

Analisis Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket* pada Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang

Safina Annajah Husni^{1*}, Agung Sutarto¹

¹*Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia*

safinaannajah10@students.unnes.ac.id*

Copyright©2026 by authors. Authors agree that this article remains permanently open access under the terms of the Creative Commons

Abstrak

Pekerjaan pengecoran beton merupakan tahapan krusial dalam proyek konstruksi gedung bertingkat karena berpengaruh langsung terhadap efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan. Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang memiliki struktur yang kompleks dan volume pengecoran yang tinggi sehingga memerlukan evaluasi metode pengecoran yang sesuai dengan kondisi lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi biaya pengecoran dengan membandingkan biaya riil lapangan terhadap biaya berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), serta menganalisis waktu dan produktivitas metode pengecoran menggunakan concrete pump dan concrete bucket sesuai dengan karakteristik elemen struktur yang dikerjakan. Penelitian ini menggunakan metode observatif dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Data diperoleh melalui observasi langsung terhadap pekerjaan pengecoran di Lantai 3 Zona D Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang yang meliputi volume pekerjaan, durasi pelaksanaan, dan biaya aktual, serta didukung oleh wawancara dan studi literatur. Data dianalisis secara numerik untuk mengevaluasi efisiensi biaya terhadap SNI serta menghitung waktu rata-rata dan tingkat produktivitas masing-masing metode pengecoran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya riil pengecoran menggunakan *concrete pump* sebesar Rp 1.026.134/m³ dan *concrete bucket* sebesar Rp 1.081.172/m³, lebih rendah dibandingkan biaya berdasarkan SNI, masing-masing sebesar Rp 1.666.741/m³ dan Rp 1.362.741/m³. Tingkat efisiensi biaya mencapai 38,43% pada metode *concrete pump* dan 20,66% pada metode *concrete bucket*. Dari aspek waktu dan produktivitas, pengecoran pelat dan balok menggunakan *concrete pump* membutuhkan waktu rata-rata 2,831 menit/m³ dengan produktivitas 0,353 m³/menit, sedangkan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* memerlukan waktu 10,532 menit/m³ dengan produktivitas 0,095 m³/menit. Penelitian ini menyarankan penggunaan *concrete bucket* berkapasitas lebih besar serta kajian lanjutan terhadap metode pengecoran dan variasi elevasi pekerjaan.

Kata Kunci: Pengecoran Beton, *Concrete Pump*, *Concrete Bucket*, Biaya, Waktu.

Abstract

Concrete placement work is a crucial stage in multistory building construction projects as it directly impacts cost efficiency and project timeline. The Mall 23 Semarang Construction Project features a complex structure and a high volume of concrete placement, thus requiring an evaluation of placement methods suitable for field conditions. This research aims to analyze the cost efficiency of concrete placement by comparing actual field costs against costs based on the Indonesian National Standard (SNI), as well as to analyze the time and productivity of placement methods using a concrete pump and a concrete bucket according to the characteristics of the structural elements being worked on. This research uses an observational method with a quantitative descriptive approach. Data were obtained through direct observation of concrete placement work on the 3rd Floor, Zone D of the Mall 23 Semarang Construction Project, covering work volume, implementation duration, and actual costs, supported by interviews and literature study. The data were analyzed numerically to evaluate cost efficiency against SNI and to calculate the average time and productivity rate of each placement method based on effective duration and work volume. The results show that the actual cost of placement using a concrete pump is IDR 1,026,134/m³ and using a concrete bucket is IDR 1,081,172/m³, lower than the costs based on SNI, which are IDR 1,666,741/m³ and IDR 1,362,741/m³, respectively. The cost efficiency rate reaches 38.43% for the concrete pump method and 20.66% for the concrete bucket method. In terms of time and productivity, placing slabs and beams using a concrete pump requires an average time of 2.831 minutes/m³ with a productivity of 0.353 m³/minute, while placing columns using a concrete bucket requires 10.532 minutes/m³ with a productivity of 0.095 m³/minute. This research suggests considering the use of a larger capacity concrete bucket and further study on alternative placement methods and variations in work elevation.

Keywords: Concrete Casting, Concrete Pump, Concrete Bucket, Cost, Time.

Pendahuluan

Proyek konstruksi merupakan bidang pekerjaan dengan tingkat kompleksitas tinggi yang melibatkan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian berbagai sumber daya secara terpadu. Keberhasilan proyek umumnya diukur melalui tiga indikator utama, yaitu mutu, biaya, dan waktu. Dalam praktiknya, aspek biaya dan waktu sering menjadi perhatian utama karena sangat menentukan efisiensi pelaksanaan serta keberlanjutan proyek. Keterlambatan penyelesaian pekerjaan atau terjadinya pembengkakan biaya tidak hanya berdampak pada penurunan kinerja proyek, tetapi juga dapat menimbulkan kerugian finansial bagi pihak kontraktor dan pemilik proyek (JANE, 2025).

Pada pekerjaan struktur beton bertulang, pengecoran merupakan tahapan krusial yang berpengaruh langsung terhadap kelancaran pelaksanaan proyek. Proses pemindahan beton segar dari sumber ke lokasi pengecoran sangat menentukan produktivitas pekerjaan (Kustanrika et al., 2024). Seiring perkembangan teknologi konstruksi, metode pengecoran dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket* dengan bantuan *tower*

crane. Masing-masing metode memiliki karakteristik teknis, keunggulan, dan keterbatasan yang berbeda, sehingga pemilihannya perlu disesuaikan dengan kondisi pekerjaan di lapangan (Yanita & Nurdianto, 2023).

Namun, dalam praktik pelaksanaan proyek, pemilihan metode pengecoran sering kali belum didasarkan pada analisis biaya yang komprehensif. Perhitungan biaya umumnya masih mengandalkan ketersediaan alat atau pengalaman subjektif dari proyek sebelumnya. Pendekatan ini kurang memberikan gambaran akurat mengenai efisiensi pelaksanaan, terutama jika tidak disertai evaluasi kuantitatif antara biaya aktual dan standar acuan seperti SNI. Kondisi tersebut berpotensi menimbulkan ketidakefisienan penggunaan sumber daya serta ketidakseimbangan antara biaya dan waktu pelaksanaan (Cahyadi et al., 2024).

Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang merupakan proyek komersial berskala besar yang menuntut pelaksanaan pekerjaan secara efisien, baik dari segi biaya maupun waktu. Mall ini dirancang sebagai pusat perbelanjaan modern dengan konsep “urban forest” yang menggabungkan arsitektur modern dan ruang terbuka hijau, sehingga memiliki struktur yang kompleks dan membutuhkan volume pengecoran yang besar. Kondisi tersebut menjadikan pekerjaan pengecoran sebagai salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan proyek secara keseluruhan.

Penelitian terdahulu masih memiliki beberapa keterbatasan, antara lain terbatasnya kajian yang membandingkan biaya aktual dengan standar SNI pada proyek di wilayah Semarang. Selain itu, banyak penelitian melakukan perbandingan langsung antara *concrete pump* dan *concrete bucket* pada elemen struktur yang sama, padahal dalam praktik lapangan pemilihan alat didasarkan pada kesesuaian teknis, di mana *concrete pump* lebih optimal digunakan untuk pengecoran plat dan balok, sedangkan *concrete bucket* digunakan untuk pengecoran kolom. Di sisi lain, kajian yang secara terpadu menganalisis efisiensi biaya terhadap SNI serta karakteristik waktu dan produktivitas masing-masing metode pada aplikasi optimalnya dalam satu proyek masih terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan pengecoran menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket* pada Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang. Penelitian dilakukan dengan pendekatan studi kasus realistis melalui evaluasi biaya riil terhadap standar SNI serta analisis karakteristik waktu dan produktivitas masing-masing metode sesuai dengan aplikasinya di lapangan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran efisiensi biaya dan kinerja metode pengecoran yang kontekstual serta menyediakan data produktivitas alat yang spesifik untuk wilayah Semarang, yang dapat menjadi acuan dalam perencanaan proyek sejenis.

Metode Penelitian

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian observatif dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Penelitian observatif dilakukan dengan pengamatan langsung terhadap pelaksanaan pekerjaan pengecoran di lapangan, sedangkan pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan dan menganalisis data biaya, waktu, dan produktivitas secara numerik. Metode

ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang berfokus pada evaluasi efisiensi biaya serta kinerja waktu pelaksanaan berdasarkan data aktual proyek.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian merupakan periode waktu berjalannya penelitian yang dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam proses analisis. Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara bersamaan dengan Program Kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) selama enam bulan, yaitu mulai tanggal 13 Januari 2025 hingga 13 Juli 2025. Pengambilan data penelitian difokuskan pada bulan Mei 2025, bertepatan dengan pelaksanaan pekerjaan pengecoran Lantai 3 Zona D.

Lokasi penelitian merupakan tempat dilaksanakannya kegiatan penelitian untuk mendapatkan data-data yang akan digunakan dalam analisis. Lokasi pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang. Proyek ini berlokasi di Jl. Kawasan Pearl of Java Marina, Tambakharjo, Kec. Semarang Barat, Kota Semarang.



Gambar 1 Lokasi Proyek Penelitian

(Sumber: *Google Earth*)

Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian merupakan aspek atau variabel yang dianalisis dalam penelitian. Dalam penelitian ini, objek yang dikaji meliputi biaya, waktu, dan produktivitas pekerjaan pengecoran pada lantai 3 Zona D. Sementara itu, subjek penelitian adalah metode dan peralatan pengecoran yang digunakan, yaitu concrete pump pada pekerjaan pengecoran slab/pelat lantai dan concrete bucket pada pekerjaan pengecoran kolom di Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang.

Data dan Sumber Data

Data dalam penelitian ini diperoleh dari hasil pengamatan dan pengukuran terhadap objek penelitian yang digunakan sebagai dasar analisis untuk mencapai tujuan penelitian. Berdasarkan sumbernya, data yang digunakan dibedakan menjadi data primer dan data sekunder, sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan pada proyek yang menjadi objek penelitian. Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati pekerjaan pengecoran

pelat lantai, balok, dan kolom, serta mencatat durasi setiap tahapan pengecoran untuk metode *concrete pump* dan *concrete bucket*. Selain itu, data primer dilengkapi dengan wawancara kepada pekerja yang terlibat langsung dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari dokumen proyek dan sumber literatur yang mendukung penelitian, yang meliputi:

- a. Gambar Kerja (*Shop Drawing*)
- b. Rencana Anggaran Pekerjaan (RAP)
- c. *Schedule* Proyek
- d. Spesifikasi Alat
- e. Standar Nasional Indonesia (SNI) menurut PermenPUPR No. 28/PRT/M/2016 Tahun 2016

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan metode yang digunakan untuk memperoleh informasi yang mendukung kelengkapan dan keakuratan hasil penelitian. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan menelaah referensi dan teori yang relevan sebagai dasar analisis penelitian. Sumber yang digunakan meliputi buku, jurnal ilmiah, artikel, laporan proyek, serta peraturan dan standar yang berlaku, khususnya Standar Nasional Indonesia (SNI) sebagai acuan dalam analisis biaya.

2. Observasi (Pengamatan Langsung)

Observasi dilakukan melalui pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap pelaksanaan pekerjaan pengecoran pelat lantai, balok, dan kolom di Lantai 3 Zona D Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang. Data yang dikumpulkan meliputi waktu pelaksanaan pengecoran, volume pekerjaan, jumlah tenaga kerja, serta penggunaan alat pengecoran berupa *concrete pump* dan *concrete bucket*.

3. Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung dengan pihak yang terlibat dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan, seperti mandor dan pekerja terkait. Metode ini bertujuan untuk memperoleh informasi tambahan mengenai alur pelaksanaan pekerjaan, spesifikasi alat, serta kendala yang dihadapi selama proses pengecoran.

Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan proses pengolahan data agar lebih sistematis dan mudah dipahami sebagai dasar dalam penarikan simpulan penelitian. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi aspek biaya, waktu, dan produktivitas pekerjaan pengecoran berdasarkan data proyek yang telah dikumpulkan, dengan tahapan sebagai berikut:

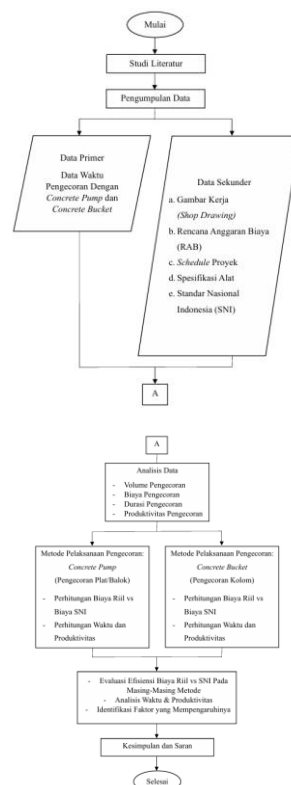
1. Pengumpulan data yang berasal dari data primer dan sekunder disusun, diklasifikasikan, dan direkapitulasi berdasarkan jenis pekerjaan pengecoran dan metode pelaksanaan, yaitu

concrete pump dan *concrete bucket*. Pengelompokan data meliputi volume pekerjaan, durasi pelaksanaan, dan komponen biaya pada masing-masing metode pengecoran.

2. Analisis pekerjaan pengecoran dilakukan secara terpisah untuk setiap metode, meliputi analisis volume, durasi, produktivitas, dan biaya pelaksanaan. Data volume pekerjaan diperoleh dari gambar kerja (*shop drawing*), sedangkan durasi pelaksanaan diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan.
3. Produktivitas dihitung berdasarkan perbandingan antara volume beton dan durasi pelaksanaan pengecoran.
4. Biaya pengecoran dihitung berdasarkan penggunaan alat, bahan, dan tenaga kerja selama proses pengecoran berlangsung.
5. Analisis perbandingan biaya riil dan biaya SNI dilakukan untuk mengetahui selisih biaya serta tingkat efisiensi masing-masing metode pengecoran.
6. Analisis waktu dan produktivitas dilakukan untuk menilai kinerja pelaksanaan pengecoran berdasarkan kondisi nyata di proyek.
7. Kesimpulan dan saran disusun berdasarkan hasil analisis efisiensi biaya, waktu, dan produktivitas pekerjaan pengecoran menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket* pada Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini bisa dicermati pada gambar berikut ini:



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang dengan fokus pada analisis biaya dan durasi pekerjaan pengecoran menggunakan metode *concrete pump* dan *concrete bucket* yang dioperasikan dengan tower crane. Objek kajian berada pada Lantai 3 Zona D. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dengan pencatatan waktu kerja secara real time, serta dilengkapi data pendukung berupa shop drawing, jadwal pelaksanaan, rencana anggaran biaya, volume pekerjaan, dan biaya aktual yang diperoleh dari pihak pelaksana proyek.

Pengamatan dilakukan selama lima hari, yaitu pada tanggal 5–6 Mei 2025 untuk pekerjaan pengecoran pelat lantai dan balok menggunakan *concrete pump*, serta tanggal 7–9 Mei 2025 untuk pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket*.

Analisis Biaya Penyelesaian Pengecoran

Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump*

Tabel 1 Perhitungan Biaya Riil Pekerjaan Pengecoran *Concrete Pump*

No	Nama	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
A TENAGA KERJA					
1	Mandor	Orang	1	150.000	150.000
2	Kepala Tukang	Orang	1	125.000	125.000
3	Tukang	Orang	-	-	-
4	Pekerja	Orang	13	100.000	1.300.000
JUMLAH BIAYA TENAGA KERJA (A)					1.575.000
B BAHAN					
1	Beton Ready Mix f'c 35 Mpa	m ³	272	953.800	259.433.600
JUMLAH BIAYA BAHAN (B)					259.433.600
C ALAT BANTU PENGECORAN					
1	Concrete Pump	m ³	272	62.500	17.000.000
2	Vibrator	Unit	2	549.900	1.099.800
JUMLAH BIAYA ALAT BANTU PENGECORAN (C)					18.099.800
D TOTAL BIAYA PENGECORAN (A+B+C)					279.108.400
E BIAYA PENGECORAN PER m³ ($\frac{D}{Volume}$)					1.026.134

Analisis biaya pekerjaan pengecoran berdasarkan SNI bisa dipakai sebagai acuan bagi penyedia jasa konstruksi saat menyusun anggaran biaya proyek atau biaya pekerjaan tertentu. Selain itu, analisis ini digunakan untuk membandingkan dengan biaya riil di lapangan guna mengetahui selisih biaya pekerjaan pengecoran. Adapun rincian biaya pengecoran berdasarkan SNI disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2 Perhitungan Biaya Pekerjaan Pengecoran Concrete Pump Berdasarkan SNI

No	Nama	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
A TENAGA KERJA					
1	Pekerja	OH	1	129.750	129.750
2	Tukang Batu	OH	0,25	155.000	38.750
3	Kepala Tukang	OH	0,025	155.000	3.875
4	Mandor	OH	0,1	165.000	16.500
JUMLAH BIAYA TENAGA KERJA (A)					188.875
B BAHAN					
1	Beton Ready Mix f'c 35 Mpa	m ³	1,02	953.800	972.876
JUMLAH BIAYA BAHAN (B)					972.876
C ALAT BANTU PENGECORAN					
1	Pompa dan Conveyor Beton	Sewa-hari	0,12	3.750.000	450.000
2	Vibrator	Sewa-hari	0,1	549.900	54.990
JUMLAH BIAYA ALAT BANTU PENGECORAN (C)					504.990
D BIAYA PENGECORAN per m³ (A+B+C)					1.666.741
E TOTAL BIAYA PENGECORAN (D x Volume)					453.353.552

Untuk perbandingan antara biaya riil pengecoran dan biaya berdasarkan SNI dapat disajikan pada tabel berikut ini:

Tabel 3 Perbandingan Biaya Riil dan Biaya SNI Pada Pengecoran *Concrete Pump*

		Biaya per m ³		Total Biaya Pengecoran
Biaya Riil	Rp	1.026.134	Rp	279.108.400
Biaya Berdasarkan SNI	Rp	1.666.741	Rp	453.353.552
Selisih / Profit	Rp	640.607	Rp	174.245.152

Pengecoran Menggunakan *Tower Crane* dan *Concrete Bucket*

Tabel 4 Perhitungan Biaya Riil Pekerjaan Pengecoran *Concrete Bucket*

No	Nama	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
A TENAGA KERJA					
1	Mandor	Orang	1	150.000	150.000
2	Kepala Tukang	Orang	1	125.000	125.000
3	Tukang	Orang	-	-	-
4	Pekerja	Orang	4	100.000	400.000
5	Operator TC	Jam	10,53	15.556	163.800
JUMLAH BIAYA TENAGA KERJA (A)					838.800
B BAHAN					
1	Beton <i>Ready Mix</i> f'c 35 Mpa	m ³	62	953.800	59.135.600
JUMLAH BIAYA BAHAN (B)					59.135.600
C ALAT BANTU PENGECORAN					
1	<i>Tower Crane</i>	Jam	10,53	648.889	6.508.357
2	<i>Vibrator</i>	Unit	1	549.900	549.900
JUMLAH BIAYA ALAT BANTU PENGECORAN (C)					7.058.257
D TOTAL BIAYA PENGECORAN (A+B+C)					67.032.657
E BIAYA PENGECORAN PER m³ ($\frac{D}{Volume}$)					1.081.172

Analisis biaya pekerjaan pengecoran berdasarkan SNI bisa dipakai sebagai acuan bagi penyedia jasa konstruksi saat menyusun anggaran biaya proyek atau biaya pekerjaan tertentu.

Selain itu, analisis ini digunakan untuk membandingkan dengan biaya riil di lapangan guna mengetahui selisih biaya pekerjaan pengecoran. Adapun rincian biaya pengecoran berdasarkan SNI disajikan pada tabel berikut:

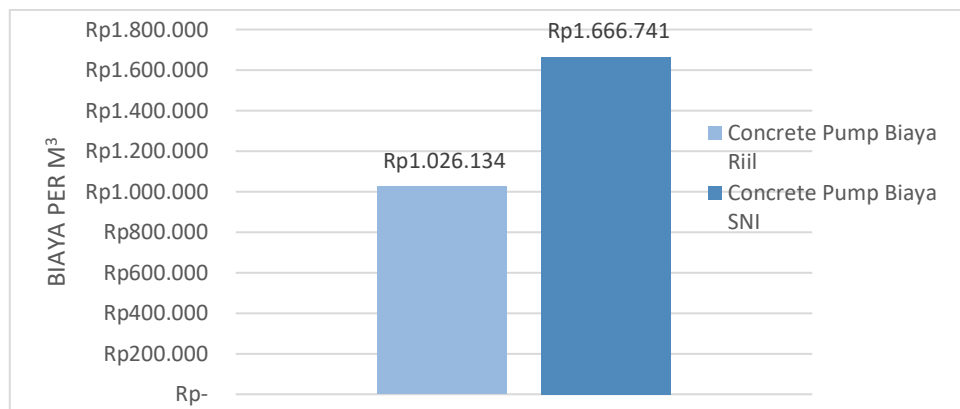
Tabel 5 Perhitungan Biaya Pekerjaan Pengecoran *Concrete Bucket* Berdasarkan SNI

No	Nama	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
A TENAGA KERJA					
1	Pekerja	OH	1	129.750	129.750
2	Tukang Batu	OH	0,25	155.000	38.750
3	Kepala Tukang	OH	0,025	155.000	3.875
4	Mandor	OH	0,1	165.000	16.500
JUMLAH BIAYA TENAGA KERJA (A)					188.875
B BAHAN					
1	Beton <i>Ready Mix</i> f'c 35 Mpa	m ³	1,02	953.800	972.876
JUMLAH BIAYA BAHAN (B)					972.876
C ALAT BANTU PENGECORAN					
1	<i>Crane</i>	Sewa-hari	0,025	5.840.000	146.000
2	<i>Vibrator</i>	Sewa-hari	0,1	549.900	54.990
JUMLAH BIAYA ALAT BANTU PENGECORAN (C)					200.990
D BIAYA PENGECORAN per m³ (A+B+C)					1.362.741
E TOTAL BIAYA PENGECORAN (D x Volume)					84.489.942

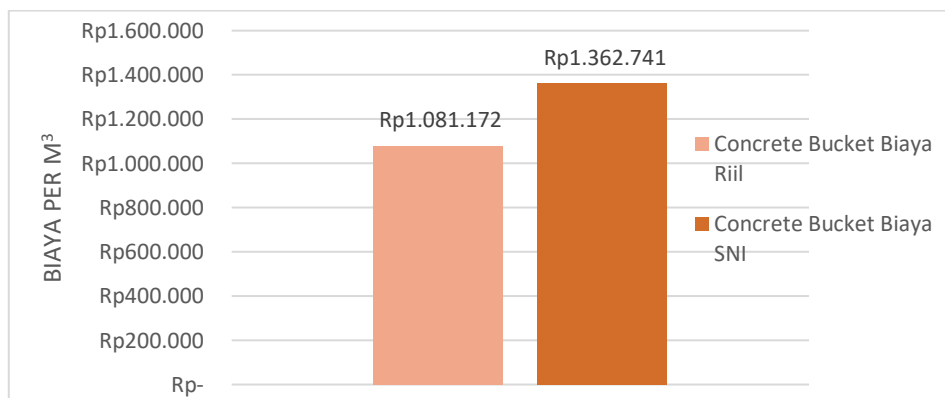
Untuk perbandingan biaya riil pengecoran dan biaya berdasarkan SNI dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6 Perbandingan Biaya Riil dan Biaya SNI Pada Pengecoran *Concrete Bucket*

	Biaya per m ³		Total Biaya Pengecoran	
Biaya Riil	Rp	1.081.172	Rp	67.032.657
Biaya Berdasarkan SNI	Rp	1.362.741	Rp	84.489.942
Selisih / Profit	Rp	281.569	Rp	17.457.285



Gambar 3 Histogram Perbandingan Biaya Riil dan Biaya SNI Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump*



Gambar 4 Histogram Perbandingan Biaya Riil dan Biaya SNI Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*

Berdasarkan hasil analisis biaya, pengecoran pelat dan balok menggunakan *concrete pump* pada volume 272 m³ menghasilkan biaya riil sebesar Rp 1.026.134/m³ atau total Rp 279.108.400, sedangkan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* pada volume 62 m³ memerlukan biaya riil sebesar Rp 1.081.172/m³ atau total Rp 67.032.657. Jika dibandingkan dengan biaya acuan Standar Nasional Indonesia (SNI), kedua metode menunjukkan biaya aktual yang lebih rendah. Biaya SNI untuk *concrete pump* tercatat sebesar Rp 1.666.741/m³ dengan tingkat efisiensi 38,43%, sedangkan biaya SNI untuk *concrete bucket* sebesar Rp 1.362.741/m³ dengan efisiensi 20,66%.

Analisis Waktu Penyelesaian Pengecoran

Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*

Tabel 7 Waktu Penyelesaian Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump*

No	Volume (m ³)	Waktu Pengecoran (menit)	Waktu per m ³ (menit/m ³)
1	272	770	2,831

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu per m}^3 &= \frac{\text{Waktu Pengecoran}}{\text{Volume Pengecoran}} \\
 &= \frac{770}{272} \\
 &= 2,831 \text{ menit/m}^3 \\
 &= 0,047 \text{ jam/m}^3
 \end{aligned}$$

Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

Tabel 8 Waktu Penyelesaian Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*

No	Volume (m ³)	Waktu Pengecoran (menit)	Waktu per m ³ (menit/m ³)
1	62	653	10,532

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu per m}^3 &= \frac{\text{Waktu Pengecoran}}{\text{Volume Pengecoran}} \\
 &= \frac{653}{62} \\
 &= 10,532 \text{ menit/m}^3 \\
 &= 0,176 \text{ jam/m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis waktu pengecoran, diperoleh bahwa penggunaan alat *concrete pump* pada pekerjaan pengecoran pelat dan balok membutuhkan waktu sebesar 2,831 menit/m³, sedangkan pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan alat *concrete bucket* memerlukan waktu sebesar 10,532 menit/m³.

Analisis Produktivitas Penyelesaian Pengecoran

Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*

Tabel 9 Produktivitas Penyelesaian Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump*

No	Volume (m ³)	Waktu Pengecoran (menit)	Produktivitas (m ³ /menit)
1	272	770	0,353

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Waktu Pengecoran}} \\
 &= \frac{272}{770} \\
 &= 0,353 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

Tabel 10 Produktivitas Penyelesaian Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*

No	Volume (m ³)	Waktu Pengecoran (menit)	Produktivitas (m ³ /menit)
1	62	653	0,095

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Waktu Pengecoran}} \\
 &= \frac{62}{653} \\
 &= 0,095 \text{ m}^3/\text{menit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisis produktivitas pengecoran, diperoleh bahwa penggunaan alat concrete pump pada pekerjaan pengecoran pelat dan balok menghasilkan produktivitas sebesar 0,353 m³/menit, sedangkan pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan alat concrete bucket memiliki produktivitas sebesar 0,095 m³/menit.

Pembahasan

Efisiensi Biaya Pelaksanaan Pengecoran

Berdasarkan hasil analisis efisiensi biaya pelaksanaan pekerjaan pengecoran di lapangan, menunjukkan efisiensi biaya yang signifikan dibandingkan dengan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Metode *concrete pump* menghasilkan efisiensi sebesar 38,43%, sedangkan *concrete bucket* sebesar 20,66%, yang mengindikasikan pengelolaan sumber daya proyek telah berjalan optimal dan produktivitas aktual melampaui asumsi standar. Tingginya efisiensi pada

concrete pump dipengaruhi oleh produktivitas alat yang tinggi (0,353 m³/menit), sistem kerja yang kontinu, volume pekerjaan yang besar, serta koordinasi logistik yang efektif sehingga waktu tunggu dapat diminimalkan. Sebaliknya, efisiensi *concrete bucket* yang lebih rendah disebabkan oleh tingginya biaya sewa *tower crane*, volume pekerjaan kolom yang terbatas (62 m³), serta produktivitas alat yang lebih rendah (0,095 m³/menit) akibat pola kerja siklus dan kebutuhan ketelitian penuangan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *concrete pump* lebih efisien untuk pekerjaan ber-volume besar, sedangkan *concrete bucket* memiliki produktivitas lebih rendah pada volume kecil hingga sedang.

Waktu dan Produktivitas serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Berdasarkan hasil analisis waktu dan produktivitas, terdapat perbedaan karakteristik pelaksanaan pengecoran yang signifikan antara kedua metode, yang dipengaruhi oleh jenis elemen struktur serta sistem kerja alat yang digunakan. Pada pekerjaan pelat dan balok, metode *concrete pump* menunjukkan waktu pelaksanaan yang relatif singkat dan produktivitas tinggi, dengan rata-rata 2,831 menit/m³ dan 0,353 m³/menit. Hal ini disebabkan oleh sistem kerja yang kontinu dan terintegrasi, didukung oleh kondisi cuaca yang baik, koordinasi tim kerja yang efektif, serta tata letak proyek yang mendukung mobilitas alat, meskipun masih dipengaruhi oleh kebutuhan pemindahan boom pipe. Sebaliknya, pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* memiliki waktu pelaksanaan yang lebih lama dan produktivitas lebih rendah, yaitu 10,532 menit/m³ dan 0,095 m³/menit. Karakteristik ini disebabkan oleh pola kerja yang bersifat siklis, keterbatasan kapasitas bucket sebesar 0,8 m³, ketergantungan pada kinerja *tower crane*, tingginya ketelitian penuangan kolom, serta kondisi cuaca yang kurang mendukung sehingga sebagian pekerjaan dilakukan pada malam hari.

Sintesis dan Implikasi Temuan

Sintesis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Pengecoran

Tabel 11 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Pengecoran

No.	Kategori Faktor	<i>Concrete Pump</i> (Pengecoran Plat/Balok)	<i>Concrete Bucket</i> (Pengecoran Kolom)
1.	Faktor Spesifikasi dan Pola Kerja Alat	Pola kerja kontinu dengan produktivitas tinggi (0,353 m ³ /menit). Sistem pipa memungkinkan distribusi langsung.	Pola kerja siklis dengan produktivitas terbatas (0,095 m ³ /menit). Ketergantungan pada kecepatan dan presisi <i>Tower Crane</i> .
2.	Faktor Volume Pekerjaan dan Skala Ekonomi	Volume besar (272 m ³) menghasilkan efek skala ekonomi yang optimal, menekan biaya per unit.	Volume relatif kecil (62 m ³) kurang optimal dalam menyerap biaya tetap sewa alat (<i>Tower Crane</i>).
3.	Faktor Sumber Daya Manusia dan Koordinasi	Koordinasi tim 15 orang dengan pembagian	Konfigurasi 6 orang memungkinkan efisiensi upah, tetapi

	tugas yang jelas mendukung kelancaran operasi kontinu.	berpotensi membatasi kecepatan kerja pendukung.
4. Faktor Lingkungan dan Kondisi Lapangan	Kondisi cuaca cerah dan tata letak proyek yang mendukung akses memaksimalkan kinerja alat.	Cuaca buruk mengganggu jadwal dan memaksa kerja malam hari. Pekerjaan kolom memerlukan presisi tinggi dalam kondisi yang lebih menantang.

Sintesis hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kinerja kedua metode pengecoran dipengaruhi oleh interaksi antara karakteristik teknis alat, skala pekerjaan, manajemen sumber daya, dan kondisi lingkungan. *Concrete pump* lebih efektif untuk pekerjaan horizontal berskala besar, sedangkan *concrete bucket* secara teknis sesuai untuk pekerjaan vertikal pada lokasi dengan keterbatasan ruang meskipun memiliki efisiensi biaya yang lebih rendah.

Implikasi Temuan bagi Praktik dan Manajemen Proyek

Temuan ini berimplikasi penting terhadap praktik dan manajemen proyek konstruksi. Pemilihan metode pengecoran perlu didasarkan pada kesesuaian kontekstual dan karakteristik pekerjaan, bukan semata ketersediaan alat. Kombinasi penggunaan *concrete pump* pada elemen horizontal dan *concrete bucket* pada elemen vertikal terbukti rasional dan dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun ekonomis. Untuk mencapai efisiensi optimal, manajemen proyek perlu memastikan kecukupan volume pekerjaan pada metode berbiaya tetap tinggi, mengoptimalkan koordinasi logistik guna meminimalkan keterlambatan, serta melakukan mitigasi risiko lingkungan melalui perencanaan jadwal yang adaptif terhadap kondisi cuaca. Selain itu, selisih yang signifikan antara biaya aktual dan biaya berdasarkan SNI (38,43% dan 20,66%) menunjukkan bahwa SNI dapat diposisikan sebagai batas biaya atas dalam perencanaan anggaran, dengan potensi realisasi biaya yang lebih rendah apabila produktivitas dan manajemen pelaksanaan dapat dioptimalkan.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya riil pengecoran pada Proyek Pembangunan Mall 23 Semarang lebih rendah dibandingkan biaya berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) pada kedua metode yang digunakan. Metode *concrete pump* menghasilkan biaya riil sebesar Rp 1.026.134/m³, lebih rendah dari biaya SNI sebesar Rp 1.666.741/m³, dengan tingkat efisiensi sebesar 38,43%. Sementara itu, metode *concrete bucket* memiliki biaya riil sebesar Rp 1.081.172/m³ dibandingkan biaya SNI sebesar Rp 1.362.741/m³, dengan efisiensi sebesar 20,66%. Temuan ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pengecoran di lapangan lebih efisien secara biaya dibandingkan estimasi berdasarkan standar nasional.

Dari aspek waktu dan produktivitas, pengecoran pelat dan balok menggunakan *concrete pump* memerlukan waktu rata-rata 2,831 menit/m³ dengan produktivitas 0,353 m³/menit, sedangkan pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* membutuhkan waktu rata-rata 10,532 menit/m³ dengan produktivitas 0,095 m³/menit. Metode *concrete pump* terbukti lebih unggul untuk pekerjaan horizontal dengan volume besar karena sistem kerjanya yang kontinu,

sementara *concrete bucket* lebih sesuai untuk pekerjaan vertikal yang memerlukan ketelitian meskipun produktivitasnya lebih rendah.

Berdasarkan analisis biaya dan waktu, pemilihan metode pengecoran pada proyek ini dinilai tepat secara teknis dan ekonomis. Penggunaan *concrete pump* pada pelat dan balok serta *concrete bucket* pada kolom mencerminkan kesesuaian metode dengan karakteristik pekerjaan dan kondisi lapangan.

Penelitian ini difokuskan pada analisis pekerjaan pengecoran beton menggunakan dua metode, yaitu *concrete pump* dan *concrete bucket*. *Concrete pump* diterapkan pada pekerjaan pengecoran pelat lantai dan balok, sedangkan *concrete bucket* digunakan pada pekerjaan pengecoran kolom. Penelitian ini tidak dimaksudkan untuk melakukan perbandingan langsung antar metode, melainkan mengevaluasi kinerja masing-masing metode sesuai dengan aplikasi optimalnya pada elemen struktur yang dikerjakan. Analisis biaya dan produktivitas dilakukan berdasarkan satuan volume beton per m³. Harga satuan upah, alat, dan bahan mengacu pada Peraturan Wali Kota Semarang Nomor 3 Tahun 2024, sedangkan acuan biaya standar menggunakan SNI berdasarkan Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Berdasarkan hasil dan keterbatasan penelitian, disarankan untuk meningkatkan efisiensi pengecoran kolom, dengan penggunaan *concrete bucket* dengan kapasitas lebih besar (1 m³). Penelitian selanjutnya dapat mengkaji alternatif metode pengecoran, seperti sistem *precast*, *semi precast*, atau penggunaan *mobile crane*, serta meninjau pelaksanaan pengecoran pada variasi elevasi untuk memperoleh analisis yang lebih komprehensif. Apabila pada penelitian berikutnya dilakukan perbandingan langsung antara metode *concrete pump* dan *concrete bucket*, disarankan agar kedua metode diterapkan pada jenis elemen struktur yang sama, seperti sama-sama pada pekerjaan kolom atau sama-sama pada pekerjaan pelat lantai. Hal ini bertujuan untuk meminimalkan bias akibat perbedaan karakteristik elemen struktur, sehingga hasil perbandingan waktu, produktivitas, dan biaya yang diperoleh dapat lebih objektif dan akurat.

Daftar Pustaka

- Baskara, F. (2022). Analisis Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran Menggunakan Concrete Pump Dan Concrete Bucket (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Lanjutan Gedung Perkuliahan S1 Fmipa Ugm). *Sinta*, 1–58.
- Cahyadi, H., Maysarah, G., & Abdurrahman, A. (2024). *Comparison Analysis of Unit Prices for Reinforced Concrete Column Work using the 2022 Indonesian National Standard (Sni) Method and Field Data (An Empirical Study On the Construction Project of the National Land Agency Building in Banjarbaru)*. 2024(1). <https://doi.org/10.61453/joit.v2024no01>
- Habibi, M., Pramanda, H., Idroes, I., & Ariansyah, D. (2023). Analisis Perbandingan Waktu, Biaya dan Tenaga Kerja Alat Concrete Lift dan Concrete Pump pada Pembangunan Gedung Pusdalops Kota Banda Aceh. *Maret*, 2(1), 135–146.
- JANE, I. M. (2025). Building success: A systematic review of the importance of project management in construction. *International Journal of Science and Research Archive*, 15(2), 1315–1319. <https://doi.org/10.30574/ijsra.2025.15.2.1415>

- Kustanrika, I. W., Purwanto, W., Sofyan, M., Sari, Y. A., & Wahyuningtias, A. (2024). Analysis of Productivity and Annual Cost of Casting Plates and Beams Using Concrete Pump and Columns with Concrete Bucket (Case Study of Residence Apartment Project). *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 6(3), 249–258. <https://doi.org/10.46574/motivection.v6i3.287>
- Pekerjaan, P. M., Dan, U., Rakyat, P., Harga, A., & Pekerjaan, S. (2016). *JDIH Kementerian PUPR*.
- Purap, G. P. (2021). Institut Teknologi Nasional. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 3(April), 49–58.
- Siswanto, A. B., & Salim, M. A. (2019). *Manajemen proyek*. CV. Pilar Nusantara.
- Susy, F. R. (2008). Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. *Rineka Cipta. Jakarta*.
- Yanita, R., & Nurdiyanto, N. (2023). Perbandingan Kinerja Pengecoran Antara Concrete-Bucket Dan Concrete-Pump Pada Proyek Bangunan Bertingkat. *Racic: Rab Construction Research*, 8(2), 296–307. <https://doi.org/10.36341/racic.v8i2.3639>
- Yanto, F. H. (2024). Evaluating Productivity and Costs of Concrete Casting for Structural Elements. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, 10(50), 34–39. <https://doi.org/10.5935/jetia.v10i50.1293>