= 0,5 \times 432 \\ &= 216 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Total} &= \text{beban balok} + \text{beban} \\ \text{Kejut} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 432 \text{ kg/m} + 216 \text{ kg/m} \\ &= 648 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_u &= 1,4 \times \text{beban total} \\ &= 907,2 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= Q_u \times L \\ &= 907,2 \times 7 = 6350 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847:2013 pada lampiran D, gaya Tarik nominal yang bekerja pada angkur harus memenuhi:

$$N_n \leq N_{sa}$$

$$N_{sa} = A_{se} \times f_{uta}$$

Dimana :

$$N_n = \text{Gaya Tarik Angkur (N)}$$

$$N_{sa} = \text{kekuatan baja angkur (N)}$$

$$n = \text{Jumlah angkur (titik)}$$

$$A_{se} = \text{Luas tulangan angkur (mm}^2\text{)}$$

$$f_{uta} = \text{kekuatan Tarik angkur baja (Mpa)}$$

$$f_y = \text{kekuatan leleh Tarik angkur baja (Mpa)}$$

Beban diterima pada setiap angkur:

$$N_n = W/n = \frac{6350}{2} = 3175,20 \text{ kg} = 31752 \text{ N}$$

Tegangan izin dasar pada baja menggunakan;

$$f_{uta} = 2/3 f = 2/3 \times 400 = 266,7 \text{ Mpa}$$

Tetapi, tidak boleh melebihi

$$f_{uta} = 1,6 \times f_y = 1,6 \times 400 = 640 \text{ Mpa}$$

ambil f_{uta} terkecil yaitu 266,7 Mpa

$$N_{sa} = A_{se} (\phi 16) \times f_{uta}$$

$$= 200,96 \times 266,7$$

$$= 53589,3 \text{ N} > 31752,0 \text{ N OK}$$

Jadi, tulangan D16 dapat digunakan, perhitungan selanjutnya adalah kedalaman angkur dalam beton sebagai pencegahan pada saat keadaan Tarik dengan persamaan 4 berikut:

$$Heff = \sqrt[3]{\frac{Nn}{kc\sqrt{f'c}}} \quad (4)$$

Dengan :

H_{eff} = tinggi efektif atau kedalaman angkur (mm)

Kc = koefisien untuk kuat jebol (breakout) beton dasar dalam kondisi tarik (10) untuk *cast in anchor*.

$$Heff = \sqrt[3]{\frac{31752}{10\sqrt{35}}} = 69,5 \text{ mm}$$

Menurut PCI, Panjang panjang tulangan angkur setidaknya mencapai garis retak yang terjadi saat terjadi jebol. Dipilih yang terbesar dari:

$$de = 1,5 \times H_{eff} = 1,5 \times 69,5 = 105 \text{ mm} \sim 11 \text{ cm}$$

Jadi kedalaman angkur tulangan angkat yang dapat digunakan adalah 11 cm.

Rekapitulasi Volume pekerjaan beton *precast* dalam Pembangunan ruang kelas MTsN 2 Jember dapat disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Volume Beton *Precast*

Pekerjaan	Volume
KOLOM LANTAI 1	
Kolom K1	
Tul.Utama	1368,33 kg
Tul.begel	509,77 kg
Begisting	78,540 m ²
Beton	8,568 m ³
Kolom K3	
Tul.Utama	637,63 kg
Tul.begel	379,52 kg
Begisting	56,700 m ²
Beton	5,670 m ³
BALOK LANTAI 1	
Balok B1	
Tul.Utama	731,36 kg
Tul.begel	297,25 kg
Begisting	38,880 m ²
Beton	5,832 m ³
Balok B2	
Tul.Utama	436,70 kg
Tul.begel	197,87 kg
Begisting	27,540 m ²
Beton	3,060 m ³
Balok B3	
Tul.Utama	1522,13 kg
Tul.begel	772,57 kg
Begisting	105,975 m ²
Beton	11,775 m ³
Balok B4	
Tul.Utama	101,80 kg
Tul.begel	56,59 kg
Begisting	7,425 m ²
Beton	0,743 m ³
KOLOM LANTAI 2	
Kolom K2	
Tul.Utama	658,89 kg
Tul.begel	334,84 kg
Begisting	83,215 m ²
Beton	9,078 m ³

Pekerjaan	Volume
Kolom K3	
Tul.Utama	542,61 kg
Tul.begel	219,74 kg
Begisting	56,070 m ²
Beton	5,607 m ³
BALOK LANTAI 2	
Balok B6	
Tul.Utama	104,01 kg
Tul.begel	45,17 kg
Begisting	9,072 m ²
Beton	0,605 m ³
Balok B7	
Tul.Utama	447,96 kg
Tul.begel	228,97 kg
Begisting	54,318 m ²
Beton	2,963 m ³
PEK.ERRECTION	
Kolom Lt.1	32 titik
Balok Lt.1	54 titik
Pelat Lantai	155 titik
Kolom Lt.2	31 titik
Balok Lt.2	43 titik
PEK.GROUTING	
GROUTING LANTAI 1	
Grouting A-A'	0,288 m ³
Grouting B-B'	0,512 m ³
Grouting C-C'	0,180 m ³
Grouting D-D'	0,512 m ³
GROUTING PELAT LANTAI	
Grouting	2,732 m ³
GROUTING LANTAI 2	
Grouting A-A'	0,144 m ³
Grouting B-B'	0,256 m ³
Grouting C-C'	0,072 m ³
Grouting D-D'	0,256 m ³
PEK. GROUTING PADA JOINT	
Joint Lt.1	86 titik
Joint Pelat Lantai	155 titik
Joint Lt.2	74 titik
CETAKAN GROUTING	
Joint Lt.1	86 titik
Joint Pelat Lantai	155 titik
Joint Lt.2	74 titik
BONGKAR & PASANG BEGISTING	
Kolom	63 titik
Balok	97 titik

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

a. Biaya Material beton *Precast*

Material pelat lantai pada *Precast* menggunakan panel pelat lantai fabrikasi pabrik dari merek Citicon dengan spesifikasi.

Tabel 2. Spesifikasi Panel pelat Lantai Citicon

Panjang L (mm)	1470 ; 1720 ; 1970 ; 2220 ; 2470 ; 2720 ; 2970 ; 3470
Lebar W (mm)	600
Tebal T (mm)	125 ; 250 ; 275
Berat Jenis Kering (ρ)	700 kg/m ³
Berat Jenis Lapangan (ρ)	780 kg/m ³
Kuat tekan (σ)	6,20 N/mm ²
Konduktivitas Termal (λ)	0,20 W/mK
Beban Imppossed*	600 kg/m ²

Sumber: Brosur Citicon, 2025

Setelah dihitung kebutuhan seluruh Material, maka volume kebutuhan material dikalikan harga satuan bahan dan material kabupaten Jember 2024 untuk mengetahui

biaya material yang diperlukan disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Biaya Material Beton *Precast*

Material	Jumlah Bahan	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
Beton	54,98 m ³	1.137.000	62.510.102
Besi Ulir	7410,31 kg	16.900	125.234.215
Besi polos	3192,26 kg	15.700	50.118.465
Kawat	151,47 kg	23.000	3.483.701
kaso	6,09 m ³	2.778.800	16.934.424
phenol film	23,64 lbr	240.600	5.686.636
paku	106,98 kg	23.600	2.524.629
Dinabol	358,79 bh	10.700	3.839.057
minyak	103,55 L	58.300	6.036.790
begisting			
Pelat Lantai	34,50 m ³	2.551.500	88.026.750
solar	2092,41 L	14.950	31.281.514
semen Grout	9161,75 kg	4.910	44.984.183
air	1980,92 L	20	39.618
papan cor	1,26 m ³	5.663.900	7.136.514
Total (Rp)			447.836.598

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Total biaya material yang dibutuhkan pekerjaan beton *precast* pada Pembangunan ruang kelas MTSN 2 Jember sebesar Rp447.836.597,80.

b. Biaya Upah Tenaga Kerja beton *Precast*

Tenaga kerja dihitung sesuai dengan volume pekerjaan dikalikan dengan koefisien tenaga pekerja pada setiap pekerjaan. Koefisien tenaga kerja didapat dari Analisa Harga Satuan Pekerjaan beton *precast* insitu untuk konstruksi bangunan sesuai dengan SNI 7832 tahun 2017 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Beton *precast*. Upah tenaga kerja pada Pembangunan ruang kelas MTsN 2 Jember berdasarkan Standar Harga Satuan Material dan Upah Kabupaten Jember 2024. Jumlah biaya upah tenaga kerja beton *precast* disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Biaya Upah Tenaga kerja Beton *precast*

Pekerjaan	Volume	Upah (Rp)	Total (Rp)
pek.beton	53,900 m ³	146.243	7.882.485
Pek.besi	10108,59 kg	16.587	16.767.426
pek.begisting kolom	274,525 m ²	5.430	1.490.588
pek.begisting balok	243,210 m ²	5.430	1.320.557
pek.langsir Kolom	63 titik	12.451	784.394
pek.langsir Balok	97 titik	12.451	1.207.718
pek.langsir pelat	155 titik	12.451	1.929.859
Pek.errection Kolom	63 titik	75.489	4.755.776
Pek.errection Balok	97 titik	55.480	5.381.512
Pek.errection pelat	155 titik	60.937	9.445.158

Pekerjaan	Volume	Upah (Rp)	Total (Rp)
pek.cetakan Joint	315 titik	40.670	12.810.893
pek.grouting	315 titik	56.377	17.758.850
pek.bongkar bek kolom	63 titik	10.620	669.073
pek.bongkar bek. balok	97 titik	13.142	1.274.774
Total			83.479.061

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Dari tabel diatas biaya upah tenaga kerja pekerjaan beton *precast* yaitu Rp Rp 83.479.061,04.

c. Biaya Peralatan beton *Precast*

Alat yang digunakan untuk pekerjaan beton *Precast* adalah *crane* untuk proses *errection*, tipe dan kapasitas *crane* perlu dianalisa produktivitas sesuai dengan Pembangunan ruang kelas MTsN 2 Jember berdasarkan bobot yang perlu diangkat. *crane* yang digunakan adalah KATO SR-500L dengan jenis *mobile crane* dengan spesifikasi yang dapat disajikan pada tabel 5.

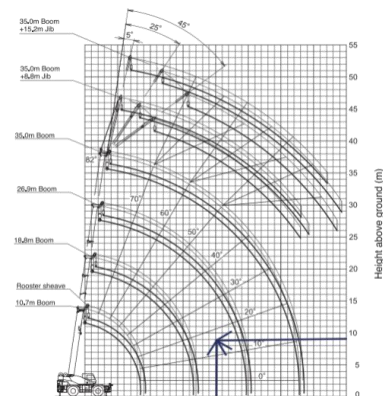
Tabel 5. Spesifikasi *Crane*

SR-500L



Tipe	SR-500L
Merk	KATO
Buatan Negara	Jepang
Beban maksimum	51 Ton
Kapasitas mesin	268 Hp
Panjang maksimum Boom	35 m
Kecepatan angkat (hoist)	2,1 (m/detik)
Kecepatan putar (slewing)	13,8(°/detik)

Sumber: Penulis 2025



Gambar 4. Working Range KATO SR-500L

Sumber: Penulis, 2025

Sesuai dengan kondisi rencana lapangan, dimana jarak antara *crane* dengan titik *errection* terjauh yaitu 20 meter dengan ketinggian (*lifting*) 9 meter. Panjang *Boom* yang digunakan adalah 26,9 meter dengan sudut angkat 20°.

- Produktifitas *Errection* Pelat Lantai

Tabel 6. Produktifitas *errection* pelat lantai

No	Alat	Koef.	Satuan
Produktivitas alat			
Nama alat	Mobile Crane KATO SR-500L		
Data umum	Kapasitas Crane	51	ton
	Elevasi tertinggi	5	m
	<i>Errection</i>		
	Faktor efisiensi kerja (Sedang)	0,8	Eff
	Sudut pengangkutan	93	°
	Jam kerja/hari	8	jam
Perhitungan siklus	<i>Cycle time</i>		
	Waktu pemasangan	120	detik
	Waktu <i>Hoist</i> (Pengangkatan)	10,4	detik
	Waktu <i>slewing</i> (putar)	6,74	detik
	Waktu penurunan	10,4	detik
	Waktu bongkar dan <i>Errection</i>	1800	detik
	Waktu kembali	27,57	detik
Produktifitas (unit/jam)			
Koefisien (Unit/hari)	Jam kerja/produktifitas	0,069	unit/hari
Bahan bakar (liter/jam)	($0,04 \cdot \text{HP} \cdot \text{Eff}$)	8,576	liter/jam
Koefisien liter/titik	Produktifitas/(bahan bakar/jam)	4,71	liter/titik

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Koefisien sewa alat berat *Crane* untuk *errection* satu pelat lantai 0,069 unit/hari atau membutuhkan 32,9 menit dan memerlukan bahan bakar sebanyak 4,71 liter.

- Produktifitas *Errection* Balok

Tabel 7. Produktifitas *Errection* Balok

No	Alat	Koef.	Satuan
Produktivitas alat			
Nama alat	Mobile Crane KATO SR-500L		
Data umum	Kapasitas Crane	51	ton
	Elevasi tertinggi	9	m
	<i>Errection</i>		
	Faktor efisiensi kerja (Sedang)	0,8	Eff
	Sudut pengangkutan	93	°
	Jam kerja/hari	8	jam
Perhitungan siklus	<i>Cycle time</i>		
	Waktu pemasangan	120	detik
	Waktu <i>Hoist</i> (Pengangkatan)	18,75	detik
	Waktu <i>slewing</i> (putar)	6,74	detik
	Waktu penurunan	18,75	detik
	Waktu bongkar dan <i>Errection</i>	1800	detik
	Waktu kembali	44,24	detik
Produktifitas (unit/jam)			
Koefisien (Unit/hari)	Jam kerja/produktifitas	2008	detik
Bahan bakar (liter/jam)	Siklus x 3600 detik	0,558	unit/jam

No	Alat	Koef.	Satuan
Koefisien (Unit/hari)	Jam kerja/produktifitas	0,070	unit/hari
Bahan bakar (liter/jam)	($0,04 \cdot \text{HP} \cdot \text{Eff}$)	8,576	liter/jam
Koefisien liter/titik	Produktifitas/(bahan bakar/jam)	4,78	liter/titik

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Koefisien sewa *crane* untuk *errections* satu buah balok 0,70 unit/hari atau membutuhkan 33,48 menit dan menghabiskan bahan bakar sebanyak 4,78 liter.

- Produktifitas *Errection* Kolom

Tabel 8. Produktifitas *Errection* Kolom

No	Alat	Koef.	Satuan
Produktivitas alat			
Nama alat	Mobile Crane KATO SR-500L		
Data umum	Kapasitas Crane	51	ton
	Elevasi tertinggi	9	m
	<i>Errection</i>		
	Faktor efisiensi kerja (Sedang)	0,8	Eff
	Sudut pengangkutan	93	°
	Jam kerja/hari	8	jam
Perhitungan siklus	<i>Cycle time</i>		
	Waktu pemasangan	120	detik
	Waktu <i>Hoist</i> (Pengangkatan)	18,75	detik
	Waktu <i>slewing</i> (putar)	6,74	detik
	Waktu penurunan	18,75	detik
	Waktu bongkar dan <i>Errection</i>	1800	detik
	Waktu kembali	44,24	detik
Produktifitas (unit/jam)			
Koefisien (Unit/hari)	Jam kerja/produktifitas	0,070	unit/hari
Bahan bakar (liter/jam)	($0,04 \cdot \text{HP} \cdot \text{Eff}$)	8,576	liter/jam
Koefisien liter/titik	Produktifitas/(bahan bakar/jam)	4,78	liter/titik

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Koefisien sewa alat berat *crane* untuk *errection* satu buah kolom 0,070 unit/hari atau membutuhkan 33,48 menit dan menghabiskan bahan bakar sebanyak 4,78 liter.

Dari analisa alat berat *crane* yang telah dilakukan, koefisien produktivitas alat berat dan koefisien bahan bakar dapat digunakan dalam Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) *errection* Kolom, Balok, dan Pelat Lantai. Akumulatif biaya sewa peralatan untuk beton *precast* disajikan pada tabel 9.

Tabel 9 Biaya Peralatan

Alat	Jumlah	Harga (Rp)	Total (Rp)
sewa Crane	30 hr	18.892.000	566.476.620
pipe support	309 bh	80.200	24.789.820
scaffolding	107 bh	50.900	5.431.030
Total (Rp)			596.697.470

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

d. Rencana Anggaran Biaya beton *Precast*
Rencana anggaran biaya menggunakan beton *precast* pada Pembangunan ruang kelas MTsN 2 Jember dapat disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Rencana Anggaran biaya beton *Precast*

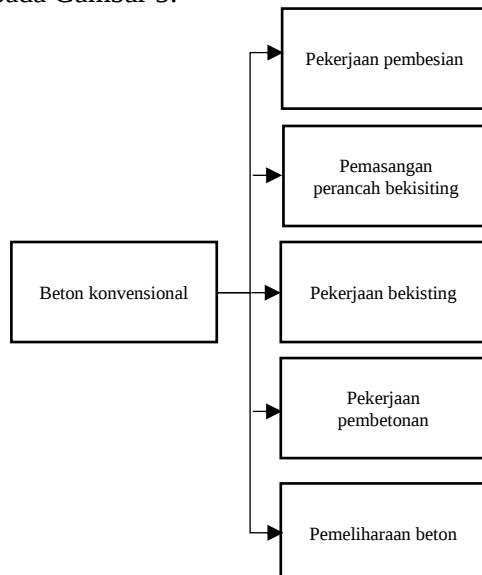
Item	Jumlah Harga (Rp)
Biaya Material	447.836.598
Biaya Upah Tenaga Kerja	83.479.061
Biaya Peralatan	596.697.470
	1.128.013.129
PPN	12,0%
Total Biaya+PPN	1.263.374.704

sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Total biaya keseluruhan yang diperlukan untuk beton *precast* sebesar Rp 1.263.374.704,31 dengan total luasan pekerjaan struktur sebesar 563,280 m², untuk mengetahui biaya beton *precast* per m² maka total biaya keseluruhan dibagi dengan total luasan pekerjaan struktur, sehingga diketahui biaya beton *precast* per m² sebesar Rp2.242.889,334 / m².

2. Biaya Beton Konvensional

Metode beton konvensional tentu berbeda dengan metode *Precast*, baik dari segi volume pekerjaan maupun biaya seperti material, upah, dan peralatan. Adapun urutan pekerjaan beton konvensional dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Diagram alir pekerjaan beton Konvensional

Sumber: Penulis, 2025.

Rekapitulasi volume pekerjaan beton Konvensional dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Volume beton Konvensional

Pekerjaan	Volume
KOLOM LANTAI 1	
Kolom K1	
Pembesian tul.utama	1369,86 kg
Pembesian tul.begel	507,23 kg
pek.begisting kolom	109,48 m ²
pek.beton	9,38 m ³
perancah begisting kolom	109,48 m ²
Kolom K2	
Pembesian tul.utama	636,48 kg
Pembesian tul.begel	377,62 kg
pek.begisting kolom	82,80 m ²
pek.beton	6,21 m ³
perancah begisting kolom	82,80 m ²
BALOK LANTAI 1	
Balok B1	
Pembesian tul.utama	758,40 kg
Pembesian tul.begel	278,68 kg
pek.begisting balok	41,58 m ²
pek.beton	5,94 m ³
perancah begisting balok	9,90 m ²
Balok B2	
Pembesian tul.utama	401,46 kg
Pembesian tul.begel	178,86 kg
pek.begisting balok	24,79 m ²
pek.beton	3,06 m ³
perancah begisting balok	7,65 m ²
Balok B3	
Pembesian tul.utama	1378,42 kg
Pembesian tul.begel	692,30 kg
pek.begisting balok	105,73 m ²
pek.beton	11,81 m ³
perancah begisting balok	30,19 m ²
Balok B4	
Pembesian tul.utama	103,65 kg
Pembesian tul.begel	47,29 kg
pek.begisting balok	5,45 m ²
pek.beton	0,74 m ³
perancah begisting balok	2,48 m ²
PELAT LANTAI	
Pembesian tul.utama	1510,90 kg
Pembesian bagi	1401,64 kg
pek.begisting pelat lantai	236,66 m ²
pek.beton	28,40 m ³
perancah begisting pelat lantai	236,66 m ²
KOLOM LANTAI 2	
Kolom K2	
Pekerjaan Kolom beton K2 30/40	832,73 kg
Pembesian tul.utama	326,11 kg
Pembesian tul.begel	110,67 m ²
pek.begisting kolom	9,42 m ³
pek.beton	110,67 m ²
Kolom K3	
Pekerjaan Kolom beton K3 30/30	548,62 kg
Pembesian tul.utama	228,15 kg
Pembesian tul.begel	78,12 m ²
pek.begisting kolom	5,86 m ³
pek.beton	78,12 m ²
BALOK LANTAI 2	
Balok B6	
Pembesian tul.utama	85,60 kg
Pembesian tul.begel	40,37 kg
pek.begisting balok	6,02 m ²
pek.beton	0,52 m ³
perancah begisting balok	1,39 m ²
Balok B7	
Pembesian tul.utama	333,00 kg
Pembesian tul.begel	213,30 kg
pek.begisting balok	54,00 m ²
pek.beton	3,24 m ³
perancah begisting balok	16,20 m ²

sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

a. Biaya Material beton Konvensional

Biaya Material beton konvensional dihitung dengan mengalikan Volume pekerjaan dengan koefisien Material pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kabupaten Jember tahun 2024 serta harga Bahan Material disajikan pada tabel 12.

Tabel 12. Biaya Material beton Konvensional

Material dan Bahan	Jumlah Bahan	Harga	Total Harga
Beton	86,27 m ³	1.137.000	98.090.415
Besi Ulir	9828,79 kg	16.900	166.106.482
Besi polos	3034,41 kg	15.700	47.640.187
Kawat beton	183,76 kg	23.000	4.226.478
Kayu Begisting	34,21 m ³	3.090.500	105.730.344
Paku 5-12 cm	523,55 kg	23.600	12.355.826
Balok Begisting	13,54 m ³	5.337.000	72.273.423
Multiplek	383,13 lbr	155.000	59.384.477
Bambu (6-10cm)	2657,19 btg	23.200	61.646.813
Bambu (8-10cm)	844,37 btg	67.900	57.332.417
Tambang Ijuk	2399,34 m	36.100	86.616.349
Total Biaya Material			771.403.210

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Total biaya material yang dibutuhkan beton Konvensional yaitu Rp771.403.209,68.

b. Biaya Upah Tenaga Kerja beton Konvensional

Item pekerjaan beton konvensional terdiri dari pekerjaan beton, pekerjaan pembesian, pekerjaan pembesian, pekerjaan begisting, pekerjaan bongkar begisting dan perancah begisting biaya Upah dapat disajikan pada tabel 13.

Tabel 13. Biaya Upah Tenaga Kerja beton Konvensional

Pekerjaan	Volume	Upah (Rp)	Total (Rp)
Pekerjaan beton	84,58 m ³	146.243	12.369.141
pekerjaan pembesian	12250,66 m ³	16.587	20.320.537
Pekerjaan begisting	855,29 m ³	113.487	97.063.740
Perancah kolom	381,07 m ³	64.186	24.459.435
Perancah balok	67,80 m ³	67.752	4.593.735
Perancah pelat	236,66 m ³	57.054	13.502.209
bongkar dan pasang begisting	855,29 m ³	4.568	3.906.600
Total Harga			176.215.397

sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Total biaya Upah tenaga kerja beton Konvensional yaitu Rp 176.215.397,009.

c. Biaya Peralatan beton Konvensional

Alat yang dibutuhkan pada pekerjaan beton konvensional adalah *concrete pump* atau pompa beton yang berfungsi untuk menyalurkan beton ke Lokasi pengecoran. Berikut adalah rincian jumlah biaya yang

perlu dikeluarkan untuk penggunaan peralatan pada metode beton konvensional,

Tabel 14. Biaya Alat beton Konvensional

Jenis Peralatan	Jumlah	Harga (Rp)	Total (Rp)
Concrete pump	11 hr	4.400.000	48.000.000

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Jumlah hari yang harus disewa untuk *concrete pump* yaitu 11 hari dengan biaya sewa Rp 4.400.000,00/hari, sehingga total biaya yang harus dikeluarkan untuk biaya peralatan Rp 48.400.000,00.

d. Rencana Anggaran Biaya beton Konvensional

Biaya keseluruhan menggunakan beton konvensional pada Pembangunan ruang kelas MTsN 2 Jember disajikan pada tabel 15.

Tabel 15. Rencana Anggaran Biaya beton Konvensional

Item	Total (Rp)
Biaya Material	771.403.210
Biaya Upah Tenaga Kerja	176.215.397
Biaya Peralatan	48.400.000
PPN	996.018.607
PPN	12,00 %
Total Biaya+PPN	1.115.540.839

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Total Rencana Anggaran Baya beton konvensional adalah Rp1.115.540.839,49. dengan total luasan pekerjaan struktur sebesar 563,280 m², untuk mengetahui biaya beton konvensional per m² maka total biaya keseluruhan dibagi dengan total luasan pekerjaan, sehingga diketahui biaya beton Konvensional per m² sebesar Rp1.980.437,508/m².

B. Perbandingan Efektivitas Waktu

1. Durasi Waktu Beton *Precast*

Durasi waktu item pekerjaan dapat diketahui dari perhitungan koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) pekerja maupun alat yang digunakan sesuai (Badan Standardisasi Indonesia, 2017) tentang Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton *Precast* untuk konstruksi bangunan gedung dikalikan dengan volume pekerjaan. Setelah mengetahui durasi pekerjaan setiap item pekerjaan, selanjutnya menganalisa Penjadwalan pekerjaan beton *Precast* dengan menggunakan metode *Barchart* disajikan pada tabel 16.

[illegible][illegible]

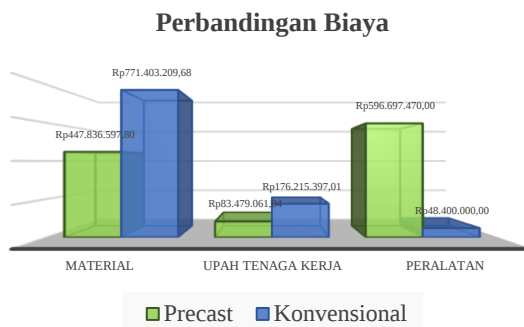
Durasi pekerjaan dihitung dari volume pekerjaan dikalikan koefisien tenaga kerja dan alat berdasarkan AHSP (Pemerintah Kabupaten Jember, 2024). Penjadwalan disusun dengan metode barchart untuk menggambarkan urutan kerja struktur ruang kelas MTsN 2 Jember, disajikan pada tabel 17.

Hasil penjadwalan menunjukkan bahwa pekerjaan beton konvensional membutuhkan waktu 55 hari. Seluruh proses dilakukan secara *cast in situ*, sehingga memerlukan waktu lebih lama karena tahapan kerja dilakukan secara berurutan. Volume struktur beton sebesar 86,27 m³. Dengan massa jenis beton bertulang 2400 kg/m³, berat total mencapai 207.051,01 kg. Jika dibagi dalam durasi 55 hari, diperoleh beban kerja harian sebesar 3.764,56 kg.

C. Analisis Statistik Terhadap Biaya Dan Waktu

1. Analisis Perbandingan Deskriptif
 - a. Perbandingan Biaya

Rencana Anggaran Biaya Terdiri dari biaya material, biaya Upah Tenaga Kerja dan biaya alat. Perbandingan Biaya dari *precast* dan konvensional pada Pembangunan ruang kelas MTsN 2 Jember dapat dilihat pada diagram pada gambar 6 berikut.



Gambar 6. Diagram Perbedaan Biaya beton *Precast* dan Konvensional
Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Hasil analisis menunjukkan bahwa biaya material beton *precast* lebih efisien dibandingkan metode konvensional karena tidak memerlukan banyak material tambahan seperti begisting dan perancah. Dari sisi upah, *precast* juga lebih efisien karena membutuhkan lebih sedikit tenaga kerja dengan produktivitas yang lebih tinggi.

Sebaliknya, biaya peralatan *precast* lebih tinggi akibat penggunaan *Crane* untuk ereksi, sedangkan beton konvensional hanya memerlukan *concrete pump*. Rencana Anggaran Biaya lengkap,

termasuk PPN 12%, disajikan pada gambar 7.



Gambar 7. Diagram perbandingan Rencana Anggaran Biaya
Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Metode beton *precast* memiliki Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp1.263.374.704,31, sedangkan metode konvensional sebesar Rp1.115.540.839,49. Selisih biaya mencapai Rp147.833.864,81 atau 11,70% lebih efisien metode Konvensional. Perbedaan biaya metode beton *precast* ini disebabkan oleh tingginya biaya sewa peralatan, khususnya alat berat untuk proses ereksi.

- b. Perbandingan waktu

Berdasarkan perhitungan durasi waktu dan penjadwalan menggunakan barchart, durasi waktu pekerjaan menggunakan metode beton *precast* membutuhkan waktu 32 hari dan metode beton konvensional selama 55 hari. Berikut diagram perbandingan durasi waktu beton *precast* dan Konvensional:



Gambar 8. Diagram Perbedaan Durasi Waktu beton *Precast* dan Konvensional
Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

2. Analisis Perbandingan Statistik

Analisis statistik dilakukan untuk mengevaluasi perbedaan efisiensi biaya antara metode beton *precast* dan konvensional pada pembangunan ruang kelas MTsN 2 Jember. Tahapan awal meliputi uji normalitas, yang selanjutnya menjadi dasar pemilihan uji parametrik atau non-parametrik.

a. Uji Beda Terhadap Biaya Material

Tabel 18. Uji Normalitas Biaya Material

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>Precast</i>	0,244	11	0,067	0,775	11	0,004
<i>Konvensional</i>	0,244	11	0,066	0,789	11	0,007

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Nilai signifikansi biaya material *Precast* (0,004) dan konvensional (0,007) < 0,05, menunjukkan data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, digunakan uji non-parametrik *Wilcoxon* yang disajikan dalam tabel 19.

Tabel 19. Uji beda *Wilcoxon* terhadap biaya Material

Test Statistics ^a			
Material Konvensional - Material <i>Precast</i>			
Z			-2,934b
Asymp. Sig. (2-tailed)			0,003

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Uji *Wilcoxon* menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,003 (< 0,05), sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan signifikan antara biaya material beton *Precast* dan konvensional pada proyek MTsN 2 Jember.

b. Uji Beda Terhadap Biaya Upah Tenaga Kerja

Tabel 20. Uji normalitas Biaya upah tenaga kerja

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>Precast</i>	0,281	11	0,015	0,752	11	0,002
<i>Konvensional</i>	0,185	11	,200*	0,871	11	0,080

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Nilai signifikansi untuk upah tenaga kerja beton *Precast* adalah 0,002 (< 0,05), sedangkan untuk beton konvensional sebesar 0,080 (> 0,05). Karena salah satu

data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji non-parametrik *Wilcoxon*, sebagaimana disajikan pada tabel 21.

Tabel 21 Uji beda *Wilcoxon* terhadap biaya upah tenaga kerja

Test Statistics ^a			
Biaya Upah Konvensional - Biaya Upah <i>Precast</i>			
Z			-2,667b
Asymp. Sig. (2-tailed)			0,008

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Uji *Wilcoxon* menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,008 (< 0,05), sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan signifikan antara biaya upah tenaga kerja beton *Precast* dan konvensional pada proyek MTsN 2 Jember.

c. Uji Beda Terhadap biaya Peralatan

Tabel 22 Uji Normalitas biaya peralatan

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
<i>Precast</i>	0,349	11	0,001	0,535	11	0,000
<i>Konvensional</i>	0,253	11	0,047	0,796	11	0,008

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Nilai signifikansi biaya material *Precast* (0,000) dan konvensional (0,008) < 0,05, menunjukkan data tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu, digunakan uji non-parametrik *Wilcoxon* pada tabel 23.

Tabel 23 Uji beda *Wilcoxon* terhadap biaya peralatan

Test Statistics ^a			
Biaya Alat <i>Precast</i> – Biaya Alat Konvensional			
Z			-2,934b
Asymp. Sig. (2-tailed)			0,003

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025.

Uji *Wilcoxon* menunjukkan nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) sebesar 0,003 (< 0,05), sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan signifikan antara biaya upah tenaga kerja beton *Precast* dan konvensional pada proyek MTsN 2 Jember.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

- Berdasarkan hasil perhitungan biaya Material beton *precast* sebesar

Rp447.836.597,80, sedangkan Material beton konvensional sebesar Rp771.403.209,68 dengan selisih 41,95%. Biaya Upah Tenaga Kerja Beton *precast* membutuhkan Rp83.479.061,04 dan biaya upah tenaga kerja beton konvensional Rp176.215.397,0, sehingga upah tenaga kerja beton *precast* lebih efisien 52,63%. Peralatan beton konvensional lebih efisien 91,89% dengan biaya sebesar Rp48.400.000,00, sedangkan biaya peralatan beton *precast* membutuhkan biaya sebesar Rp596.697.470,00.

2. Dari perhitungan durasi waktu pekerjaan beton metode *Precast* membutuhkan 32 hari, sedangkan untuk pekerjaan beton metode konvensional membutuhkan waktu 55 hari. Metode yang paling efektif adalah metode *Precast* dengan selisih waktu 23 hari atau 41,82% lebih efektif dari pada metode konvensional.
3. Dari analisis deskriptif biaya metode Konvensional lebih efisien 11,70 % dari pada metode *Precast*, tetapi *Precast* 41,82% lebih efektif dari beton Konvensional. Berdasarkan Uji Statistik non-parametrik dengan metode *Wilcoxon* menunjukkan bahwa Biaya Beton *Precast* dan Konvensional terhadap Material, Upah tenaga kerja dan Alat terdapat perbedaan yang signifikan.

B. SARAN

1. Perbandingan perbedaan dapat diakibatkan oleh dimensi struktur atau skala proyek, jadi persentase perbedaan bisa berubah.
2. Biaya dapat berubah sesuai dengan harga satuan pekerjaan pada setiap daerah, sehingga perbandingan beton *Precast* dan Konvensional bisa berubah.
3. Perlu diteliti lebih mendalam terkait fabrikasi beton *Precast* dengan metode menggunakan fabrikasi pabrik atau fabrikasi lapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

Agitiya Wahyu, A., Gunasti, A., & Cahya Dewi, I. 2024. Standarisasi Kinerja Waktu dan Biaya dengan Metode Earned Value pada

Tahap Pekerjaan Struktur Proyek. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*. 1 (1): 31–40.

Astaferro, Archipio Dimas and Hermawati, Putu & Parthama, K. A. 2023. Efektivitas Waktu dan Biaya Penggunaan Beton *Precast* Terhadap Beton Konvensional pada Proyek Pembangunan Gedung Dekanat FISIP Universitas Udayana. Tesis. Politeknik Negeri Bali.

Badan Standardisasi Indonesia. 2017. *SNI 7832:2017. Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak Untuk Konstruksi Bangunan Gedung*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional.

Baroq, M.I. & N.F. 2019. Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Kolom Antara Metode Beton Konvensional Dengan *Precast*. Tesis. Universitas Islam Indonesia.

Ferdi Yanuar, S., Rizal, N. S., & Abadi, T. 2022. Analisis Perbandingan Harga Satuan Galian Tanah Mekanis Menggunakan Permen-PUPR Tahun 2022 Dan 2016. *Rekayasa Infrastruktur Hexagon*. 7 (1): 25–32.

Gunasti, A., Setiawan, R. B., Ariadana, M. L., & Hamdani, A. 2024. Perbandingan Nilai Mahasiswa Teknik Sipil Kelas C Universitas Muhammadiyah Jember Sebelum Dan Sesudah Menerima Materi Uji T Data Berpasangan Dengan Metode Penugasan. *Smart Teknologi*. 5 (3): 330–337.

Gusma, M.A.A. 2019. Efisiensi Dan Efektivitas Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Kolom Antara Metode *Precast* Dan Konvensional. *Jutateks*. 3 (2): 247–256.

Haryati, S., & Rudi Hermawan, A. 2021. Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Atas Dengan Beton *Pracetak* Pada Proyek Gedung. *Construction and Material*

- Journal*. 3 (2): 79–87.
- Ibrahim, H. B. 1994. *Rencana Dan Estimasi Real of Cost*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Kristiana, R., Sinulingga, J. F., Sedyanto, S., & Wedhasari, T. 2022. Komparasi Efektivitas Waktu dan Efisiensi Biaya Antara Metode Konvensional Dan Half Slab Pada Struktur Pelat. *IKRAITH-Teknologi*. 6 (3): 103–108.
- Masdiana. 2019. *Dinamika Industri Konstruksi di Indonesia*. CV. Tohar Media. Makassar.
- Pemerintah Kabupaten Jember. 2024. *Analisa Standar Belanja dan Analisis Harga Satuan Pekerjaan Fisik Konstruksi Kabupaten Jember 2024*. Jember.
- Putri, S., Gunasti, A., & Alihudien, A. 2024. Analisis Perbandingan Efisiensi Biaya dan Waktu pada Pondasi Sumuran dan Pondasi Tapak Pembangunan Gedung Tipikor Polda Aceh. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*. 1 (3): 1-6.
- Saragi, T. E., & Nefa, K. Z. 2022. Analisa Perbandingan Pelaksanaan Struktur Pelat Lantai Metode Konvensional, Bounceck Dan Precast Full Slab Ditinjau Dari Segi Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Gedung GBKP Tanah Merah Binjai. *Jurnal Teknik Sipil*. 1 (2): 38–52.
- Ulianto, W. D. 2019. Analisis Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Balok dan Kolom Antara Metode Konvensional Cor Ditempat Dengan Precast. Tesis. Universitas Islam Indonesia.
- Usman, S., Muhammad, A. H., Adjam, I., Kom, M., & Altarans, I. 2023. Optimasi Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja Dan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Islamic Center Halmahera Tengah). *Jurnal Teknik*. 16 (1): 2589–8891.
- Wirabakti, D. M., Abdullah, R., & Maddeppungeng, A. 2014. Studi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Konstruksi Bangunan Gedung. *Jurnal Konstruksia*. 6 (1): 15–29.