



PERBANDINGAN KINERJA PENGECORAN ANTARA CONCRETE-BUCKET DAN CONCRETE-PUMP PADA PROYEK BANGUNAN BERTINGKAT

Rachmi Yanita^{1*}, Nurdianto²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Indonesia
Jalan Raya Puspiptek, Tangerang Selatan – 15374
(021) 7562757

Alamat E-mail: rachmi.yanita@iti.ac.id

Info Artikel

Abstrak

Sejarah Artikel:

Diterima: Jun 2023

Disetujui: Jul 2023

Dipublikasikan: Des 2023

Keywords:

Casting method, concrete pump, concrete bucket, productivity, time and cost

Pada pelaksanaan konstruksi beton cast insitu, metode pengecoran direncanakan dengan baik sehingga dapat selesai tepat waktu dengan biaya yang efisien. Metode pengecoran yang umum digunakan adalah dengan menggunakan concrete-pump dan concrete-bucket yang digunakan secara bersamaan khususnya untuk bangunan tinggi. Penelitian ini bertujuan mendapatkan waktu, biaya dan produktivitas pekerjaan pengecoran beton pada plat lantai, balok dan kolom suatu proyek studi di Jakarta, khususnya pada lantai 7 sampai 11 yang merupakan lantai tipikal, menggunakan metode concrete-bucket pada kolom dan concrete-pump untuk pelat dan balok. Dilakukan analisa terhadap tahapan prosedur pengerjaan, waktu dan biaya pelaksanaan pengecoran dan produktifitas kedua metode pengecoran tersebut sesuai volume pelat balok dan kolom. Hasil analisa menunjukkan bahwa waktu dan produktivitas setiap lantainya berbeda-beda karena semakin tinggi elevasi lantai maka akan semakin panjang waktu pengerjaannya sehingga semakin menurun produktivitasnya. Diperoleh bahwa biaya untuk pengoperasian alat pengecoran menggunakan Concrete Pump adalah Rp. 76.727.868 atau Rp 81.270,912/m³, dengan durasi pengerjaan 7,58 menit/m³ lebih cepat dan produktivitas volume per jam yang lebih tinggi daripada concrete bucket. Sedangkan biaya concrete-bucket yang digunakan secara bersamaan untuk pengecoran kolom biayanya lebih tinggi daripada concrete pump, mencapai Rp. 53.388.724 atau Rp 127.877,183/m³ karena terkait dengan penggunaan Tower Crane.

Kata Kunci: Metode pengecoran, concrete pump, concrete bucket, produktivitas, waktu dan biaya

Abstract

In the implementation of cast in situ concrete construction, the casting method is well planned so that it can be completed on time with an efficient cost. The casting method that is commonly used is to use a concrete-pump and concrete-bucket which are used together, especially for high-rise buildings. This study aims to obtain the time, cost and productivity of concrete casting work on floor plates, beams and columns of a study project in Jakarta, especially on floors 7 to 11 which

are typical floors, using the column concrete-bucket method and concrete-pump for slabs and beams. An analysis was carried out on the stages of the work procedure, the time and cost of casting and the productivity of the two casting methods according to the volume of the beam and column plates. The results of the analysis show that the time and productivity for each floor are different because the higher the floor elevation, the longer the processing time will be, so the productivity will decrease. It is obtained that the cost for operating a casting tool using a Concrete Pump is Rp. 76,727,868 or IDR 81,270.912/m³, with a faster processing time of 7.58 minutes/m³ and higher volume per hour productivity than the concrete bucket. Meanwhile, the cost of a concrete-bucket used simultaneously for casting a column is higher than that of a concrete pump, reaching Rp. 53,388,724 or IDR 127,877.183/m³ because it is related to the use of a Tower Crane.

Keywords: Casting method, concrete pump, concrete bucket, productivity, time and cost

© 2023

UniversitasAbdurrah

✉Alamat korespondensi:

Jalan Raya Puspipstek, Tangerang Selatan – 15374

(021) 7562757

E-mail: rachmi.yanita@iti.ac.

ISSN 2527-7073

PENDAHULUAN

Teknologi pelaksanaan proyek konstruksi beton dalam gedung bertingkat mendapati kemajuan amat pesat, baik dari pengolahan material penggabungannya sampai dengan langkah eksekusinya, diantaranya dalam proses menggunakan alat pengecoran beton [1]. Sumber daya yang diperlukan guna mendukung jalannya pengecoran menggunakan ready-mixed di antaranya truck mixer, concrete pump, atau tower crane dan pekerja. Ketiga alat bantu pengecoran ini mempunyai kegunaan yang berbeda – beda. Truck mixer berguna sebagai pengantar beton segar dari batching plant menuju lokasi proyek. Concrete pump dan tower crane dengan bucket diperuntukan guna pengarahannya beton basah menuju tempat siap di cor. Pekerja dalam pekerjaan pengecoran ini dilanjutkan dengan pemadatan menggunakan alat vibrator dan meratakan beton cair [2]. Pada pembangunan suatu bangunan bertingkat, digunakan dua metode pengecoran yaitu concrete bucket dan concrete pump dalam satu lokasi proyek untuk mempercepat proses pengecoran namun tetap di perhitungkan agar kedua alat berjalan efisien [3]. Masing-masing alat pengecoran diatas mempunyai produktivitas yang bervariasi sehingga berdampak pada durasi waktu pengecoran. Concrete bucket serta concrete pump amat efisien guna menggapai ketinggian pengecoran serta di harapkan jalannya proyek konstruksi bisa berhasil dengan efisiensi waktu yang baik. Pada suatu studi, dibahas perbandingan waktu dan produktivitas yang diperlukan pada pengecoran 1 m³ beton, dan pengaruh elevasi pengecoran pada produktivitas pengecoran pada metode concrete bucket dengan concrete pump pada proyek bangunan bertingkat [4].

Produktifitas alat akan sangat menentukan durasi penyelesaian suatu proyek. Secara konsep, produktivitas yakni rasio antara output dengan input maupun rasio antara perolehan pembuatan oleh total sumber daya yang diperlukan. Pada proyek konstruksi, rasio produktivitas yaitu nilai yang dilihat selama jalan konstruksi, bisa dibagi menjadi biaya tenaga kerja, material, dana, proses serta alat [5]. Studi ini dilakukan agar dapat mengetahui kinerja dari masing – masing metode dalam proses pengoperasian pengecoran. Perencanaan sumber daya yang terperinci serta akurat sesuai keperluan logis proyek akan mendukung terwujudnya target serta harapan proyek secara optimal, dari tingkat efektivitas serta efisiensi yang besar [6].

TINJAUAN PUSTAKA

Jenis - jenis peralatan yang bisa dipakai guna membawa beton mengarah pada lokasi termasuk peralatan pembawa beton antara lain truck mixer, truck agitator, conveyor, pompa, tower crane yang disertai oleh bucket. Adukan beton dicor ke lokasi elemen struktur dengan menggunakan alat bantu yaitu pompa beton atau *concrete pump* dan wadah beton atau *concrete bucket*. *Truck Mixer* dan *Agitator Truck mixer* selain memiliki kapasitas guna mencampurkan beton serta memiliki keunggulan mampu membawa beton hasil pengadonan ke tempat yang dituju. [7,8]

Pompa Beton

Ketika beton sampai di lokasi, beton tersebut di cor kedalam wadah dengan cara memakai pompa. Beton di salurkan kedalam wadah dengan memakai pipa. Pipa ini bisa diletakan secara horisontal, vertikal atau miring. supaya pemompaan beton ini sukses maka beton yang dialirkan melalui pompa harus selaras serta stabil. Pompa tersaji dalam bermacam - macam ukuran sesuai dengan keperluannya. Pompa diletakan di atas truck. guna memperoleh elevasi pengecoran tersendiri maka alat ini disertai dengan pengaturan operator. Pompa beton memiliki 2 jenis yaitu truck mounted concrete pump dan portable mast and boom. System penghantaran yang di pakai yaitu metode hidrolis. kapasitas alat ini mampu menghantar beton sampai dengan 120 m³/jam. Produktivitas alat mampu dikurangi dengan memperkecil diameter pipa. Jarak hantar beton secara horisontal mampu menggapai sejauh maksimum 300 meter, sedangkan secara vertikal menggapai sejauh maksimum 100 meter. Penyimpangan pipa bisa menyusutkan kinerja hantar [7,8].



Gambar 1. Truck Mounted Concrete Pump dan Portable mast and boom.[9].

Ada 2 jenis concrete pump yaitu, *Mobile Concrete pump* dan *Fixed Concrete pump*. Pada Gambar 1 [9]. *Mobile Concrete pump*, Adalah macam pompa beton (*Concrete pump*) yang terinstal pada truck. jenis ini membutuhkan batang robot remote control yang di sebut boom guna memposisikan beton secara tepat. Pompa boom dipakai dalam sebagian besar proyek – proyek konstruksi sebab dapat memompa pada volume yang besar serta ekonomis pada tenaga kerja. *Fixed Concrete pump* dipakai guna mengalirkan beton pada bawah menuju area pengecoran yang mempunyai tinggi lebih dari 5 lantai, hal ini disebabkan *Mobile Concrete pump* tidak bisa menggapai ketinggian tersebut. Pemakaian *Fixed Concrete pump* guna pengecoran pada ketinggian di bawah 5 lantai ke bawah kurang ampuh dalam segi pemasangan pipa penyaluran. Kekuatan concrete pump tergantung pada a) jenis *Concrete Pump*, dimana tiap pabrik mengeluarkan jenis yang kekuatan cor yang bermacam – macam; b) Panjang Pipa, karena makin panjang pipa kekuatan cor nya makin sedikit; c) Diameter Pipa, semakin besar diameter pipa, makin sedikit kekuatan cornya. d) Slump, makin besar nilai slump, kekuatan cornya makin besar.

Concrete Bucket

Peralatan yang diperlukan dalam pengecoran yaitu tower crane dan concrete bucket. Concrete Bucket ada berbagai jenis ukuran. Beton dimasukkan ke dalam bucket melewati bagian atas bucket. Concrete bucket pada Gambar 2, memiliki ukuran yang berbeda - beda, paling kecil $\pm 0,25 \text{ m}^3$ sampai $\pm 5,00 \text{ m}^3$. Dibagian bawah pada bucket terdapat pintu, yang bisa dibuka maupun ditutup guna melontarkan beton basah. Dalam bucket ukuran kecil bisa dibuka maupun ditutup secara manual, sedangkan bucket yang besar guna membuka maupun menutupnya pada mesin ataupun pada tekanan angin (compressed air). Bucket bisa dijalankan dengan memakai tower (lift) crane, dan cable way [4]. Concrete bucket mempunyai klasifikasi diantaranya adalah tipe Light weight, daya muatan diantara $1/3 - 2 \text{ cu-yd}$;



Gambar 2. Bucket Beton [7]

Standar duty bucket, daya muatannya antara $\frac{1}{2}$ - 4 cu-yd; dan Heavy duty bucket, dan daya muatannya berkisaran dari 1- 12 cu-yd. Dalam pekerjaan concrete bucket ini membutuhkan satu orang sebagai operator concrete bucket yang berperan guna membuka ataupun menutup agar tidak berjatuhan pada saat di bawa menuju tempat pengecoran [11].

Pengecoran Beton

Sesudah beton plastis dituangkan kedalam wadah baik dengan memakai bucket ataupun dengan pipa, beton tersebut lalu dipadatkan dengan cara penggetaran dengan vibrator serta diratakan. Penggetaran dilakukan sebentar saja agar tidak terjadi segregasi pada adukan beton. Selanjutnya bidang beton diratakan lalu di biarkan mengering dengan perawatan beton yaitu menjaga suhu dan kelembaban pada bidang beton. Perawatan dilakukan dengan metode memberi penutup yang basah langsung di atas beton, area pengeringan di tutupi, ataupun menyiram air pada bidang beton. Hal ini bertujuan guna menjauhkan beton cacat. [7,11] Alat berat pendukung pekerjaan pengecoran proyek bangunan bertingkat tinggi adalah Tower Crane. Tower crane adalah alat yang diperlukan untuk mengangkat material secara vertikal serta horisontal pada elevasi area yang tinggi pada ruang gerak yang tertentu. Seperti yang sudah dibahas lebih dahulu, tower crane memiliki berbagai macam tipe [7,8]. Dalam penyortiran tower crane sebagai alat pengangkatan yang akan dipakai, beberapa pandangan yang harus diawasi, diantaranya kondisi lahan kurang lapang dan elevasi yang tidak tergapai dengan alat lain.

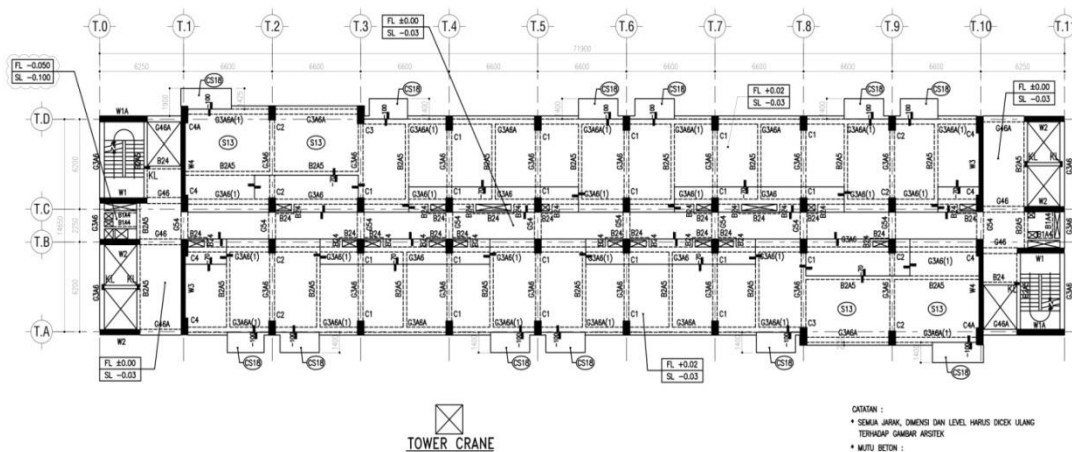
Keunggulan pengecoran memakai alat *concrete bucket* yang dibantu *tower crane* mempermudah pengecoran pada daerah vertikal, seperti pengecoran pada kolom. Sedang kelemahannya membutuhkan siklus waktu yang panjang pada pengerjaannya sehingga waktu pengecoran lebih panjang. Kunggulan pengecoran dengan *concrete pump* bahwa dalam pelaksanaannya *concrete pump* lebih efisien dan efektif dibandingkan dengan *method* lain, dan dengan *Concrete pump* digabungkan dengan pipa *delivery* dapat mencapai ketinggian dan area yang ada dilakukan pengecoran. Adapun kelemahannya adalah suara mesin yang bising karena *concrete pump* menggunakan mesin diesel dengan bahan bakar solar [11,12,13].

METODE

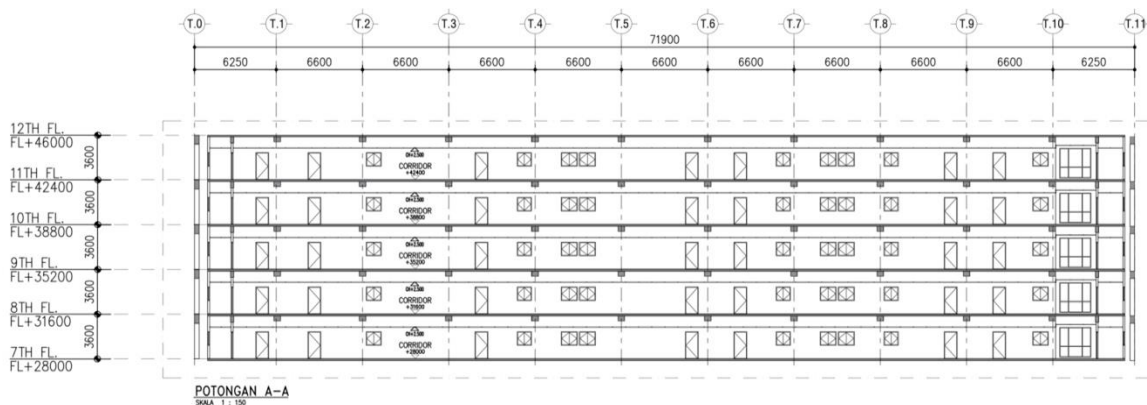
Proyek studi pada penelitian ini adalah proyek pembangunan gedung Apartemen 23 lantai di Jakarta dengan luas per lantai 936 m² dengan tampak dan denah lantai dan potongan bangunan pada Gambar 3, 4 dan 5 di bawah.



Gambar 3.. Tampak Depan Bangunan 23 Lantai



Gambar 4. Denah Lantai 7-11 Tipikal Proyek Studi



Gambar 5. Potongan Lantai 7-11 Tipikal Proyek Studi

Analisa metode pengecoran dilakukan terhadap volume 5 lantai tipikal (lantai 7 – 11) yaitu pengecoran pelat lantai 564,2 m³ dan balok 379,9 m³ (fc'35) menggunakan concrete pump

sedangkan pengecoran kolom 417,5 m³ (fc'40) menggunakan concrete bucket. Tinggi tiap lantai pada proyek apartemen ini yaitu 3,6 meter. Analisa meliputi analisa waktu dan produktivitas pengecoran sesuai proses pengerjaan masing-masing metode dan analisa biaya terkait biaya kelengkapan proses pengecoran.

Proses pengecoran meliputi waktu persiapan 20 menit yaitu 5 menit untuk pengaturan pipa dan 15 menit untuk pemasangan pipa termasuk pelumasan pipa dengan mortar. Selanjutnya waktu operasi pengecoran dimulai, beton segar dari truck mixer di tuangkan ke concrete pump dimana beton ditembakkan melalui pipa dan dikeluarkan pada area yang akan di cor. Digunakan tipe concrete pump dari type kodok / *Fixed* dimana posisi concrete pump ini tidak berpindah - pindah. Keunggulan dari concrete pump type ini memiliki panjang pipa yang bisa di sesuaikan dengan kondisi dilapangan. Karena lahannya yang sempit atau sulit di jangkau oleh kendaraan besar maka concrete pump type ini di jadikan alternatif, pipanya bisa memanjang secara horizontal dan vertical. Tetapi concrete pump ini pada saat operasi pengecoran memiliki tembakan yang cukup keras menjadikan kebisingan di area sekitarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan waktu

- Produktivitas Waktu Operasi = $Volume\ Pengecoran / \left(\frac{Waktu\ Operasi}{60} \right)$
 - Waktu operasi pengecoran meliputi waktu awalan (menurut pada proyek)
Meliputi penyusunan letak 5 menit dan instalasi pipa 15 menit
 - Waktu Pengerjaan = sejak beton masuk ke concrete pump sampai semua volume cor keluar ke area cor
 - Waktu setelah pengerjaan
Meliputi pembongkaran pipa 10 menit dan awalan kembali 10 menit
 - Waktu Keseluruhan
= Waktu awalan + Waktu pengerjaan + Waktu setelah pengerjaan
= 20 menit + 15,30 menit + 20 menit = 55,30 menit.
(Waktu pengerjaan di lantai 7 pada segmen A1 dengan volume 12,59 m³ yang memerlukan waktu operasi 15.30 menit)
- Produktivitas Waktu Keseluruhan = $\frac{Volume}{\left(\frac{Waktu\ Total}{60} \right)} = 12,59 \frac{m^3}{\left(\frac{50,30}{60} \right)} = 15,01\ m^3/j$
- Total Waktu per segmen Lantai 7 = Segmen A + Segmen B + Segmen C
= 535,90 menit + 486,60 menit + 508,65 menit = 1531,15 menit ~ 25,52jam

Perhitungan Biaya Pengecoran Concrete Pump

- Biaya pengecoran lantai 7 proyek studi diberikan pada Tabel 1

Tabel 1. Biaya Pengecoran Lantai 7 dengan concrete Pump

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan / Jam	Total
1	2	3	4	5	6 = (5) x (3)
1	Biaya sewa Concrete pump	25,52	jam	Rp.139.500,00	Rp. 3.560.040,00
2	PPN 10%	25,52	jam	Rp. 13.950,00	Rp. 356.004,00
3	Mekanik	25,52	jam	Rp. 30.113,00	Rp. 768.483,00
4	Bahan Bakar	25,52	jam	Rp. 134.827,00	Rp. 3.440.785,00
5	Pelumas mesin	25,52	jam	Rp. 15.695,00	Rp. 400.536,00
6	Oli Mesin	25,52	jam	Rp. 13.320,00	Rp. 339.926,00
Total Biaya					Rp. 8.865.774,00

- Biaya penyewaan alat. Merujuk penelitian tahun 2020 [11] meliputi biaya sewa concrete pump/ bulan, biaya mekanik/bulan, biaya solar/liter. Biaya oil mesin/liter dan biaya oil hidrolik/liter.
- Biaya Pengecoran berdasar volume beton, jam kerja pengecoran, biaya sewa alat dan bahan bakar.
- Untuk biaya total pengecoran lantai 7 -11, volume 944,1 m³ adalah di Rp 76.727.868 atau Rp 81.270,912/m³.

Perhitungan Waktu dan Biaya Pengecoran Tower Crane dan Bucket

Proses pengecoran dengan bucket ditentukan oleh *Hoisting* adalah kegiatan pengangkutan *bucket* beton yang sudah mengisi beton cair *ready mix*, *Slewing (Putar)* adalah kegiatan perpindahan atau perputaran *jib* (batang crane) yang mengangkut *bucket* beton yang telah diisi beton segar *ready mix* menuju tempat yang siap dicor, *Trolley* adalah kegiatan untuk memindahkan *bucket* beton yang sudah diisi beton cair *ready mix* sejauh *jib* secara horizontal ataupun maju serta mundur; *landing* adalah kegiatan pendaratkan bucket beton yang sudah diisi beton segar *ready mix* guna menuangkan menuju area yang siap di cor. Penuangan beton cor ke tempat elemen kolom yang di cor

Perhitungan waktu pengecoran Concrete Bucket

- Perhitungan waktu pengecoran dengan bucket meliputi analisis jarak kolom ke Tower Crane, Jarak truk mixer ke Tower Crane, Jarak trolley, sudut slewing, penurunan/landing, bongkar muat. Untuk waktu pengerjaan
- Total Waktu Bucket dengan Tower Crane (Sudah termasuk waktu awalan, waktu pengerjaan dan waktu setelah pengerjaan) untuk lantai 7 diperoleh 20,13 jam
- Perhitungan biaya pengecoran Concrete Bucket

Daftar Biaya sewa peralatan

Biaya sewa Tower Crane = Rp. 38.750.000,00 /bulan

Tarif dasar listrik	= Rp. 1.115,00 /kWh (industri skala menengah)
Biaya Mekanik	= Rp. 6.022.494,00 /bulan
Biaya Concrete Bucket	= Rp. 9.500.000,00 /bulan

Perhitungan Harga Pengecoran

Biaya meliputi biaya Sewa Tower Crane/jam, biaya sewa concrete bucket/jam, biaya kebutuhan listrik / jam, biaya operator/jam, Untuk pengerjaan lantai 7 diberikan pada Tabel 2

Tabel 2. Tabel Biaya pengerjaan Lantai 7 dengan Concrete bucket

No	Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan / Jam	Total
1	Biaya sewa Tower Crane	20,13	jam	Rp. 193.750,00	Rp. 3.900.187,00
2	PPN 10%	20,13	jam	Rp. 19.375,00	Rp. 390.019,00
3	Kebutuhan Listrik	20,13	jam	Rp. 57.980,00	Rp. 1.167.137,00
4	Operator TC	20,13	jam	Rp. 30.113,00	Rp. 606.175,00
5	Concrete Bucket	20,13	jam	Rp. 47.500,00	Rp. 956.175,00
Total Biaya					Rp. 7.019.693,00

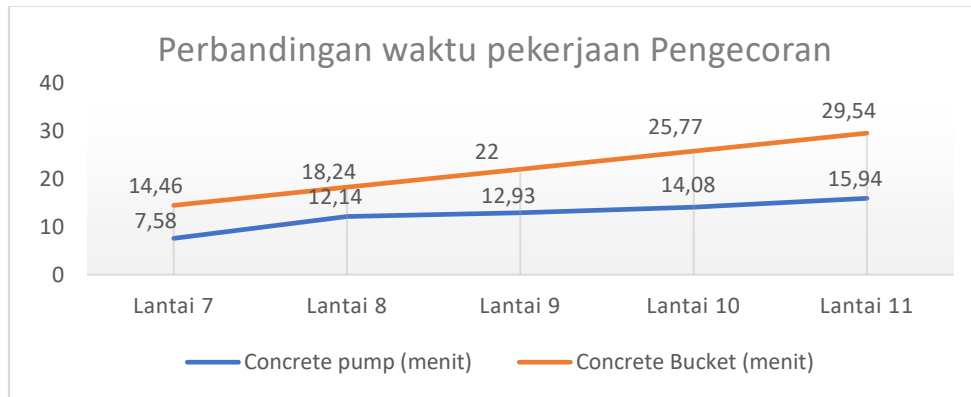
- Untuk biaya total pengecoran dengan concrete bucket lantai 7 -11, volume 417,5 m³ adalah di Rp 53.388.724 atau Rp 127.877,183/m³.

Analisa Perbandingan

Tabel 3. Perbandingan waktu pengecoran /m³

No	Lantai	Waktu yang diperlukan pada pengecoran 1 m ³		
		Concrete Bucket (menit)	Concrete Pump (menit)	Δ (menit)
1	Lantai 7	14,46	7,58	6,88
2	Lantai 8	18,24	12,14	6,10
3	Lantai 9	22,00	12,93	9,07
4	Lantai 10	25,77	14,08	11,69
5	Lantai 11	29,54	15,94	13,60

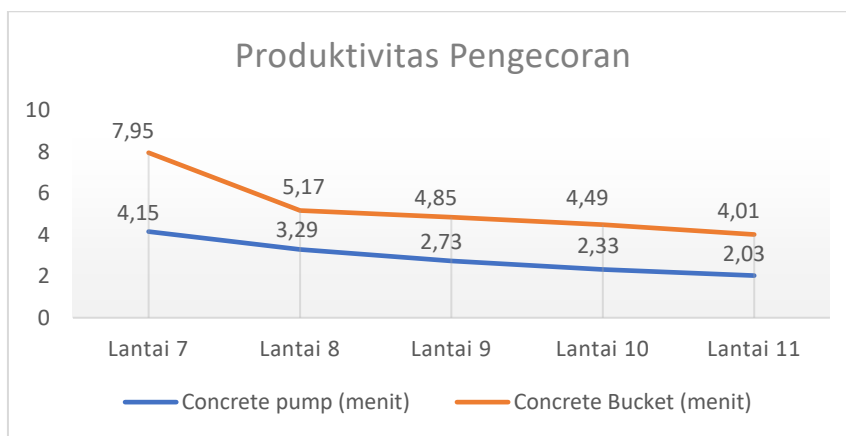
Tabel 3 dan Gambar 6 menunjukkan perbandingan waktu pengecoran concrete bucket terhadap *concrete pump* dengan kenaikan lantai atau elevasi tempat cor. *Concrete pump* lebih cepat waktu pengecoran dari pada *concrete bucket* karena *concrete bucket* membutuhkan *travel time* yang lebih panjang.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Waktu Pengecoran per m³ pada Lantai 7-11

Tabel 4. Perbandingan Produktifitas Pengecoran Lantai 7-11

No	Lantai	Produktivitas rata – rata per lantai		
		Concrete Bucket (m ³ /jam)	Concrete Pump (m ³ /jam)	Δ (m ³ /jam)
1	Lantai 7	4,15	7,95	3,80
2	Lantai 8	3,29	5,17	1,88
3	Lantai 9	2,73	4,85	2,12
4	Lantai 10	2,33	4,49	2,16
5	Lantai 11	2,03	4,01	1,98



Gambar 7. Grafik Perbandingan Produktifitas Pengecoran per m³ Lantai 7-11

Pada Tabel 4 dan Gambar 7 diperoleh bahwa produktivitas pengecoran per m³ concrete pump yang lebih tinggi, walau dengan kenaikan elevasi, yang disebabkan daya dorong pompa yang baik.

SIMPULAN

1. Dari hasil analisa waktu yang di peroleh dari pengecoran dengan concrete pump dan bucket pada lantai tipikal, diperoleh bahwa concrete pump menghasilkan waktu cor lebih cepat yaitu

7,58 menit/m³ daripada 14,46 menit/m³ untuk bucket pada lantai 7. Nilai ini terus meningkat dengan bertambahnya elevasi lantai rata-rata 2,09menit/3,6meter kenaikan elevasi antar lantai pada *concrete pump* dan 3,77menit/3,6meter pada bucket. Untuk *concrete bucket* bertambahnya tinggi lantai maka bertambahnya waktu lebih besar daripada concrete pump dikarenakan adanya waktu muat, waktu angkut, waktu bongkar dan waktu kembali, sedangkan concrete pump karena bertambah panjangnya jarak pengecoran.

2. Produktivitas pengecoran concrete pump lebih besar di dibandingkan dengan concrete bucket yaitu 7,95meter³/ jam dan 4,15meter³/ jam. Semakin tinggi elevasi lantainya atau jangkauan pengecorannya meningkat 3,6 m maka produktivitas concrete pump dan bucket akan menurun masing-masing sebesar 0,98 m³/3,6 m³ dan 0,53 m³/3,6 meter
3. Biaya untuk pengoperasian alat pengecoran dengan menggunakan Concrete Pump adalah Rp 81.270,912/m³ lebih efisien dari pengoperasian dengan Concrete Bucket Rp 127.877,183/m³
4. Rekomendasi pemakaian pengecoran menggunakan *Concrete Pump* tipe kodok /*fixed* dimana jenis pompa ini tepat digunakan apabila lokasi proyek tidak bisa di jangkau dengan kendaraan atau alat besar, jangkauan pengecoran yang tinggi untuk pengecoran, Panjang pipa horizontal bisa 650meter dan Panjang vertical bisa mencapai 150meter atau mencapai bangunan 50 lantai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Frederika, A. dan Widhiawati, I. A. R., 2017. Analisis Produktivitas metode pelaksanaan pengecoran beton ready mix pada balok dan pelat lantai gedung.
- [2] Asyurhok Sujanadi, dkk. 2014. Produktivitas pengecoran beton ready mix.
- [3] Sudipta, I Gusti Ketut, 2018. "Analisis Kelayakan Proyek Pembangunan Perumahan di Kabupaten Jembrana". Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- [4] Nanda, T, R, dkk, 2017. Analisa Perbandingan Waktu dan Produkivitas Pengecoran menggunakan Concrete Bucket dan Concrete Pump Pada pembangunan gedung bertingkat.
- [5] Jawat, I Wayan., A., dan Armaeni, NI Komang, 2018. Produktivitas truck concrete pump dan truck mixer pada pengerjaan pengecoran beton ready mix.
- [6] Husen, Abrar 2010. Manajemen Proyek. Penerbit: ANDI, Yogyakarta.
- [7] Rostiyanti, S, F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi* Jakarta: Rineka Cipta.
- [8] Dr. Ir. Erizal, MAgr. *Alat Berat Konstruksi Alat Pengangkat Crane*, 2017.
- [9] Yulin Patrisia dan Revianti Coenraad. *Pemodelan Matematis Produktivitas Concrete Pump Pada Pekerjaan Beton Proyek Konstruksi di Palangka raya*, 2014
- [10] Setiawan, Mohammad Hendri, 2016. *Proyek Pembangunan Apartemen Candiland*. Semarang.

- [11] Ridho, Muhamad Rasyid 2020. Analisis Produktivitas Dan Efisiensi Pada Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok dan Kolom Menggunakan Concrete Bucket Dan Concrete Pump Pada Gedung Bertingkat. Jakarta, Institut Teknologi PLN.
- [12] Rhebi, M, Y, dkk, 2017. Analisa Penerapan Manajemen Waktu Ada Proyek Bangunan Perkantoran Revistar 3 Lantai Graha Dewata Malang. 1 (2):1- 6
- [13] Yodie Hermandi, dkk. 2020. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Pekerja Pada Pelaksanaan Konstruksi Gedung Bertingkat. Jurnal Mitra Teknik Sipil. 3 (2): 299 – 312