

**ANALISIS PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS PENGECORAN PLAT DAN BALOK ANTAR LANTAI DALAM PEMBANGUNAN PROYEK APARTEMENT XYZ DI KOTA SEMARANG****M Ilham Firdaus<sup>1\*</sup>, Mochamad Solikin<sup>2</sup>****<sup>1,2</sup>Teknik Sipil, Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah 57169****\*Email: [d100190067@student.ums.ac.id](mailto:d100190067@student.ums.ac.id)<sup>1</sup> [msolikin@ums.ac.id](mailto:msolikin@ums.ac.id)<sup>2</sup>****Abstrak**

Pekerjaan pengecoran adalah tahapan penting dalam pembangunan konstruksi gedung yang akan membentuk struktur bangunan. Beberapa peralatan pengecoran diantaranya Concrete Pump dan Concrete Bucket, keduanya menghasilkan produktivitas yang berbeda, sehingga berpengaruh terhadap waktu. Makalah ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas pengecoran antar lantai Apartment XYZ di Kota Semarang, menganalisis waktu efektif, dan waktu contributory, khususnya pada lantai 14, 15, dan 16 menggunakan Concrete Pump dan Concrete Bucket. Data diperoleh dengan observasi pelaksanaan pengecoran dari proyek konstruksi gedung menggunakan beton. Metode analisis dengan menggunakan Microsoft Excel digunakan untuk memperoleh perbandingan waktu efektif, waktu contributory, serta produktivitas pengecoran antar lantai. Hasil analisis menunjukkan produktivitas pengecoran menggunakan Concrete Pump pada lantai 14, 15, dan 16 sebesar 27,365 m<sup>3</sup>/jam, 25,730 m<sup>3</sup>/jam, 22,668 m<sup>3</sup>/jam; sedangkan Concrete Bucket untuk lantai 14, 15, dan 16 sebesar 9,580 m<sup>3</sup>/jam, 8,306 m<sup>3</sup>/jam, 7,825 m<sup>3</sup>/jam. Hasil ini menunjukkan bahwa pengecoran dengan Concrete Pump mengalami kenaikan 3x lipat dengan Concrete Bucket, setiap kenaikan elevasi lantai mengalami penurunan produktivitas. Faktor yang mempengaruhi produktivitas pengecoran antar lantai adalah elevasi ketinggian lantai.

**Kata kunci:** Pengecoran, Produktivitas, Perbandingan**Abstract**

Casting work is an important stage in the construction of building construction that will form the structure of the building. Several casting equipment including Concrete Pump and Concrete Bucket, both produce different productivity, thus affecting the time. This paper aims to analyze the productivity of casting between floors of Apartment XYZ in Semarang City, analyze effective time, and contributory time, especially on floors 14<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup>, and 16<sup>th</sup> using Concrete Pump and Concrete Bucket. Data was obtained by observing the casting implementation of a building construction project that uses concrete. The analysis method using Microsoft Excel was used to obtain a comparison of effective time, contributory time, and casting productivity between floors. The results of the analysis showed that the productivity of casting using Concrete Pump on floors 14<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup>, and 16<sup>th</sup> amounted to 27.365 m<sup>3</sup>/hour, 25.730 m<sup>3</sup>/hour, 22.668 m<sup>3</sup>/hour; while Concrete Bucket for floors 14<sup>th</sup>, 15<sup>th</sup>, and 16<sup>th</sup> amounted to 9.580 m<sup>3</sup>/hour, 8.306 m<sup>3</sup>/hour, 7.825 m<sup>3</sup>/hour. These results show that casting with Concrete Pump has increased 3x with Concrete Bucket, every increase in floor elevation has decreased productivity. The factor that affects the productivity of casting between floors is the elevation of the floor height.

**Keywords:** Casting, Productivity, Comparison**1. PENDAHULUAN**

Pekerjaan pengecoran adalah tahapan penting dalam pembangunan konstruksi gedung yang akan membentuk struktur bangunan. Pembangunan konstruksi bangunan tidak hanya melibatkan pengecoran beton, namun juga melibatkan persiapan serta perencanaan guna memastikan keamanan dan kualitas bangunan. Pada umumnya, pengecoran beton dilakukan setelah sebagian besar struktur bangunan selesai dibangun. Bahan bangunan yang paling sering dipakai dalam konstruksi adalah beton (Asroni, 2017). Salah satu

material yang sering digunakan oleh masyarakat umum untuk membangun infrastruktur yang semakin dibutuhkan seiring berjalannya waktu membuat penggunaan beton sebagai bahan bangunan utama menjadi sangat penting (Baskara, dkk., 2019).

Proses penting dalam tahapan pembangunan suatu konstruksi bangunan berupa pengerjaan pengecoran plat lantai. Plat lantai memiliki fungsi sebagai menahan beban yang diterapkan pada lantai, seperti beban orang yang berjalan di atasnya, maka perlu diperhatikan dalam pengerjaannya.

Pengecoran beton pada plat dan balok dapat dikerjakan setelah penyelesaian pengerjaan bekisting, penulangan balok dan plat lantai (Nanda dkk., 2017). Tahapan terakhir dalam pengerjaan pengecoran plat lantai yaitu *finishing*.

Dengan menggunakan Concrete Pump, produktivitas pengecoran beton ready mix pada balok dan pelat adalah 36 m<sup>3</sup>/jam, 30 m<sup>3</sup>/jam, dan 24 m<sup>3</sup>/jam untuk lantai II, III, dan IV berdasar pada menurut studi (Frederika dkk., 2017). Penelitian ini dihasilkan pengecoran yang lebih optimal dengan penggunaan *Concrete Pump*. Dalam penelitian ini produktivitas dipengaruhi oleh alat yang digunakan sebelum dan sesudah pengecoran beton serta kualitas beton. Penelitian (Asyurhok dkk., 2014) juga mengungkapkan unsur-unsur yang memengaruhi yaitu waktu *contributory* dari *Concrete Pump* itu sendiri dan berdampak pada produktivitas pengecoran dengan *Concrete Pump* secara keseluruhan. Waktu *contributory* diakibatkan dari menunggu para pekerja meratakan beton cair, manuver *Truck Mixer*, melepas dan memindah pipa. Waktu manuver *Tower Crane* untuk memindahkan beton cair ke tempat pengecoran membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan *Concrete Pump* untuk memompa beton cari sehingga produktivitas dari *Concrete Pump* lebih tinggi dibandingkan dengan *Tower Crane*.

Proyek pembangunan Apartement XYZ di Kota Semarang yang memiliki luasan 7.644,457 m<sup>2</sup>. Perusahaan ini merencanakan pembangunan sebanyak 19 lantai apartement. Pada bulan Oktober tahun 2022, pembangunan memasuki pengerjaan pengecoran lantai 14, 15, dan 16. Dalam pengerjaan pengecoran, Kontraktor memilih 2 metode yaitu *Concrete Bucket* dan *Concrete Pump*. Maka dari itu, sangat penting untuk menggunakan peralatan yang tepat digunakan (Tripoli dkk., 2018) Hal tersebut yang akan menghasilkan antara satu alat dan yang lain dapat digunakan dengan seimbang.

Dalam suatu proyek, khususnya proyek bangunan/konstruksi berskala besar, alat berat merupakan hal yang krusial di dalam proyek tersebut. (Listyawan dkk., 2021). Pemilihan alat yang tepat pada proyek dapat menghemat waktu dan tenaga untuk meningkatkan produktivitas (Riyanto dkk., 2022). Penelitian mengenai produktivitas alat

diperlukan untuk mendapatkan referensi proses pengecoran yang tepat sehingga waktu yang digunakan dapat efektif ketika proyek konstruksi bangunan dilakukan. Produktivitas merupakan ukuran efisiensi produktif yaitu perbandingan hasil antara input dan output (Handayani dkk., 2021).

*Concrete Pump* ialah peralatan yang digunakan guna mendistribusikan campuran beton dari bawah menuju lokasi pengecoran yang sulit dijangkau dengan *Truck Mixer* (Sudipta, 2018). Guna menyalurkan campuran beton melewati saluran tertutup seperti selang ataupun pipa menggunakan pemompaan ke lokasi pengecoran, alat ini dipasang dalam kombinasi posisi vertikal maupun horizontal (Frederika dkk., 2017) *Concrete Pump* dilengkapi dengan pipa *delivery*. Pipa tersebut menyebabkan alat ini sangat fleksibel guna menyalurkan beton ke lokasi yang mana alat lain sulit menjangkaunya. Alat ini digunakan saat pengecoran balok, kolom, dan plat. *Concrete Pump* di Proyek XYZ di Kota Semarang bermerk Sany sudah berusia 3 tahun.

*Concrete Bucket* ialah peralatan yang dipakai guna menampung / memindahkan campuran beton dari *Truck Mixer* menuju area penuangan menggunakan *Tower Crane* (Mulatief dkk., 2021). Sebuah *Tower Crane* dipakai guna memindahkan beton dengan *Concrete Bucket*. Kait (hook) yang terletak di *Tower Crane* dikaitkan ke *Concrete Bucket*. Kapasitas *Concrete Bucket* ialah dari 0,5 hingga 1 m<sup>3</sup> untuk sekali pengiriman. Biasanya, 75%-90% dari daya tampung *Concrete Bucket* harus sudah diisi dengan beton yang telah jadi ke dalam ember agar *Concrete Bucket* yang didistribusikan berjalan cepat dan lancer (Baskara, 2022). *Concrete Bucket* di Proyek XYZ di Kota Semarang dibuat dengan *custom* dengan ber volume 1 m<sup>3</sup> yang sudah berusia 3 tahun.

Makalah ini dilakukan guna mengetahui produktivitas pada pengecoran antar lantai di Proyek XYZ di Kota Semarang. Sehingga makalah ini dapat ditarik manfaat bagi personal guna menambah pengalaman bagi penulis terhadap pengerjaan konstruksi di lapangan. Bila ditinjau dari segi akademis, menambah wawasan dan pengetahuan kepada pembaca maupun akademisi teknik sipil terkait dengan produktivitas pengerjaan pengecoran. Sedangkan ditinjau dari segi praktisi guna mengetahui perbandingan produktivitas

pengecoran pada tiap lantai sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi bagi kontraktor dalam proyek selanjutnya bila ditinjau dari segi waktu (Kristiaji, 2020).

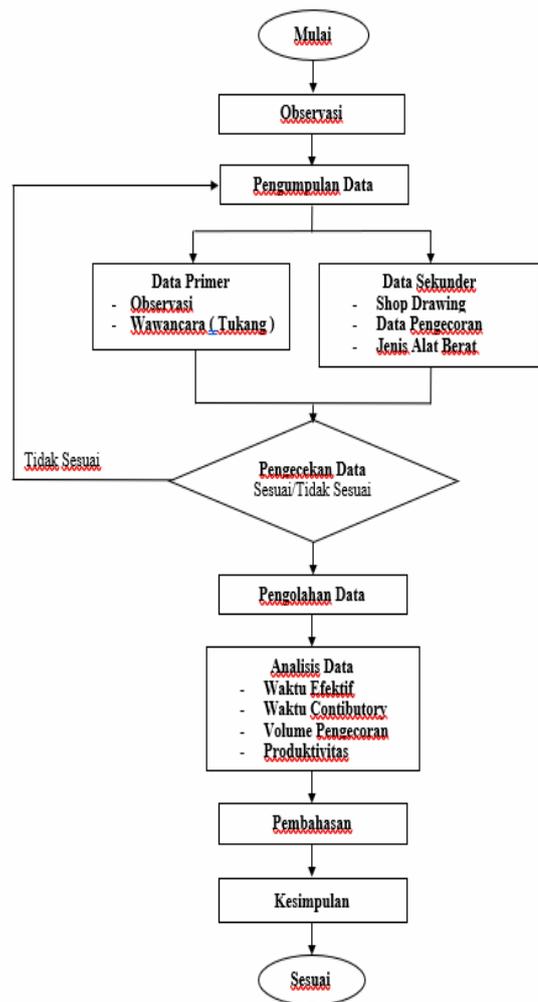
## 2. METODOLOGI

Pengambilan data pada makalah ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2022, dalam rangka mengamati produktivitas pekerjaan pengecoran pada lantai 14 hingga 16. Makalah ini akan membahas tentang perbandingan produktivitas pengecoran antar lantai plat dan balok dengan menggunakan *Concrete Bucket* dan *Concrete Pump* pada pembangunan proyek apartement XYZ Semarang di Jalan Pemuda. Metode pengambilan data yang digunakan dalam produktivitas yaitu metode observasi. Survei waktu siklus *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket* digunakan sebagai metode observasi dalam makalah ini. Metode ini guna mendapatkan produktivitas dari pengerjaan pengecoran plat dan balok.

Produktivitas ialah perbandingan hasil yang didapat (output) dengan dengan segala sumber daya yang dipakai (input). Produktivitas dihitung dengan  $m^3/jam$ . Waktu siklus dan kapasitas alat memengaruhi produktivitas alat. Persamaan dasar untuk menghitung produktivitas alat adalah (Mulatief dkk., 2021)

$$produktivitas = \frac{volume\ pekerjaan}{waktu\ efektif + waktu\ contributory} \quad (1)$$

Data yang diakumulasi adalah data primer & data sekunder. Pengamatan lapangan dan wawancara dengan mandor serta tukang menjadi sumber data primer sedangkan gambar kerja (*shop drawing*), jenis alat berat yang digunakan, dan informasi pengecoran adalah data sekunder yang digunakan. Setelah diperoleh data, dilakukan analisis data berupa durasi pengecoran, volume pengecoran, waktu efektif, waktu *contributory*, dan produktivitas pengecoran. Dalam *Concrete Pump* maupun *Concrete Bucket* dilakukan analisis perhitungan waktu dan perhitungan produktivitas. Untuk lebih lengkapnya, dapat dilihat di bagan alir. Bagan alir dari makalah ini bisa dilihat di Gambar 1.



**Gambar 1 Bagan Alir Penelitian  
(hasil analisis)**

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengolahan Data

Data dari hasil pengamatan pada tanggal 5, 7, dan 10 Oktober dilakukan pengecoran di lantai 14, pada tanggal 14, 17, dan 19 Oktober dilakukan pengecoran di lantai 15, serta pada tanggal 27, 29, dan 31 Oktober 2022. Pengecoran antar lantai terbagi menjadi 3 zona antara lain zona A, B, dan C. kemudian diolah menggunakan *Microsoft Excel* berdasarkan rumus pada metodologi untuk mendapatkan durasi, efektif, dan *contributory*. Selain itu, nilai produktivitas pengecoran per lantai didapatkan dari hasil pengolahan data.

Waktu di mana *Concrete Pump* memompa beton cair guna disalurkan ke segmen-segmen merupakan waktu efektif (Jawat dkk., 2018). Waktu *contributory* ialah waktu di mana pelepasan pipa dan pemindahan pipa pengecoran ke titik

pegecoran lain, sedangkan waktu *contributory* dalam *Concrete Bucket* adalah penuangan beton cair ke *Concrete Bucket* dan Manuver dari *Tower Crane* saat pengangkutan *concrete bucket* ke zona pengecoran. Waktu efektif dalam *Concrete Bucket* waktu waktu pembongkaran beton yang diangkut *Tower Crane*.

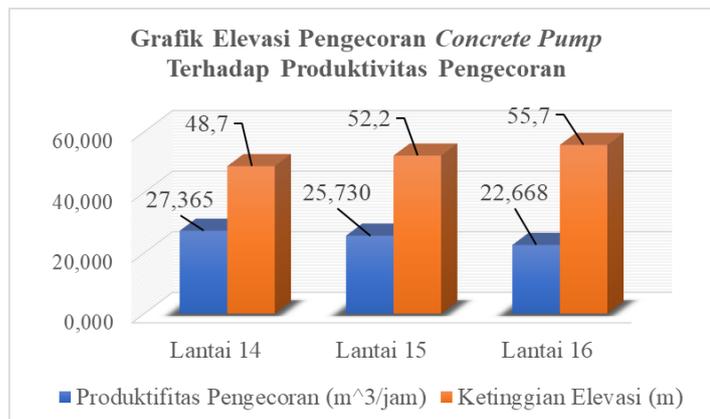
$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 142 \text{ m}^3 \\ \text{Waktu efektif} &= 4,472 \text{ jam} \\ \text{Waktu contributory} &= 0,717 \text{ jam} \\ \text{produktivitas} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{(waktu efektif+waktu contributory)}} \\ &= \frac{142}{(4,472+0,717)} \\ &= 27,365 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Selanjutnya, perhitungan untuk lantai 15 dan 16 dapat dilihat pada Tabel 1.

### 3.2 Produktivitas Pengecoran Concrete Pump

**Tabel 1**  
**Total Produktivitas Pengecoran Concrete Pump Plat dan Balok**

Lantai	Volume m <sup>3</sup>	Durasi (Jam)	Efektif (Jam)	Contributory (Jam)	Produktifitas (m <sup>3</sup> /hour)
14	142	5,189	4,472	0,717	27,365
15	130	5,053	4,205	0,848	25,730
16	138	6,088	5,199	0,889	22,668



**Gambar 2 Grafik Elevasi Pengecoran terhadap Produktivitas Pengecoran (hasil analisis)**

Produktivitas pengecoran dengan *Concrete Pump* pada proyek Apartement XYZ di Kota Semarang dipengaruhi oleh elevasi ketinggian. Ketinggian pengecoran memengaruhi produktivitas. Seperti yang ditunjukkan pada Grafik 2, semakin tinggi elevasi pengecoran, semakin rendah produktivitasnya. Pada elevasi 48,7 m, produktivitas pengecoran sebesar 27,365 m<sup>3</sup>/jam, pada elevasi 52,2 m produktivitas pengecoran mengalami penurunan 6% menjadi 25.730 m<sup>3</sup>/jam sedangkan pada elevasi 55,7 m produktivitas pengecoran 22,668 m<sup>3</sup>/jam mengalami penurunan 12%. Pasokan beton cair berdampak pada produktivitas pengecoran karena jika *Truck Mixer* berikutnya belum datang maka *Concrete Pump* harus memompa beton secara perlahan.

Pada metode pengecoran *Concrete Bucket*, waktu *contributory* lebih banyak

dibandingkan *concrete pump* disebabkan menunggu *Truck Mixer* menuang beton cair ke dalam *Concrete Bucket* dikarenakan volume kapasitas pada *Concrete Bucket* sama. Metode *Concrete bucket* dalam pengecoran slab dan balok digunakan saat adanya faktor *concrete pump* mengalami masalah.

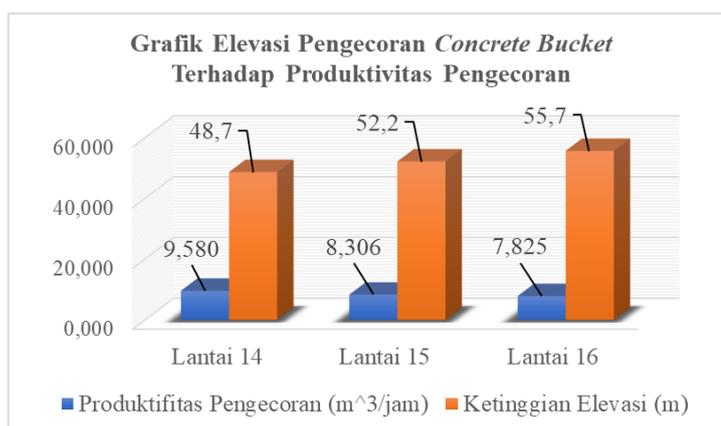
### 3.3 Produktivitas Pengecoran Concrete Bucket

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 30 \text{ m}^3 \\ \text{Waktu efektif} &= 0,763 \text{ jam} \\ \text{Waktu contributory} &= 2,368 \text{ jam} \\ \text{produktivitas} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{(waktu efektif+waktu contributory)}} \\ &= \frac{30}{(0,763+2,368)} \\ &= 9,580 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Selanjutnya, perhitungan untuk lantai 15 dan 16 dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2**  
**Total Produktivitas Pengecoran *Conceret Bucket* Plat dan Balok**

Lantai	Volume $m^3$	Durasi (Jam)	Efektif (Jam)	Contributory (Jam)	Produktifitas ( $m^3$ /hour)
14	30	3,131	0,763	2,368	9,580
15	42	5,056	1,118	3,938	8,306
16	34	4,345	0,767	3,578	7,825



**Gambar 3 Grafik Elevasi Pengecoran terhadap Produktivitas Pengecoran (hasil analisis)**

Elevasi ketinggian berdampak pada produktivitas pengecoran *Concrete Bucket* pada proyek Apartemen XYZ Kota Semarang. Produktivitas dipengaruhi oleh ketinggian pengecoran. Pada Grafik 3, produktivitas menurun saat elevasi pengecoran meningkat, semakin tinggi elevasi pengecoran produktivitas maka semakin menurunlah produktivitas tersebut. Pada elevasi 48,7 m produktivitas pengecoran 9,580  $m^3$ /jam, pada elevasi 52,2 m produktivitas pengecoran mengalami penurunan 13% menjadi 8,306  $m^3$ /jam sedangkan pada elevasi 55,7 m produktivitas pengecoran 7,825  $m^3$ /jam juga mengalami penurunan 6%.

Pada metode *Concrete Pump*, beton dipompa dari tempat pencampur beton ke zona pengecoran dengan prinsip tekanan udara. Beton akan diangkat dengan pipa yang terhubung dengan pompa kemudian dipompa ke zona pengecoran. Waktu *contributory* lebih sedikit dibandingkan *concrete bucket* disebabkan waktu *contributory* dihitung saat pengecoran melakukan pelepasan pipa dan melakukan perpindahan antara titik pengecoran ke titik pengecoran lain.

Pada metode pengecoran *Concrete Bucket* dan *Concrete Pump* setiap antar lantai memiliki Nilai Produktivitas berbeda-beda. Setiap peningkatan lantai nilai dari

produktivitas maka semakin rendah, disebabkan dari perbedaan elevasi antar lantai sama yaitu 3,5 m. Durasi dan Volume pengecoran juga mempengaruhi Nilai dari produktivitas tersebut.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, jika nilai produktivitas menurun dapat berdampak negatif pada banyak hal. Beberapa dampak yang terjadi adalah meningkatnya biaya produksi, penurunan kualitas produk, dan penurunan produktivitas tenaga kerja (Kristiaji, 2020). Faktor yang dapat mempengaruhi penurunan dari nilai produktivitas adalah dari alat, cuaca dan *human error* (Asyurhok dkk., 2014).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasar pada pengamatan serta pengolahan data yang sudah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- Produktivitas pengecoran menggunakan *Concrete Pump* Lantai 14 sebesar 20,672  $m^3$ /jam, lantai 15 mengalami penurunan 6% menjadi 17,015  $m^3$ /jam dan lantai 16 mengalami penurunan 12% menjadi 16,487  $m^3$ /jam dikarenakan perbedaan elevasi antar lantai sebesar 3,5 m.
- Produktivitas pengecoran menggunakan *Concrete Bucket* Lantai 14 sebesar 9,580  $m^3$ /jam, lantai 15 mengalami penurunan 13% menjadi 8,306  $m^3$ /jam dan lantai 16

- mengalami penurunan 6% menjadi 7,825 m<sup>3</sup>/jam karena elevasi berbeda 3,5 m.
- c. Nilai produktivitas pengecoran dengan *Concrete Pump* mengalami kenaikan 3x lipat dengan *Concrete Bucket*.
  - d. Nilai produktivitas pengecoran per lantai berbanding terbalik dengan elevasi ketinggian, semakin tinggi elevasi maka semakin rendah nilai produktivitas, walaupun dalam perbedaan dalam alat pengecoran.
  - e. Penggunaan metode pengecoran dengan *Concrete Pump* cenderung lebih cepat dibandingkan dengan metode *Concrete Bucket*.
  - f. Waktu *contributory* lebih lama dari pada Waktu efektif dalam metode pengecoran *Concrete Bucket* lebih lama dikarenakan proses penuangan beton memerlukan waktu dari *Truck Mixer* ke *Concrete Bucket* dan Manuver dari *Tower Crane*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. (2017) *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang berdasarkan SNI 2847-2013*. Edited by T. Santosa. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Asyurhok, D.S., Ashari, I. dan Suparjo (2014) 'Produktivitas Pengecoran Beton Ready-Mixed Dengan Concrete Pump Dan Tower Crane', *Jurnal Spektrum Sipil*, No.1, Vol 1, hal 13–20.
- 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)*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada.
- Baskara, G.A., Agung, I.B. dan Widaryanto, L.H. (2019) *Pengaruh Pengecoran Beton Normal Di Tanah Lempung Terhadap Kuat Tekan Beton*. Yogyakarta.
- Frederika, A., Ayu, I. dan Widhiawati, R. (2017) 'Analisis Produktivitas Metode Pelaksanaan Pengecoran Beton Ready Mix Pada Balok Dan Pelat Lantai Gedung', *Jurnal Spektran*, No.1, Vol 5, hal 56–63. Available at: <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/>.
- Handayani, W. dan Susilowati, N. (2021) 'Analisis Pengukuran Produktivitas Di Bagian Pengecoran Pt. Apie Indo Karunia Dengan Metode Objective Matrix', *Jurnal MEBIS (Manajemen dan Bisnis)*, No.1, Vol 6, hal 1–13. Available at: <https://usahasosial.com>.
- Jawat, I.W., Rahadiani, A.A.S.D. dan Armaeni, N.K. (2018) 'Produktivitas Truck Concrete Pump Dan Truck Mixer Pada Pekerjaan Pengecoran Beton Ready Mix', *Paduraksa*, 7(2), hal 164–183.
- Kristiaji, B. (2020) *Produktivitas Truck Mixer Dan Concrete Pump Pada Pengecoran Fondasi Rakit (Raft Foundation)*. Skripsi. Universitas Atma Jaya .
- Listyawan, A.B. Sahid, M. N., Mulyono, G. S., dan Fadhlullah, H. K.. (2021) 'Analisis Produktivitas Alat Berat Dan Biaya Pekerjaan Pemindahan Tanah Pada Pembangunan Rsud Pondok Aren Tangerang Selatan', *dinamika TEKNIK SIPIL*, No.1, Vol 14, hal 8–12.
- Mulatief, R.L., Ratnayanti, K.R. dan Firdaus, R. (2021) 'Perbandingan Waktu Dan Biaya Concrete Pump Dan Concrete Bucket Pada Proyek Gedung Telkom University Landmark Tower', *Reka Racana*, No.xx Vol x, hal 1–13.
- Nanda, T.R., Pandia, I.J. dan Jaya, I. (2017) *Analisa Perbandingan Waktu Dan Produktivitas Pengecoran Menggunakan Concrete Bucket Dan Concrete Pump Pada Pembangunan Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Apartemen Mansyur Residence)*. Medan.
- Riyanto, A. dan Magfirona, A. (2022) *Pemindahan Tanah Mekanis & Alat Berat Proyek Teknik Sipil*. 1st edn. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Sudipta, G.K. (2018) *Perbandingan Pengecoran Menggunakan Tower Crane Dan Concrete Pump*. Skripsi. Universitas Udayana.
- Tripoli, B., Febrianti, D. dan Musliadi (2018) 'Analisa Pemakaian Alat Berat Excavator Dengan Straight Line Dan Reducing Charge Method', *Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar*, No.2, Vol 4, hal 83–91.