

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PRODUKTIVITAS BIAYA DAN WAKTU
PADA PEKERJAAN PENGECORAN KOLOM
(*ANALYSIS OF PRODUCTIVITY AND COST ON
COLUMN CONCRETE CASTING WORK*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



AUFA TIAN PRATAMA

16511215

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PRODUKTIVITAS BIAYA DAN WAKTU
PADA PEKERJAAN PENGECORAN KOLOM
(ANALISYS OF PRODUCTIVITY AND COST ON
COLUMN CONCRETE CASTING WORK)**

Disusun oleh

**Aufa Tian Pratama
16511215**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 14 Agustus 2023

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM
NIP. 005110101

Penguji I

Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 955110102

Penguji II

Tri Nugroho Sulistvartoro, S.T., M.T.
NIP. 195110502

Mengesahkan
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan bahwa sesungguhnya laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi teknik Sipil Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah.

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 22 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Aufa Tian Pratama

(16511215)

LEMBAR DEDIKASI

Tugas Akhir ini saya dedikasikan kepada:

1. Bapak Ahmad Sufa Widwianto dan Ibu Sri Sukamti sebagai orangtua yang selalu memberi semangat, saran, motivasi, dan segala hal pelajaran hidup untuk saya sampai sekarang ini dan dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Adik-adik saya Rafif Tian Isnanta dan Zahri Tian Tsalisputra sebagai saudara kandung saya yang menjadi semangat dan motivasi saya supaya semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Keluarga Bapak Luluk Hariyadi dan Ibu Nur Endah Sufiantari di Yogyakarta sebagai keluarga saya yang telah menjadi rumah saya di Jogja dari awal pendidikan SMA hingga tamat Kuliah ini selama kurang lebih 10 tahun.
4. Mas Abdul Hadi, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik saya yang sudah membantu dalam penyelesaian akademik saya.
5. Malinda Hestiyana yang telah menjadi tempat berkeluh kesah suka maupun duka penulis, memberi semangat, motivasi, memberikan waktunya serta bantuannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman, rekan, sahabat saya Helmi, Fajar, Farhan, Ucil, Opung, Odang, Apip, Alfin, Gian, Ganang Rais, Ganang Bintang, Divan, Bili, Budi, Jati, Yoga, Muna, Melyza, Zulfan dan teman-teman lainnya yang tidak cukup untuk disebutkan satu persatu.
7. Keluarga Teknik Sipil UII 2016 yang sudah berjuang bersama dari awal masuk perkuliahan.
8. Mari Luck yang sudah membantu saya di awal-awal mengerjakan Tugas Akhir ini.
9. Sahabat Keluarga Besar Indrawan Arfid, S.T., M. Ijtihad Hasbie Haekal, S.H., Ilham Maulana, S.H., M. Kn., dr. Fahrizal Mirza, Alvin Darel, S.T. yang selalu memberi semangat dan menjadi motivasi penulis.

10. Teman-teman seperjuangan Organisasi HMTS UII dan juga FKMTSI yang sudah banyak mengajarkan saya di luar dunia perkuliahan.
11. Saya berterima kasih kepada diri saya sendiri yang selalu pantang menyerah dalam menjalani manis pahitnya tekanan dunia perkuliahan selama kurang lebih 7 tahun.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah rabbil'alam, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Pengecoran Kolom.


Atas kelancaram selama menulis Tugas Akhir ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, serta pengertian selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D., Bapak Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T., selaku dosen penguji 1 dan 2 yang telah memberikan saran.
5. Bapak Darmawan, Bapak Wawan, Bapak Bayu Purnomo, Mas Fauzan, dan jajaran tenaga kerja di kantor proyek GIK UGM PT Waskita dan PT Amarta KSO yang mengizinkan saya dan membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap Tugas Akhir ini akan memberi manfaat bagi pembacanya. *Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 4 Agustus 2023

Penulis,


Aufa Tian Pratama
(16511215)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.2.1 Produktivitas dan Efisiensi Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Menggunakan <i>Concrete Bucket</i> dan <i>Concrete Pump</i> Pada Gedung Bertingkat	4
2.2.2 Produktivitas Alat Berat Pengecoran Kolom Pada Pembangunan Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar	5
2.2.3 Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Dengan MPDM (<i>Method Productivity Delay Model</i>)	5

2.2.4	Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat <i>Concrete Pump</i> dan <i>Concrete Bucket</i>	7
2.2.5	Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tebing Proyek Pembangunan JJLS Tepus-Jerukwudel Gunung Kidul	8
BAB III LANDASAN TEORI		15
3.1	Manajemen	15
3.2	Produktivitas	16
3.3	Metode Model Penundaan Produktivitas (<i>Method Productivity Delay Model</i>)	16
3.3.1	Faktor yang Mempengaruhi Penundaan	18
3.3.2	Prosedur Pengolahan Data Dengan <i>Method Productivity Delay Model</i> (MPDM)	20
3.4	Manajemen Proyek Konstruksi	25
3.4.1	Konsep Biaya	25
3.4.2	Konsep Waktu	27
3.4.3	Mutu	28
3.5	Kolom	28
3.6	Beton	29
3.7	Alat Berat	29
3.7.1	<i>Tower Crane</i>	29
3.7.2	<i>Concrete Bucket</i>	33
3.8	Metode Konstruksi	34
3.8.1	Metode Pengecoran Menggunakan <i>Concrete Bucket</i>	34
BAB IV METODE PENELITIAN		36
4.1	Jenis Penelitian	36
4.2	Objek dan Subjek Penelitian	36
4.2.1	Objek Penelitian	36
4.2.2	Subjek Penelitian	37
4.3	Data Penelitian	37
4.4	Teknik Pengumpulan Data	38

4.5	Tahapan Penelitian	38
4.6	Diagram Alir Penelitian	39
BAB V ANALISIS DATA		41
5.1	Data Proyek	41
5.1.1	Data Umum	41
5.1.2	Data Biaya Sewa Alat Bantu	41
5.1.3	Data Biaya Upah Tenaga Kerja	46
5.2	Pelaksanaan	47
5.3	Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan	48
5.4	Analisis Data Produktivitas	50
5.4.1	Data Durasi Pengecoran Kolom	51
5.4.2	Perhitungan Penyesuaian Penarikan dan Penurunan CB	56
5.4.3	Perhitungan Tundaan Siklus Produksi	65
5.4.4	Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM	67
5.4.5	Perhitungan Informasi Tundaan	69
5.4.6	Perhitungan Produktivitas Pengecoran Kolom	73
5.5	Analisis Data Biaya	76
5.5.1	Alat dan Tenaga Kerja	77
5.5.2	Biaya dan Waktu	78
5.6	Perbandingan Produktivitas dan Biaya	84
5.7	Pembahasan	87
5.7.1	Produktivitas	87
5.7.2	Biaya	88
5.7.3	Pembahasan dan Rekomendasi	89
BAB VI KESIMPULAN		90
6.1	Kesimpulan	90
6.2	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		92
LAMPIRAN		94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya	10
Tabel 3.1 Tabel Perhitungan Durasi Pekerjaan	21
Tabel 3.2 Perhitungan Penundaan Siklus Produksi	22
Tabel 3.3 Lembar Kerja <i>Method Productivity Delay Model</i>	23
Tabel 3.4 Perhitungan Informasi Penundaan	24
Tabel 3.5 Perhitungan Produktivitas	25
Tabel 5.1 Data Umum Proyek	41
Tabel 5.2 Rekapitulasi Biaya Sewa TC di Proyek GIK UGM	43
Tabel 5.3 Rekapitulasi Biaya Sewa CB di Proyek GIK UGM	44
Tabel 5.4 Rekapitulasi Biaya Sewa <i>Vibrator</i> di Proyek GIK UGM	45
Tabel 5.5 Rekapitulasi Biaya Sewa Alat Bantu di Proyek GIK UGM	45
Tabel 5.6 Rekapitulasi Biaya Upah Tenaga Kerja di Proyek GIK UGM	47
Tabel 5.7 Kodefikasi Jenis Penundaan	53
Tabel 5.8 Contoh Perhitungan Waktu Produksi Siklus Menggunakan CB	54
Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Durasi Waktu Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan CB	55
Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan Kecepatan Penarikan CB	58
Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Kecepatan Penurunan CB	59
Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan CB	61
Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Penyesuaian Durasi Penurunan CB	62
Tabel 5.14 Data Pengecoran Kolom Dengan CB Sesudah Penyesuaian	63
Tabel 5.15 Rekapitulasi Perubahan Waktu Siklus Pengecoran Menggunakan CB	64
Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Tundaan Siklus Produksi Pengecoran	66
Tabel 5.17 Rekapitulasi Lembar Kerja Proses MPDM	69
Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Informasi Tundaan	73
Tabel 5.19 Rekapitulasi Nilai Produktivitas Pengecoran Kolom Dengan Menggunakan CB Pada Proyek GIK UGM	75

Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pada Pengecoran Kolom Dengan Menggunakan CB Pada Proyek GIK UGM	82
Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pengecoran Kolom Proyek GIK UGM Menggunakan CB	84
Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pengecoran Kolom Milik Nugroho (2021)	84
Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Perbandingan Nilai Produktivitas dan Biaya Alat-Tenaga Kerja Dari Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan CB Antara Proyek GIK UGM Dengan Proyek Apartement DU	86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Hubungan <i>Triple Constrain</i>	28
Gambar 3.2 <i>Free Standing Crane</i>	30
Gambar 3.3 <i>Climbing Tower Crane</i>	31
Gambar 3.4 <i>Tied in Crane</i>	31
Gambar 3.5 <i>Concrete Bucket</i>	33
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Universitas Gadjah Mada Yogyakarta	37
Gambar 4.2 <i>Flowchart</i> Penelitian	40
Gambar 5.1 Pengecoran Kolom Menggunakan CB Pada Proyek GIK UGM	51
Gambar 5.2 Histogram Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan CB	55
Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Durasi Pekerjaan Pengecoran Kolom Sebelum dan Sesudah Penyesuaian	64
Gambar 5.4 Histogram Tundaan Waktu Siklus Pengecoran	67
Gambar 5.5 Histogram Rekapitulasi Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Kolom Dengan CB Pada Hari Pertama	75
Gambar 5.6 Histogram Rekapitulasi Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Kolom Dengan CB Pada Hari Kedua	76
Gambar 5.7 Histogram Rekapitulasi Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Kolom Dengan CB Pada Hari Ketiga	76
Gambar 5.8 Histogram Perhitungan Produktivitas Ideal dan Keseluruhan dari Pengecoran Kolom Antara Proyek GIK UGM Dengan Proyek Apartement DU	86
Gambar 5.9 Histogram Perhitungan Biaya Alat-Tenaga Kerja Dari Pengecoran Kolom Antara Proyek GIK UGM Dengan Proyek Apartemen DU	87
Gambar 5.10 Proses Penambahan Pipa Karena Lengan TC Sudah Tidak Sampai	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Permohonan Izin Penelitian	95
Lampiran 2 Data Durasi Pengecoran	97
Lampiran 3 Data Sewa Peralatan	101

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

CB	: <i>Concrete Bucket</i>
DU	: Apartemen Dhika Universe
GIK	: Gelanggang Inovasi dan Kreatif
MPDM	: <i>Method Productivity Delay Model</i>
Perwali	: Peraturan Wali Kota
Perwagub	: Peraturran Gubernur
TC	: <i>Tower Crane</i>
UGM`	: Universitas Gadjah Mada

ABSTRAK

Penggunaan alat berat diperlukan untuk membantu pelaksanaan proses pembangunan konstruksi gedung bertingkat. Penentuan alat berat mana yang hendak digunakan pada pelaksanaan proses pembangunan dapat dilakukan dengan menganalisa mendapatkan hasil produktivitas yang tinggi dengan tingkat efisiensi pada biaya tenaga kerja-alat dan waktu. Pada penelitian ini, dilakukan perhitungan produktivitas pada proses pengecoran kolom dengan menggunakan alat *concrete bucket* dengan menggunakan metode analisis *Method Productivity Delay Model* (MPDM). Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Gelanggang Inovasi dan Kreatif (GIK) Universitas Gadjah Mada Yogyakarta dengan proses pengamatan yang dilakukan yaitu mencakup pencatatan durasi pekerjaan, jumlah, dan biaya tenaga kerja-alat selama proses pengecoran berlangsung dan menggunakan penelitian terdahulu milik Nugroho (2021) yang berstudi kasus di Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe (DU). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil yang didapatkan diketahui pada pengecoran kolom, produktivitas keseluruhan, produktivitas ideal dan biaya tenaga kerja-alat pada Proyek GIK UGM berturut-turut sebesar 4,263 m³/jam, 4,925 m³/jam, dan Rp149.126,95, sedangkan pada Proyek Apartemen DU berturut-turut sebesar 5,545 m³/jam, 6,847 m³/jam dan Rp57.407,38.

Kata Kunci : Produktivitas, Biaya, *MPDM*, *Tower Crane*, *Concrete Bucket*.

ABSTRACT

The use of heavy equipment is needed to assist the implementation of the multi-storey building construction process. Determining which heavy equipment to use in the implementation of the construction process can be done by analyzing to obtain high productivity results with a level of efficiency in labor-tools and time costs. In this study, productivity calculations were carried out in the column casting process using a concrete bucket using the Method Productivity Delay Model (MPDM) analysis method. Data collection in this study was carried out at the Gadjah Mada University Yogyakarta has Gelanggang Inovasi dan Kreatif (GIK) Project with the observation process carried out which included recording the duration of work, quantity, and labor-tool costs during the casting process and using Nugroho has previous research (2021) who studied cases in the Dhika Universe (DU) Apartment Project. Based on the research that has been done, the results obtained are known for column casting, overall productivity, ideal productivity and labor-tool costs at the UGM has GIK Project respectively 4.263 m³/hour, 4.925 m³/hour, and cost Rp149,126.95, while in the DU Apartment Project it was 5,545 m³/hour, 6,847 m³/hour and cost Rp57,407.38.

Keyword : Productivity, Cost, MPDM, Tower Crane, Concrete Bucket

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu dan kondisi sampai saat ini, semakin banyak konstruksi bangunan bertingkat tinggi demi memenuhi kebutuhan manusia. Teknologi yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan konstruksi bangunan tingkat tinggi semakin berkembang. Dalam pemilihan alat untuk kebutuhan konstruksi yang paling utama adalah mengidentifikasi alat agar mengetahui fungsi dan cara pengoperasiannya serta dapat memperkirakan efektifitas biaya dan waktu yang dikeluarkan (Kholil, 2012). Peralatan yang digunakan seharusnya sesuai dengan situasi dan kondisi proyek bangunan konstruksi gedung bertingkat tinggi, yang seringkali berbeda antara satu proyek dengan proyek lainnya. Penyebabnya antara lain durasi waktu pelaksanaan dan kondisi lapangan yang sering terbatas.

Peralatan konstruksi mempunyai peranan yang penting dalam suatu proyek untuk menghasilkan produktivitas yang tinggi. Produktivitas suatu peralatan konstruksi yang baik akan membuat biaya dan waktu menjadi efisien. Pemilihan alat dalam suatu proyek pun juga disesuaikan dengan lahan yang tersedia untuk memberikan produktivitas yang tinggi. Salah satu alat yang digunakan untuk pekerjaan pengecoran yang biasa digunakan pada proyek bangunan bertingkat yaitu *concrete bucket*.

Concrete bucket adalah suatu alat penampung berupa ember yang berguna untuk membawa campuran beton dari *truck mixer* ke tempat lokasi yang akan didistribusikan menggunakan *tower crane* (Mulatief, Ratnayanti, & Firdaus, 2021). Cara mengoperasikan alat ini yaitu dengan membuka, menutup, serta mengunci pada buangnya oleh operator yang bertugas. Alat ini membantu mengangkut beton dari *truck mixer* ke lokasi yang sulit dijangkau dengan alat berat cor lainnya. Penggunaan alat ini lazimnya digunakan pada pekerjaan gedung bertingkat, akan tetapi tidak menutup kemungkinan juga alat ini digunakan untuk

proyek yang lainnya (Pranata, 2020). Alat ini memiliki peran yang sangat efisien dalam proses berlangsungnya pelaksanaan proyek, terutama pada proyek yang memiliki lahan yang relatif sempit dan bangunan yang tinggi. Meskipun begitu, alat ini juga banyak digunakan pada proyek gedung bertingkat dengan lahan yang luas.

Pada setiap proyek memiliki permasalahan yang berbeda-beda. Kendala yang dapat terjadi pada pekerjaan pengecoran yaitu jarak antara *truck mixer* ke lokasi pengecoran, sehingga dapat menimbulkan penundaan yang menghasilkan produktivitas rendah. Untuk itu perlu adanya penelitian pada pekerjaan pengecoran kolom ini untuk meneliti *waste* yang terdapat pada siklus pekerjaannya sehingga nantinya dapat meningkatkan produktivitasnya. Dalam hal ini salah satu metode yang dapat digunakan *Method Productivity Delay Model* (MPDM). Metode ini untuk meneliti siklus pekerjaan yang nantinya dapat mengatur nilai produktivitasnya guna lebih efektifnya pekerjaan lapangan dalam segi biaya dan waktu.

Pada penelitian sebelumnya yang diteliti oleh Nugroho (2021) berstudi kasus di Apartement Dhika Universe didapatkan nilai produktivitas keseluruhan dan ideal pada pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* (CB) berturut-turut yaitu 5,545 m³/jam dan 6,847 m³/jam. Kasus yang akan diteliti ini yaitu menganalisis kendala mengenai biaya dan waktu pengecoran yang terjadi pada pembangunan gedung Gelanggang Inovasi dan Kreativitas (GIK) UGM yang memiliki luasan proyek yang sangat besar sehingga GIK ini dibangun dengan rencana terdapat tiga zona dan 3 lantai tingginya. Zona utara untuk Zona Seni dan Budaya, zona tengah untuk Zona Inovasi Teknologi dan Kewirausahaan serta yang terakhir zona selatan untuk Zona Kepemimpinan. Oleh alasan luasnya proyek ini sehingga studi kasus penelitian ini dilakukan. Proyek ini dibangun oleh PT Waskita Karya dan PT AMARTA KSO.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang sebelumnya maka menimbulkan masalah yang dibahas ialah:

1. Bagaimana produktivitas dari *concrete bucket* pada pekerjaan pengecoran kolom pada proyek GIK UGM dengan menggunakan metode MPDM?
2. Berapakah biaya alat-tenaga kerja yang diperlukan oleh alat *concrete bucket* pada pekerjaan pengecoran kolom pada proyek GIK UGM?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang ada sehingga tujuan penelitian ini ialah:

1. Mengetahui produktivitas dari *concrete bucket* pada pekerjaan pengecoran kolom pada proyek GIK UGM menggunakan metode MPDM.
2. Mengetahui besaran biaya alat-tenga kerja yang diperlukan oleh alat *concrete bucket* pada pekerjaan pengecoran kolom pada proyek GIK UGM.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi pembaca untuk penelitian yang sejenis.
2. Tugas akhir ini dapat menjadi referensi ataupun pertimbangan untuk perencanaan bagi kontraktor demi tercapainya keberhasilan proyek.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah-masalah dalam penelitian ini agar tidak terlalu luas dalam penelitian yang dilaksanakan yaitu sebagai berikut:

1. Menghitung waktu siklus pekerjaan pengecoran kolom.
2. Penelitian yang dilakukan pada pekerjaan pengecoran kolom.
3. Perhitungan biaya dari alat bantu pengecoran *concrete bucket*.
4. Perhitungan waktu dari alat bantu pengecoran *concrete bucket*.
5. Data pada proyek seperti gambar kerja dan volume pekerjaan.
6. Harga satuan digunakan harga satuan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Tinjauan pustaka dilakukan untuk menjadi bahan pertimbangan juga referensi penelitian ini. BAB II ini guna memperkuat analisis yang dijadikan sumber ilmiah.

2.2 Penelitian Terdahulu

2.2.1 Produktivitas dan Efisiensi Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* dan *Concrete Pump* Pada Gedung Bertingkat

Penelitian ini dikerjakan oleh Ridho (2020) dengan judul “Analisis Produktivitas dan Efisiensi Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* dan *Concrete Pump* Pada Gedung Bertingkat” yang bertujuan untuk mengetahui waktu efektif dan waktu realisasi serta biaya yang digunakan pada pekerjaan pengecoran menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket*. Pengumpulan data yang dilakukan didapat langsung dari pihak kontraktor dan pihak konsultan. Peneliti di sini menggunakan data sekunder yang berisi, volume pekerjaan, biaya sewa peralatan, upah kerja, waktu siklus alat berat, dan spesifikasi alat.

Dari analisis yang dilakukan maka didapatkan hasil seperti berikut:

1. Waktu efektif pengecoran 48,07 jam dan waktu realisasi 56,75 jam menggunakan alat *concrete pump*. Sedangkan dengan menggunakan *concrete bucket* waktu efektifnya yaitu 85,94 jam dan waktu realisasinya 56,75 jam.
2. Nilai produktivitas efektif alat *concrete pump* sebesar 18,78 m³/jam dan produktivitas realisasi yaitu 15,91 m³/jam. Adapun nilai produktivitas efektif *concrete bucket* adalah 7,09 m³/jam dan produktivitas realisasi 5,91 m³/jam. Besarnya biaya yang digunakan pada alat *concrete pump* sebesar

Rp 21,458,764 lebih kecil dibandingkan dengan biaya yang digunakan untuk *concrete bucket* yaitu Rp 40,238,438.

2.2.2 Produktivitas Alat Berat Pengecoran Kolom Pada Pembangunan Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar

Penelitian ini dikerjakan oleh Randan (2021) dengan judul “Produktivitas Alat Berat Pengecoran Apartment 31 Sudirman Suites Makassar” yang bertujuan untuk mengetahui nilai produktivitas pengecoran kolom menggunakan *tower crane* pada lantai 4 dan lantai 5. Pengumpulan data primer yang didapatkan melalui wawancara dan pengamatan langsung di lapangan. Adapun data sekunder yang berisikan spesifikasi dari 2 alat berat *tower crane* dan *shop drawing*.

Berdasarkan proses analisis didapatkan hasil sebagai berikut:

Nilai produktivitas *tower crane* pada pengecoran kolom lantai 4 yaitu 71,544% dan rata-rata pada produktivitas pengecoran lantai 5 yaitu 73,727%.

2.2.3 Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Dengan MPDM (*Method Productivity Delay Model*)

Penelitian ini dikerjakan oleh Abdullah (2021) dengan judul “Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Dengan MPDM (*Method Productivity Delay Model*)” yang bertujuan untuk mengetahui besarnya perbedaan produktivitas ideal serta keseluruhan pada pekerjaan pemasangan keramik yang memiliki besaran yang sempit dan luas. Kemudian penelitian ini juga memiliki tujuan untuk besarnya perbedaan produktivitas keseluruhan dan ideal dengan produktivitas standar yang didasari oleh Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dan juga untuk mencari faktor tundaan yang dominan di lapangan. Adapun penelitian ini menggunakan metode MPDM guna mengkalkulasikan produktivitas dari tenaga kerja. Pengumpulan data primer dilakukan dengan mengamati di lapangan secara langsung dengan mengamati pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja pada saat pekerjaan pemasangan keramik. Peneliti juga menggunakan alat perekam berupa kamera video dalam proses pengamatan.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan metode MPDM oleh peneliti didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Pada daerah luas didapat perbandingan produktivitas rerata keseluruhan dan ideal berturut-turut dengan tukang yang bekerja yaitu 3 tukang adalah 4,828 m²/jam berbanding 7,412 m²/jam. Pada daerah yang sempit didapat perbandingan produktivitas rerata keseluruhan dan ideal berturut-turut dengan tukang yang bekerja yaitu 4 tukang adalah 1,576 m²/jam berbanding 2,935 m²/jam. Sehingga didapat selisih pada produktivitas daerah luas sebesar 2,584 m²/jam dan daerah sempit sebesar 0,505 m²/jam dengan persentase pada luas dan sempit berturut-turut 60,386% dan 50,457%.
2. Perbandingan produktivitas keseluruhan dan ideal dengan standar berdasarkan AHSP yaitu sebagai berikut.
 - a. Produktivitas rerata AHSP dengan ideal pada daerah luas dengan 3 tukang sebesar 0,48 m²/jam dibanding 7,412 m²/jam serta pada daerah sempit dengan 4 tukang sebesar 0,48 m²/jam dibanding 2,935 m²/jam. Sehingga menghasilkan selisih pada daerah yang luas adalah 7,004 m²/jam serta yang sempit adalah 2,527 m²/jam. Kemudian persentase perbandingannya di daerah luas adalah 7,288% dan sempit adalah 15,353%.
 - b. Produktivitas rerata AHSP dengan keseluruhan pada daerah luas dengan 3 tukang sebesar 0,48 m²/jam dibanding 4,828 m²/jam serta pada daerah sempit dengan 4 tukang sebesar 0,48 m²/jam dibanding 1,576 m²/jam. Sehingga menghasilkan selisih pada daerah yang luas adalah 4,420 m²/jam serta yang sempit adalah 1,168 m²/jam. Kemudian persentase perbandingannya di daerah luas adalah 14,621% dan sempit adalah 33,870%.
3. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan menggunakan metode MPDM, diketahui faktor penundaan yang paling dominan terjadi pada faktor tenaga kerja dengan total penundaan sebesar 69 unit dan faktor manajemen sebesar 67 unit, kemudian ada juga faktor lingkungan sebesar 20 unit. Penundaan yang terjadi pada faktor tenaga kerja disebabkan oleh tenaga kerja yang melakukan hal yang bersifat pribadi dan spesi yang kurang diawal. Penundaan yang terjadi pada faktor manajemen disebabkan oleh menunggu

adukan spesi, persiapan lahan pematokan, dan pembukaan bungkus keramik.

2.2.4 Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*

Penelitian ini dikerjakan oleh Nugroho (2021) dengan judul “Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat *concrete pump* dan *concrete bucket*” yang bertujuan untuk mengetahui besaran produktivitas ideal dan biaya kebutuhan keseluruhan alat-tenaga kerja yang dibutuhkan *concrete pump* dan *concrete bucket* pada pekerjaan pengecoran pelat, balok, dan kolom. Serta perbandingan produktivitas dan biaya alat-tenaga kerja antara *concrete pump* dan *concrete bucket* pada pekerjaan pengecoran pelat, balok, dan kolom. Adapun metode yang digunakan yaitu dengan *Method Productivity Delay Model* (MPDM). Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati pekerjaan pengecoran pada pelat, balok, dan kolom dari awal hingga selesai di 2 lokasi proyek gedung yang berbeda untuk mendapatkan volume dan waktu pengecoran. Selain itu juga dengan melakukan wawancara serta observasi langsung untuk mendapatkan jumlah, upah kerja, harga sewa dan spesifikasi alat.

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

1. Pengecoran menggunakan *concrete pump* didapatkan nilai produktivitas keseluruhan pada pekerjaan pelat-balok dan kolom berturut-turut sebesar 13,375 m³/jam dan 7,150 m³/jam sedangkan produktivitas idealnya berturut-turut sebesar 32,514 m³/jam dan 34,086 m³/jam. Adapun pengecoran menggunakan *concrete bucket* didapatkan nilai produktivitas keseluruhan pada pekerjaan pelat-balok dan kolom berturut-turut sebesar 5,376 m³/jam dan 5,545 m³/jam sedangkan produktivitas idealnya berturut-turut sebesar 10,455 m³/jam dan 6,847 m³/jam.
2. Pengecoran menggunakan *concrete pump* didapatkan biaya tenaga dan alat per m³ pada pekerjaan kolom dan pelat-balok berturut-turut sebesar Rp 26.078,27 dan Rp 14.750,47. Adapun pengecoran menggunakan *concrete bucket* didapatkan biaya tenaga dan alat per m³ pada pekerjaan kolom dan pelat-balok berturut-turut sebesar Rp 57.407,38 dan Rp 60.959,00.

3. Perbandingan produktivitas keseluruhan, ideal dan biaya tenaga-alat pada pengecoran kolom menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket* berturut-turut yaitu sebesar 1,289, 4,978, dan 0,454. Adapun perbandingan produktivitas keseluruhan, ideal dan biaya tenaga-alat pada pengecoran pelat dan balok menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket* berturut-turut yaitu sebesar 2,488, 3,110, dan 0,242.

2.2.5 Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tebing Proyek Pembangunan JLS Tepus-Jerukwudel Gunung Kidul

Penelitian ini dikerjakan oleh Aditya dan Saputro (2023) dengan judul “Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tebing Proyek Pembangunan JLS Tepus-Jerukwudel Gunungkidul” yang bertujuan untuk mengetahui nilai produktivitas rata-rata alat berat *excavator breaker*, *excavator bucket*, dan *dump truck* pada pekerjaan pembangunan jalan. Adapun metode yang digunakan yaitu dengan *Method Productivity Delay Model* (MPDM) yang didasari agar diketahui nilai produktivitas pada alat berat berdasarkan waktu tundaan yang terjadi di lapangan. Pengumpulan data primer dilakukan dengan wawancara terhadap pihak proyek di lapangan yang bertanggung jawab dari alat berat yang digunakan dan juga dengan mengamati serta menganalisis secara langsung di lapangan kinerja dari alat berat yang bekerja. Adapun peneliti juga melakukan pengumpulann data sekunder yang didapat dari berbagai macam sumber seperti informasi maupun jurnal yang bersangkutan dengan penelitian yang dilakukan.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan oleh peniliti berdasarkan metode MPDM, didapat hasil sebagai berikut:

Nilai rerata produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal berturut-turut pada alat berat *excavator breaker* yaitu 6,18 m³/jam dan 7,52 m³/jam, selanjutnya nilai rerata produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal pada *excavator bucket* adalah 61,78 m³/jam dan 92,74 m³/jam, serta nilai rerata produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal berturut-turut pada *dump truck* sebesar 33,24 m³/jam dan 33,55 m³/jam.

Adapun persamaan juga perbedaan terhadap pengamatan penelitian ini dengan penelitian terdahulu dirangkum pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Penulis	Ridho (2020)	Randan (2021)	Abdullah (2021)	Nugroho (2021)	Aditya dan Saputro (2023)	Pratama (2023)
judul	Analisis Produktivitas dan Efisiensi Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolam Menggunakan <i>Concrete Bucket</i> dan <i>Concrete Pump</i> Pada Gedung Bertingkat	Produktivitas Alat Berat Pengecoran Kolom Pad Pembangunan Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar	Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Dengan MPDM (Method Productivity Delay Model)	Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat <i>Concrete Pump</i> dan <i>Concrete Bucket</i>	Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalan Tebing Proyek Pembangunan JJLS Tepus-Jerukwudel Gunungkidul	Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pada Pengecoran Kolom
Metode	Pengumpulan data yang dilakukan didapat langsung dari pihak kontraktor dan pihak konsultan. Peneliti di sini menggunakan data sekunder yang berisi, volume pekerjaan, biaya sewa peralatan, upah kerja, waktu siklus alat berat, dan spesifikasi alat.	Pengumpulan data primer yang didapatkan melalui wawancara dan pengamatan langsung di lapangan. Adapun data sekunder yang berisikan spesifikasi dari 2 alat berat tower crane dan shop drawing.	<i>Method Productivity Delay Model</i> (MPDM). Pengumpulan data primer dilakukan dengan mengamati di lapangan secara langsung dengan mengamati pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja pada saat pemasangan keramik. Peneliti juga menggunakan alat perekam berupa kamera video dalam proses pengamatan.	<i>Method Productivity Delay Model</i> (MPDM). Pengumpulan data dilakukan dengan mengamati pekerjaan pengecoran pada pelat, balok, dan kolom dari awal hingga selesai di 2 lokasi proyek gedung yang berbeda untuk mendapatkan volume dan waktu pengecoran. Selain itu juga dengan melakukan wawancara serta observasi langsung untuk mendapatkan jumlah, upah kerja, harga sewa dan spesifikasi alat.	<i>Method Productivity Delay Model</i> (MPDM). Pengumpulan data primer dilakukan dengan wawancara terhadap pihak proyek di lapangan yang bertanggung jawab dari alat berat yang digunakan dan juga mengamati serta menganalisis secara langsung di lapangan kinerja dari alat berat yang bekerja. Adapun peneliti juga melakukan pengumpulann data sekunder yang didapat dari berbagai macam sumber seperti informasi maupun jurnal yang bersangkutan dengan penelitian yang dilakukan.	<i>Method Productivity Delay Model</i> (MPDM) Data primer didapatkan dengan observasi langsung dan wawancara. Data sekunder didapat melalui refrensi yang berisikan gambar kerja, biaya upah serta sewa alat dan spesifikasinya.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya (Lanjutan)

Penulis	Ridho (2020)	Randan (2021)	Abdullah (2021)	Nugroho (2021)	Aditya dan Saputro (2023)	Pratama (2023)
judul	Analisis Produktivitas dan Efisiensi Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolam Menggunakan <i>Concrete Bucket</i> dan <i>Concrete Pump</i> Pada Gedung Bertingkat	Produktivitas Alat Berat Pengecoran Kolom Pad Pembangunan Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar	Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Dengan MPDM (Method Productivity Delay Model)	Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat <i>Concrete Pump</i> dan <i>Concrete Bucket</i>	Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tebing Proyek Pembangunan JJLS Tepus-Jerukwudel Gunungkidul	Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pada Pengecoran Kolom
Tujuan	Mengetahui waktu efektif dan waktu realisasi serta biaya yang digunakan pada pekerjaan pengecoran menggunakan <i>concrete pump</i> dan <i>concrete bucket</i> .	Mengetahui nilai produktivitas pengecoran kolom menggunakan <i>tower crane</i> pada lantai 4 dan lantai 5.	Mengetahui besarnya perbedaan produktivitas ideal serta keseluruhan pada pekerjaan pemasangan keramik yang memiliki besaran yang sempit dan luas. Kemudian penelitian ini juga memiliki tujuan untuk mengetahui perbedaan produktivitas keseluruhan dan ideal dengan produktivitas standar yang didasari oleh Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dan juga untuk mencari faktor tundaan yang dominan di lapangan.	Mengetahui besaran produktivitas ideal dan biaya kebutuhan keseluruhan alat-tenaga kerja yang dibutuhkan <i>concrete pump</i> dan <i>concrete bucket</i> pada pekerjaan pengecoran pelat, balok, dan kolom. Serta perbandingan produktivitas dan biaya alat-tenaga kerja antara <i>concrete pump</i> dan <i>concrete bucket</i> pada pekerjaan pengecoran pelat, balok, dan kolom.	Mengetahui nilai produktivitas rata-rata alat berat <i>excavator breaker</i> , <i>excavator bucket</i> , dan <i>dump truck</i> pada pekerjaan pembangunan jalan. Adapun metode yang digunakan yaitu dengan <i>Method Productivity Delay Model</i> (MPDM) yang didasari agar diketahui nilai produktivitas pada alat berat berdasarkan waktu tundaan yang terjadi di lapangan.	Mengetahui produktivitas dari <i>concrete bucket</i> pada pekerjaan pengecoran kolom pada proyek Gelanggang Inovasi dan Kreativitas (GIK) UGM menggunakan metode MPDM. Mengetahui besaran biaya alat-tengah kerja yang diperlukan oleh alat <i>concrete bucket</i> pada pekerjaan pengecoran kolom pada proyek GIK UGM.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya (Lanjutan)

Penulis	Ridho (2020)	Randan (2021)	Abdullah (2021)	Nugroho (2021)	Aditya dan Saputro (2023)	Pratama (2023)
judul	Analisis Produktivitas dan Efisiensi Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolam Menggunakan <i>Concrete Bucket</i> dan <i>Concrete Pump</i> Pada Gedung Bertingkat	Produktivitas Alat Berat Pengecoran Kolom Pad Pembangunan Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar	Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Dengan MPDM (Method Productivity Delay Model)	Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat <i>Concrete Pump</i> dan <i>Concrete Bucket</i>	Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tebing Proyek Pembangunan JJS Tepus-Jerukwudel Gunungkidul	Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pada Pengecoran Kolom
Hasil	a. Waktu efektif pengecoran 48,07 jam dan waktu realisasi 56,75 jam menggunakan alat <i>concrete pump</i> . Sedangkan menggunakan <i>concrete bucket</i> waktu efektifnya yaitu 85,94 jam dan waktu realisasinya 56,75 jam	Nilai produktivitas tower crane pada pengecoran kolom lantai 4 yaitu 71,544% dan rata-rata pada produktivitas pengecoran lantai 5 yaitu 73,727%.	a. Pada daerah luas produktivitas rerata keseluruhan dan ideal berturut-turut dengan tukang yang bekerja yaitu 3 tukang adalah 4,828 m ² /jam berbanding 7,412 m ² /jam. Pada daerah sempit produktivitas rerata keseluruhan dan ideal berturut-turut dengan tukang yang bekerja yaitu 4 tukang adalah 1,576 m ² /jam berbanding 2,935 m ² /jam. Sehingga didapat selisih pada produktivitas daerah luas sebesar 2,584 m ² /jam dan daerah sempit sebesar 0,505 m ² /jam dengan persentase pada luas dan sempit berturut-turut 60,386% dan 50,457%.	a. Pengecoran dengan <i>concrete pump</i> pada pekerjaan plat-balok dan kolom produktivitas keseluruhan berturut-turut 13,375 m ³ /jam dan 7,150 m ³ /jam, produktivitas ideal berturut-turut 32,514 m ³ /jam dan 34,086 m ³ /jam. Adapun pengecoran dengan <i>concrete bucket</i> didapatkan pada pekerjaan pelat-balok dan kolom berturut-turut 5,376 m ³ /jam dan 5,545 m ³ /jam sedangkan produktivitas idealnya berturut-turut 10,455 m ³ /jam dan 6,847 m ³ /jam.	Nilai rerata produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal berturut-turut pada alat berat <i>excavator breaker</i> yaitu 6,18 m ³ /jam dan 7,52 m ³ /jam, selanjutnya nilai rerata produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal pada <i>excavator bucket</i> adalah 61,78 m ³ /jam dan 92,74 m ³ /jam, serta nilai rerata produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal berturut-turut pada <i>dump truck</i> sebesar 33,24 m ³ /jam dan 33,55 m ³ /jam.	

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya (Lanjutan)

Penulis	Ridho (2020)	Randan (2021)	Abdullah (2021)	Nugroho (2021)	Aditya dan Saputro (2023)	Pratama (2023)
judul	Analisis Produktivitas dan Efisiensi Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolam Menggunakan <i>Concrete Bucket</i> dan <i>Concrete Pump</i> Pada Gedung Bertingkat	Produktivitas Alat Berat Pengecoran Kolom Pad Pembangunan Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar	Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Dengan MPDM (Method Productivity Delay Model)	Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat <i>Concrete Pump</i> dan <i>Concrete Bucket</i>	Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tebing Proyek Pembangunan JJLS Tepus-Jerukwudel Gunungkidul	Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pada Pengecoran Kolom
Hasil	b. Nilai produktivitas efektif alat <i>concrete pump</i> sebesar 18,78 m ³ /jam dan produktivitas realisasi yaitu 15,91 m ³ /jam. Adapun nilai produktivitas efektif <i>concrete bucket</i> adalah 7,09 m ³ /jam dan produktivitas realisasi 5,91 m ³ /jam. Besarnya biaya yang digunakan pada alat <i>concrete pump</i> sebesar Rp 21,458,764 lebih kecil dibandingkan dengan biaya yang digunakan untuk <i>concrete bucket</i> yaitu Rp 40,238,438		a.) Produktivitas rerata AHSP dengan ideal pada daerah luas dengan 3 tukang sebesar 0,48 m ² /jam dibanding 7,412 m ² /jam serta pada daerah sempit dengan 4 tukang sebesar 0,48 m ² /jam dibanding 2,935 m ² /jam. Sehingga menghasilkan selisih pada daerah yang luas adalah 7,004 m ² /jam serta yang sempit adalah 2,527 m ² /jam. Kemudian persentase perbandingannya di daerah luas adalah 7,288% dan sempit adalah 15,353%. b.) Produktivitas rerata AHSP dengan keseluruhan pada daerah luas dengan 3 tukang sebesar 0,48 m ² /jam dibanding 4,828 m ² /jam serta pada daerah sempit dengan 4 tukang sebesar 0,48 m ² /jam dibanding 1,576 m ² /jam. Sehingga menghasilkan selisih pada daerah yang luas adalah 4,420 m ² /jam serta yang sempit adalah 1,168 m ² /jam. Kemudian persentase perbandingannya di daerah luas adalah 14,621% dan sempit adalah 33,870%.	b. Pengecoran Menggunakan <i>concrete pump</i> didapatkan biaya tenaga dan alat per m ³ pada pekerjaan kolom dan pelat-balok berturut-turut sebesar Rp 26.078,27 dan Rp 14.750,47. Adapun pengecoran menggunakan <i>concrete bucket</i> didapatkan biaya tenaga dan alat per m ³ pada pekerjaan kolom dan pelat-balok berturut-turut sebesar Rp 57.407,38 dan Rp 60.969,00		

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya (Lanjutan)

Penulis	Ridho (2020)	Randan (2021)	Abdullah (2021)	Nugroho (2021)	Aditya dan Saputro (2023)	Pratama (2023)
judul	Analisis Produktivitas dan Efisiensi Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolam Menggunakan <i>Concrete Bucket</i> dan <i>Concrete Pump</i> Pada Gedung Bertingkat	Produktivitas Alat Berat Pengecoran Kolom Pad Pembangunan Apartemen 31 Sudirman Suites Makassar	Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Dengan MPDM (Method Productivity Delay Model)	Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat <i>Concrete Pump</i> dan <i>Concrete Bucket</i>	Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Tebing Proyek Pembangunan JJLS Tepus-Jerukwudel Gunungkidul	Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pada Pengecoran Kolom
Hasil			c. Faktor penundaan yang paling dominan terjadi pada faktor tenaga kerja dengan total penundaan sebesar 69 unit dan faktor manajemen sebesar 67 unit, kemudian ada juga faktor lingkungan sebesar 20 unit. Penundaan yang terjadi pada faktor tenaga kerja disebabkan oleh tenaga kerja yang melakukan hal yang bersifat pribadi dan spesi yang kurang diawal. Penundaan yang terjadi pada faktor manajemen disebabkan oleh menunggu adukan spesi, persiapan lahan pematokan, dan pembukaan bungkus keramik.	c. Perbandingan produktivitas keseluruhan, ideal dan biaya tenaga-alat pada pengecoran kolom menggunakan <i>concrete pump</i> dan <i>concrete bucket</i> berturut-turut yaitu sebesar 1,289, 4,978, dan 0,454. Adapun perbandingan produktivitas keseluruhan, ideal dan biaya tenaga-alat pada pengecoran pelat dan balok menggunakan <i>concrete pump</i> dan <i>concrete bucket</i> berturut-turut yaitu sebesar 2,488, 3,110, dan 0,242		

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen

Manajemen ialah suatu proses bekerja menggunakan orang-orang dengan fungsi perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian untuk mencapai tujuan yang sudah ditetapkan secara efektif dan efisien dengan menggunakan sumber daya yang ada (Handoko, 1998).

Adapun teori-teori utama dalam unsur manajemen, diantaranya:

1. Perencanaan (*Planning*)

Perencanaan dilakukan agar tercapainya tujuan secara keseluruhan dengan baik dan efisien. Dalam melakukan perencanaan harus dibuat secara cermat, sistematis, terpadu dan juga sederhana. Sehingga pada pengerjaannya dapat mudah dimengerti untuk mencapai tujuan dari perusahaan.

2. Pengorganisasian (*Organizing*)

Pengorganisasian memiliki tujuan untuk mengatur sumber daya manusia pada perusahaan agar melakukan tugas yang ada dengan lancar, teratur dan maksimal. Hal ini dilakukan agar mudahnya mengawasi sumber daya manusia yang ada.

3. Pelaksanaan (*Actuating*)

Pelaksanaan adalah penerapan dari perencanaan yang sudah ditentukan. Hal ini dilakukan dengan tahapan-tahapan pekerjaan agar pekerjaan yang dilakukan sesuai target diawal. Umumnya akan terjadi perubahan dari rencana yang sudah ditentukan, dikarenakan syarat dari perencanannya masih belum diketahui.

4. Pengendalian (*Controlling*)

Pengendalian dilakukan untuk memastikan aturan kerja yang ada dapat dipenuhi dalam batas paling minimum dan hasil yang sesuai standar. Serta bentuk usaha dalam menilai kinerja yang bertumpu pada standar kerja yang sudah ditetapkan.

3.2 Produktivitas

Produktivitas ialah rasio antara input dan output, atau antara lain buah dari produksi dengan sumber daya yang dipakai. Pada proyek konstruksi, parameter produktivitas adalah nilai yang diukur selama berlangsungnya proses konstruksi, hal ini dapat dibagi menjadi biaya tenaga kerja, alat, metode, uang, dan material. Berhasilnya proyek konstruksi bergantung terhadap efektifitas pengelolaan sumber daya (Ervianto, 2009).

Pada pengukuran produktivitas ada beberapa metode, yaitu:

1. Langsung
 - a. *Time and Motion Study*
 - b. *Work Sampling*
 - c. *Method Productivity Delay Model*
2. Data Historis

Pengukuran yang berasal dari laporan harian, mingguan serta penerimaan barang.

Penelitian ini menggunakan metode *Method Productivity Delay Model* (MPDM) sebagai metode dalam perhitungan produktivitas pada pengecoran kolom dengan menggunakan alat berat *Concrete Bucket*.

3.3 Metode Model Penundaan Produktivitas (*Method Productivity Delay Model*)

Method Productivity Delay Model (MPDM) adalah suatu konsep tradisional mengenai studi gerak dan waktu yang telah diperbaharui. Metode MPDM

dimodifikasi agar memberikan pertimbangan terhadap perusahaan jasa konstruksi dalam bentuk pengukuran, perkiraan serta peningkatan kerja. Elemen lain selayaknya *work sampling*, *production function analysis*, *statistical analysis*, *time study*, dan *balancing models* pada model-model lain, disatukan pada metode MPDM ini. Dalam pengukuran produktivitasnya setiap teknik mempunyai kelebihan untuk diaplikasikan. Akan tetapi, tidak ada yang dapat memudahkan pada pengukuran, perkiraan, dan peningkatan kerja (Halpin & Riggs, 1992).

Pada intinya, MPDM ini contoh yang berkelanjutan dari beberapa siklus yaitu, produksi konstruksi, mencatat jumlah, dan tipe penundaan yang terjadi selama siklus kemudian diambil. Data yang sudah diambil, kemudian dilakukan penjumlahan guna menentukan efisiensi dari operasi dengan memantau efek dari penundaan yang terjadi terhadap produktivitas yang dihitung. Dari informasi yang ada, dapat dilakukan perbaikan produktivitas dengan pengambilan langkah yang tepat agar penundaan produktivitasnya berkurang. Hal ini dapat digunakan sebagai dasar dalam menganalisis biaya yang sudah dirumuskan menggunakan peramalan peningkatan produktivitas menggunakan MPDM ketika Penundaan tersebut sudah diperbaiki.

Metode MPDM ini diaplikasikan dalam 4 tahap, yaitu pengumpulan dan pengelolaan data, lalu menstrukturkan model, dan berakhir menerapkan model. Dalam pengumpulan data, konsep dasar dari MPDM harus diterangkan terlebih dahulu. Konsep-konsep itu meliputi:

1. Unit produksi.
2. Siklus produksi.
3. Sumber daya utama dari metode.

Unit produksi berdasarkan dari model yang mau diukur, diperkirakan dan diperbaiki produktivitasnya. Unit produksi adalah sebuah gambaran pekerjaan suatu produksi yang dengan mudah dapat dilihat ukurannya (Adrian & Boyer, 1976). Beberapa contoh dari unit produksi yaitu sebuah mobil truk yang membawa mencampur dan menuang ke pompa beton dan juga ember yang memuat beton.

Penjelasan yang baik dan jelas terhadap unit produksi ini penting, karena mengukur produktivitasnya digunakan rincian yang ditentukan.

Sebuah blok beton ditentukan sebagai unit produksi nantinya akan mustahil mencatat semua siklus produksi yang disebabkan terlalu luas. Hal tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada data-data yang penting.

Siklus produksi adalah waktu yang berdasarkan kejadian yang berurutan dari unit produksi. Siklus produksi ini merupakan kesatuan yang dapat mewakili dari produktivitas setiap metode yang diamati dan dapat diukur.

Konsep dasar ketiga yaitu sumber daya utama. Konsep ini akan sulit dipahami bagi yang tidak terbiasa menggunakan metode MPDM. Sumber daya utama ialah sumber daya yang mendasar yang digunakan pada metode konstruksi atau dasar yang paling banyak dalam metode konstruksi. Sumber daya ini dinyatakan model produktivitas secara langsung dan apabila hal ini diubah jumlahnya maka metode produktivitasnya akan berubah, terlepas efisien atau tidaknya saat ini dan juga terlepas jumlah atau perbaikan sumber daya dilainnya.

Sumber daya utama yang merupakan konsep ketiga ini, hanya digunakan pada saat adanya sebuah pertanyaan mengenai validitas dari pengumpulan data yang mengalami perubahan sumber daya pada metode produksinya.

3.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Penundaan

Pada metode MPDM ini, disamping memperhitungkan 3 konsep dasar yang sudah disebutkan diatas, *Method Productivity Delay Model* ini juga perlu menghitung penundaan yang terjadi di lapangan. Penundaan ini sendiri terjadi karena beberapa faktor. Berdasarkan Halpin dan Riggs (1992), faktor ini dikelompokkan menjadi beberapa kelompok, diantaranya:

1. Lingkungan

Faktor penundaan yang pertama ialah lingkungan, penundaan yang terjadi diakibatkan oleh perubahan lingkungan seperti kondisi tanah, perubahan bagian-bagian dinding, maupun perubahan pada pembatas dinding proyek.

Adapun pada pekerjaan pengecoran penundaan ini diakibatkan oleh hujan yang cukup lebat, angin yang kencang dan juga orang-orang yang mengganggu di sekitar proyek.

2. Peralatan

Selanjutnya faktor penundaan yang kedua adalah peralatan, penundaan terjadi berhubungan dengan peralatan. Kurangnya tingkat kemampuan produksinya pada alat. Pada pekerjaan pengecoran penundaan ini terjadi diantaranya karena mesin *tower crane* yang rusak ataupun *truck mixer* yang terlambat datang.

3. Tenaga Kerja

Faktor penundaan yang ketiga yaitu penundaan yang disebabkan oleh tenaga kerja, penundaan yang terjadi diantaranya disebabkan oleh pekerja yang mulai bekerja menunggu pekerja yang lain, kemudian pekerja yang bermalas-malasan, lalu pekerja yang kurang berkompeten, lebih banyak bersenda gurau dibandingkan dengan melaksanakan pekerjaannya.

4. Material

Faktor penundaan yang keempat ialah penundaan yang terjadi karena ada kendala terhadap material diantaranya, material yang kurang jumlahnya dari pesanan, lalu material yang tidak memenuhi spesifikasi atau dapat dikatakan cacat.

5. Manajemen

Faktor penundaan yang terakhir yaitu penundaan yang terjadi dikarenakan manajemen di lapangan yang buruk seperti penempatan lokasi alat berat yang kurang tepat, penempatan material-material ataupun sumber daya yang kurang baik, lalu penundaan yang terjadi dikarenakan penjadwalan yang tidak tepat. Adapun penundaan terhadap pekerjaan pengecoran yang disebabkan pengawas yang memberhentikan pekerjaan, lalu adanya pembongkaran mendadak yang disebabkan kesalahan instruksi.

3.3.2 Prosedur Pengolahan Data Dengan *Method Productivity Delay Model* (MPDM)

Pengolahan data menggunakan metode ini hanya dilakukan dengan pengurangan, penambahan, pembagian, dan juga perkalian. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam model perhitungan serta penerapannya di lapangan. Satuan produktivitas yang digunakan dalam perhitungan data ini yaitu m^3/jam . Proses perhitungan produktivitas dengan menggunakan metode MPDM ini dapat dilihat seperti berikut.

1. Perhitungan Durasi Pekerjaan

Ketika hasil pengamatan sudah ada, didapatkan data durasi tunda dan durasi kerja disaat pekerjaan pengecoran berlangsung. Berdasarkan data tersebut selanjutnya dilakukan perhitungan guna mendapatkan Waktu Produksi Persiklus dengan menggunakan rumus seperti di bawah ini.

$$\text{Waktu Produksi Siklus} = \text{Durasi Kerja} + \text{Durasi Tunda}$$

Tabel 3.1 Tabel Perhitungan Durasi Pekerjaan

Alat Berat	Siklus	Kegiatan	Durasi Tunda				Durasi Kerja				Ket	Kode	Waktu Produksi	
			Mulai	Selesai	Durasi		Mulai	Selesai	Durasi					
					(Menit)	(Detik)			(Menit)	(Detik)				
TM 1 (6 m3)	1	TM 1 Datang												
		Pengecoran												
		<i>Delay</i>												
		Pengecoran												
		<i>Delay</i>												
		Pengecoran												
		<i>Delay</i>												
		RM 1 Keluar			JEDA ANTAR READY MIX									
TM 2 (6 m3)	2	RM 2 Datang			JEDA ANTAR READY MIX									
		Pengecoran												
		<i>Delay</i>												
		Pengecoran												
		<i>Delay</i>												
		Pengecoran												
		<i>Delay</i>												
		RM 2 Keluar			JEDA ANTAR READY MIX									

2. Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

Berdasarkan hasil perhitungan di tabel atas, durasi pengecoran selanjutnya diolah guna merincikan durasi setiap faktor yang menyebabkan penundaan (alat, material, tenaga kerja, lingkungan, dan manajemen).

Selanjutnya dilakukan perhitungan guna mendapatkan Waktu Siklus Tertunda menggunakan data yang sudah diolah dengan rumus seperti berikut.

$$\text{Waktu Siklus Tak Tunda} = \text{Waktu Produksi} - \sum \text{Waktu Tunda Setiap Faktor Tundaan}$$

Berikut tabel perhitungan siklus produksi.

Tabel 3.2 Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

No	Waktu Produksi	Delay					Ket	Waktu Siklus Tak Tertunda
		Lingkungan	Alat	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)		(Detik)
1								
2								
3								
4								
5								

3. Perhitungan Lembar Kerja MPDM

Dalam perhitungan lembar kerja MPDM, perhitungan dilakukan dalam dua kondisi, pertama siklus produksi tak tertunda kemudian siklus produksi keseluruhan. Komponen kemudian yang dihitung sebagai berikut.

Waktu Produksi Siklus = Didapat dari perhitungan penundaan siklus produksi

Jumlah Siklus = Didapat dari perhitungan penundaan siklus produksi

$$\begin{aligned} \text{Rerata Waktu Siklus} &= \frac{\text{Waktu Produksi Siklus}}{\text{Jumlah Siklus}} \\ &= \frac{\sum (\text{Waktu Siklus Produksi} - \text{Rerata Waktu Siklus Tak Tunda})}{n} \end{aligned}$$

Tabel lembar kerja nantinya akan berbentuk seperti di bawah ini.

Tabel 3.3 Lembar Kerja *Method Productivity Delay Model*

Alat Berat	Siklus	Waktu Produksi Total	Jumlah Siklus	Rata-rata Waktu Siklus	$\Sigma[Waktu Siklus Produksi - Rata-rata Waktu Siklus TakTertunda]/n$	
		(Detik)		(Detik)	(Detik)	
CP	Siklus Produksi Tak Tertunda					
	Siklus Produksi Keseluruhan					

4. Perhitungan Informasi Penundaan

Setelah dilakukan perhitungan pada lembar kerja MPDM, kemudian dilakukan perhitungan informasi penundaan menggunakan rumus berikut.

Kejadian = Jumlah dari siklus yang terjadi penundaan
pertipe penundaan

Total Penambahan Waktu = Total setiap tipe penundaan yang terjadi pada
semua siklus

Kemungkinan Kejadia = $\frac{\text{Kejadian}}{\text{Jumlah Siklus Keseluruhan}}$

Relative Severity = $\frac{\text{Total Penambahan Waktu}}{\text{Kejadian}} \times \text{Rerata Total Waktu}$

Perkiraan Waktu Tunda = Kemungkinan Kejadian x *Relative Severity* x
100%

Kemudian di bawah ini adalah tabel perhitungan informasi penundaan.

Tabel 3.4 Perhitungan Informasi Penundaan

Informasi Penundaan						
Alat	Perhitungan	Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
CP	Jumlah Siklus Kejadian					
	Total Penambahan Waktu					
	Kemungkinan Kejadian					
	<i>Relative Sevenity</i>					
	Perkiraan % Waktu Penundaan					
	Persiklus Produksi					

5. Perhitungan Produktivitas

Perhitungan produktivitas terdapat 2 jenis yang akan dihitung yaitu produktivitas ideal dan produktivitas keseluruhan. Produktivitas keseluruhan yaitu produktivitas yang terjadi langsung di lapangan, dimana waktu tundaan yang didapat tersebut masuk ke dalam hitungan.

Produktivitas ideal ialah nilai produktivitas ketika tidak adanya tundaan sama sekali di lapangan. Nilai produktivitas tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \frac{1}{\text{Rata-rata Waktu Siklus Keseluruhan}} \times \text{Rata-rata Volume Total}$$

$$\text{Produktivitas Ideal} = \frac{1}{\text{Rata-rata waktu siklus tak tertunda}} \times \text{Rata-rata Volume Total}$$

$$\text{Produktivitas Keseluruhan} = \text{Produktivitas Ideal} \times (1 - E_{en} - E_{eq} - E_{la} - E_{mt} - E_{mm})$$

$$\text{Produktivitas Ideal} = \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{(1 - E_{en} - E_{eq} - E_{la} - E_{mt} - E_{mm})}$$

Keterangan:

E_{en} = Perkiraan % penundaan akibat lingkungan /100

E_{eq} = Perkiraan % penundaan akibat peralatan /100

E_{la} = Perkiraan % penundaan akibat tenaga kerja/100

E_{mt} = Perkiraan % penundaan akibat material /100

Emm = Perkiraan % penundaan akibat manajemen /100

Berikut contoh bentuk tabel perhitungan produktivitas:

Tabel 3.5 Perhitungan Produktivitas

Alat	Rerata Waktu Siklus Keseluruhan	Rerata Volume Keseluruhan	Produktivitas Keseluruhan	Produktivitas Ideal
	(Detik)	(m ³)	(m ³ /jam)	(m ³ /jam)
CP				

3.4 Manajemen Proyek Konstruksi

Manajemen proyek ialah proses perencanaan, pengorganisasian, memimpin, dan pengendalian sumber daya yang terdapat pada sebuah perusahaan dalam suatu pencapaian jangka pendek yang telah ditentukan. Dalam manajemen proyek digunakan sistem dan hirarki vertical serta horizontal (Soeharto, 1997).

Tujuan yang akan tercapai harus melewati proses serta batasan yang perlu dipenuhi, diantaranya besaran biaya yang dialokasikan, jadwal yang efektif, dan mutu yang baik. Biaya, jadwal, dan mutu adalah parameter yang penting untuk pelaksanaan di dalam proyek, guna menjadi sasaran proyek yang akan dijalankan. Parameter tadi juga disebut sebagai *triple constraint*.

3.4.1 Konsep Biaya

Biaya menjadi aspek penting dalam proyek. Pada suatu proyek dapat dikatakan sukses apabila tiga aspek penting tadi dapat terpenuhi (Moore & Hendrick, 1989). Biaya pada proyek konstruksi dibagi menjadi dua kelompok, diantara lain.

1. Biaya Langsung

Biaya langsung memiliki pengertian yakni biaya yang berhubungan langsung pada pelaksanaan pekerjaan dalam proyek konstruksi. Biaya langsung diantaranya yaitu :

a. Biaya Tenaga Kerja

Pengertian biaya langsung dalam biaya tenaga kerja ialah biaya yang digunakan untuk membayar upah pekerja yang terlibat dalam proyek. Upah pekerja seperti mandor, tukang, ataupun laden dalam sistem

pembayarannya dapat berupa harian ataupun borongan. Menentukan pembayaran upah pekerja diperhatikan dari jenis pekerjaan serta kemampuan dari pekerjanya.

b. Biaya Material

Biaya material yaitu biaya yang dibutuhkan untuk suatu material agar dipastikan tersedia sesuai kebutuhan di proyek. Biaya material terdiri dari pembayaran material itu sendiri, biaya jasa angkut, biaya menaikkan serta menurunkan material, dan juga biaya penyimpanan di proyek.

c. Biaya Peralatan

Biaya peralatan yaitu biaya yang digunakan untuk peralatan konstruksi yang dibutuhkan dan nantinya membantu dalam pelaksanaan proyek dapat dipastikan ketersediaannya. Biaya ini dapat berupa pembelian ataupun penyewaan alat. Perlu diperhatikan dalam biaya peralatan dapat terjadi adanya biaya yang lain diantaranya, biaya pemeliharaan, mobilisasi dan demobilisasi, depresiasi, dan bahan bakar.

2. Biaya Tak Langsung

Biaya tidak langsung adalah biaya yang dikeluarkan selama proyek berjalan namun tidak berkaitan secara langsung dengan pelaksanaan konstruksi (Sastroatmadja, 1984). Biaya tak langsung dibagi menjadi dua jenis, diantaranya :

a. Keuntungan Perusahaan

Keuntungan yang didapat untuk perusahaan berkisar diangka 8-15% dari biaya proyek secara keseluruhan. Hal ini ditentukan berdasarkan tingkat kesulitan, risiko pekerjaan, dan juga strategi perusahaan dalam memenangkan lelang proyek.

b. Biaya *Overhead*

Biaya *Overhead* terdapat dua macam, diantaranya:

1) Biaya *Overhead* umum, yaitu biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan dan biasanya tidak dimasukkan secara langsung ke

dalam pembukuan pembelanjaan suatu proyek. Salah satu contohnya dapat dilihat sebagai berikut :

- a) Biaya akomodasi
 - b) Biaya pajak perusahaan
 - c) Biaya gaji karyawan
- 2) Biaya *overheard* proyek, yaitu biaya yang dikeluarkan proyek dan dimasukkan ke dalam pembukuan pembelanjaan proyek akan tetapi tidak dikategorikan biaya pekerja, material ataupun alat. Contohnya dapat dilihat sebagai berikut :
- a) Asuransi ketenagakerjaan (BPJS)
 - b) Perizinan
 - c) Telekomunikasi di proyek

3.4.2 Konsep Waktu

Durasi pekerjaan atau waktu pekerjaan adalah durasi yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan. Pengukuran waktu dalam suatu pekerjaan adalah hal yang penting dilakukan, hal ini sebagai bahan untuk evaluasi guna melakukan pengendalian waktu kerja proyek secara keseluruhan. Adapun teknik dalam mengukur waktu pekerjaan dapat dibagi menjadi dua kelompok (Wignjosoebroto, 2003), diantaranya :

1. Pengukuran waktu secara langsung

Pengukuran ini dilakukan dengan pengamat berada atau meninjau secara langsung di tempat dimana aktivitas pekerjaan berlangsung. Pengukuran waktu ini meliputi pengukuran waktu kerja dengan menggunakan *stopwatch* dan juga *work sampling*.

2. Pengukuran waktu secara tidak langsung

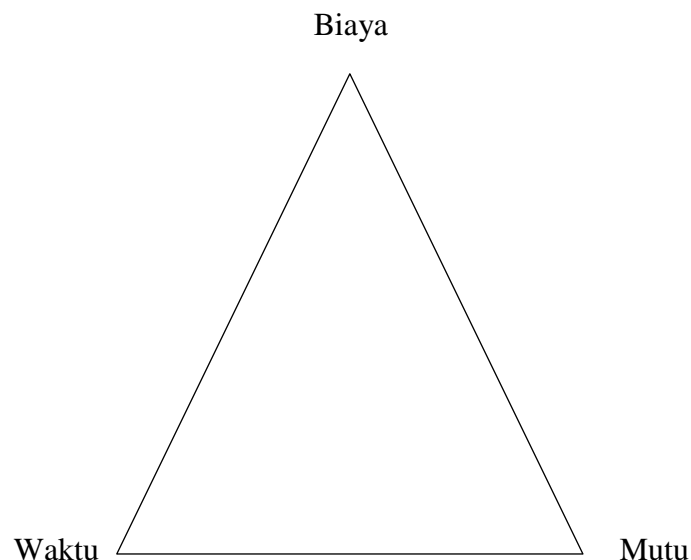
Pengukuran ini pengamat tidak diharuskan berada di tempat aktivitas kerja berlangsung. Waktu atau data yang didapatkan berasal dari data sekunder berupa dokumen pekerjaan.

Dalam penelitian ini, waktu proyek yang ditinjau yaitu waktu penyelesaian pada pekerjaan pengecoran kolom dengan menggunakan alat bantu kerja *concrete bucket*.

3.4.3 Mutu

Mutu adalah karakteristik dan sifat prroduk atau jasa yang dimana kedua hal tersebut guna memenuhi kebutuhan pengguna atau pelanggan (Soeharto, 1997). Dalam subjektifnya, mutu ialah suatu hal yang cocok bagi penggunanya. Sedangkan secara objektif, mutu yaitu sebuah standar yang kemampuan, kinerja, kendala, kemudahan dalam peliharanya, dan juga karakteristiknya bisa diukur (Juran, 1995).

Ketiga batasan di atas tersebut saling berhubungan satu sama lain. Apabila ingin mendapatkan kinerja produk yang baik maka diikuti dengan mutu yang ditingkatkan, sehingga berakibat naiknya biaya dari yang sudah dianggarkan dan juga mundurnya waktu yang dikarenakan merubah mutu awal yang sudah direncanakan.



Gambar 3.1 Hubungan *Triple Constrain*

(Sumber: Soeharto, 1997)

3.5 Kolom

Kolom adalah salah satu dari komponen struktur bentang yang memiliki arah vertikal yang memiliki fungsi meneruskan beban aksial ke pondasi (Saptari, 2020). Kolom sendiri adalah komponen struktur pendukung dari balok dan pelat untuk meneruskan beban yang ada ke tanah dasar melewati pondasi. Beban yang diakibatkan oleh pelat dan balok adalah beban aksial tekan dan juga momen lentur

(kontinuitas konstruksi). Maka dari itu kolom tersebut merupakan komponen struktur pendukung beban aksial tanpa ada momen lentur.

3.6 Beton

Beton merupakan campuran antara air, agregat kasar maupun halus, dan semen portland baik yang menggunakan bahan tambahan ataupun tidak yang membuat beton segar (SNI 2947:2013). Kekuatan dari beton akan bertambah seiring dengan umur beton yang nantinya mencapai kekuatn rencana ($f'c$) pada beton umur 28 hari.

3.7 Alat Berat

Alat berat merupakan alat bantu yang digunakan untuk membantu kegiatan konstruksi yang sulit dilakukan oleh manusia pada kegiatan konstruksi yang perlu dioperasikan oleh operator yang memiliki sertifikasi khusus. Alat berat juga membantu agar hasil dari pekerjaan konstruksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan dan memerlukan waktu yang lebih cepat (Kaprina, Winarto, & Purnomo, 2018).

3.7.1 Tower Crane

Tower crane (TC) adalah jenis alat berat yang memiliki fungsi untuk mendistribusikan peralatan dan material secara horizontal maupun vertikal yang dibutuhkan pada suatu proyek pembangunan baik memiliki konstruksi berlantai tinggi ataupun lahan yang cukup luas (Hartono, Noviyanti, & Alifen, 2013). Adapun beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan sebelum memilih TC yang akan digunakan untuk proyek yang akan berjalan, diantaranya :

1. Kondisi lapangan yang terbatas,
2. Ketinggian proyek yang tidak terjangkau oleh alat lain,
3. Pergerakan alat yang tidak perlu.

Tower crane sendiri memiliki beberapa jenis. Berdasarkan dari cara berdirinya, jenis-jenis *tower crane* diantaranya:

1. *Free standing crane*

Jenis *crane* ini berdiri dengan pondasi yang sesuai dengan tipe *crane* ini. Apabila di lapangan membutuhkan tinggi yang berlebih, biasanya diperlukan pondasi tiang pancang untuk kebutuhan pondasinya.

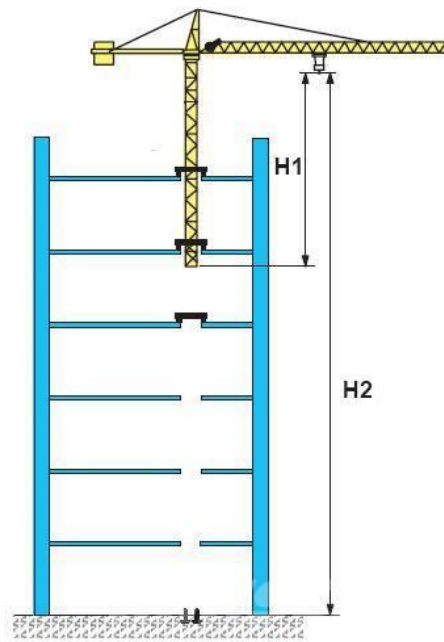


Gambar 3.2 Free Standing Crane

(Sumber: <https://alena02.wordpress.com/2011/11/13/tower-crane/>)

2. *Climbing tower crane*

Jenis *crane* ini berdiri pada struktur bangunan yaitu pada inti bangunannya. Jenis *crane* ini nantinya bertambah tinggi seiring dengan tinggi struktur bangunannya.



Gambar 3.3 Climbing Tower Crane

(Sumber: <https://www.mascus.co.uk/construction/used-tower-cranes/potain-internal-climbing-crane/qgnorboj.html>)

3. *Tied In Crane*

Jenis *crane* ini berdiri dengan mengaitkan atau dijangkarkan pada struktur bangunan yang dapat menahan gaya horizontalnya. *Tied in crane* dapat berdiri hingga ketinggian 100 m lebih selama *crane* ini dijangkarkan pada struktur bangunannya.



Gambar 3.4 Tied in Crane

(Sumber: <https://www.constructionweekonline.com/products-services/article-22172-towers-towers-towers>)

Tower crane terdiri banyak bagian-bagian yang masing-masingnya memiliki fungsi tersendiri, diantaranya :

1. *Base*
Bagian ini memiliki fungsi untuk menahan gaya aksial maupun tarik dari tiang pancang.
2. *Base Section*
Bagian ini terletak pada bagian dasar tiang pancang dipasang kepada pondasi tiang pancang. Berbahan beton yang sangat berat guna menahan beban yang diakibatkan material ataupun alat berat.
3. *Mast Section*
Sebuah tiang utama yang dipasang pada *base* utama guna mengatur ketinggian TC.
4. *Climbing Frame*
Bagian pada TC yang berfungsi untuk menyangga pada saat sedang dilakukan penambahan *mast*.
5. *Support Seat*
Sebuah penyokong *slewing ring* pada TC ketika mekanisme putar yang terdiri dari dua bagian, atas dan bawah.
6. *Slewing Ring*
Bagian dari *mast* pada TC yang dapat berputar sebesar 360° .
7. *Slewing Mast*
Sebuah *mast* yang berputar bersamaan dengan jib berposisi di bawah *cat head*.
8. *Cat Head*
Bagian dari TC terletak di paling atas yang berguna menjadi tumpuan dari kawat baja yang menahan baik *jib* maupun *counter jib*.
9. *Jib*
Sebuah lengan pada TC berfungsi untuk mengangkat material yang Panjang maupun pendeknya disesuaikan berdasarkan kebutuhan.

10. *Counter Jib*

Bagian belakang dari lengan *jib* yang berguna untuk menyeimbangkan beban dengan menggunakan *counter weight* yang ditumpu pada lengan *jib*.

11. *Counter Weight*

Sebuah beban yang diposisikan pada lengan *counter jib* sebagai penyeimbang dari beban momen.

12. *Cabin Set*

Sebuah ruangan yang digunakan untuk operator untuk mengoperasikan TC.

13. *Trolley*

Bagian pada TC berposisi pada lengan *jib* berguna membawa *hook* agar dapat naik dan turun.

14. *Hook*

Bagian yang bergantung pada *trolley* berguna untuk mengaitkan beban agar dapat dibawa atau diangkat.

3.7.2 *Concrete Bucket*

Concrete bucket (CB) merupakan salah satu alat berat yang berguna sebagai pembawa campuran beton dari truck mixer ke tempat yang akan didistribusikan sebagai lokasi pengecoran menggunakan TC (Mulatief, 2021). *Concrete bucket* memiliki berbagai jenis ukuran, dari yang terkecil $\pm 0,25 \text{ m}^3$ sampai yang terbesar $\pm 5,00 \text{ m}^3$. Pada penggunaannya, campuran beton dituangkan lewat bagian atas dari CB, kemudian untuk mengeluarkan campuran beton, terdapat pintu di bagian bawah CB untuk mengeluarkan campuran beton yang sudah dituangkan. Gambar dari CB dapat dilihat seperti Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5 *Concrete Bucket*

(Sumber: *Google*, 2023)

3.8 Metode Konstruksi

Setiap alat bantu yang digunakan pada saat pengecoran memiliki metode konstruksi yang berbeda-beda. Metode konstruksi yang dilakukan menggunakan *concrete bucket* akan dijelaskan berikut ini.

3.8.1 Metode Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*

Pengecoran menggunakan CB diperlukan beberapa alat yang dibutuhkan diantaranya, *towe crane*, *truck mixer*, alat pemadat beton (*vibrator*), dan CB itu sendiri. Pada saat dilakukan pengecoran, *concrete bucket* diisi dengan campuran beton *ready mix* kemudian diangkat menggunakan *tower crane* ke lokasi pengecoran dan kemudian dituangkan dengan membuka pintu bukaan dan disalurkan dengan pipa. Metode pengecoran menggunakan CB yaitu sebagai berikut.

1. Persiapan

Tahapan pekerjaan pada saat persiapan, diantaranya:

- 1) Tali sling baja dari *tower crane* dikaitkan ke CB dengan memastikan CB tergantung dengan sempurna.
- 2) Ketika sudah menggantung maka dipasang pipa tremi agar campuran beton tidak terpisah pada saat campuran beton dituangkan.

2. Pengecoran

Tahapan siklus pengecoran menggunakan CB dapat dilihat sebagai berikut.

- a. Penuangan ke CB : penuangan campuran beton dari *truck mixer* (TM) dengan mengarahkan pipa buang TM ke CB.
- b. Penarikan : CB yang sudah terisi penuh dengan campuran beton dari TM kemudian ditarik oleh TC hingga ketinggian yang diperlukan untuk bagian yang akan dicor.
- c. *Swing* Naik : ketika CB sudah ditarik sesuai dengan ketinggian yang diperlukan, kemudian TC akan memutar (*swing*) agar posisi CB berada tepat di atas lokasi yang akan dicor.
- d. Penurunan Tremi : ketika CB sudah berada di lokasi yang sudah ditentukan, kemudian pipa tremi yang sebelumnya digulung lalu

diturunkan. Pipa tremi diturunkan dengan tujuan pencegahan terjadinya segregasi yang disebabkan tinggi jatuh campuran beton yang terlalu tinggi.

- e. Penuangan Beton : ketika CB sudah berada di lokasi yang ditentukan dan pipa tremi sudah diturunkan, selanjutnya pekerja yang berada di atas CB membuka pintu tuang dengan menarik tuas pada CB agar campuran beton dapat disalurkan seutuhnya.
 - f. Penaikan Tremi : ketika CB sudah kosong maka pintu bukaan ditutup kembali dengan mengatur tuas oleh pekerja dan selanjutnya menggulung kembali pipa tremi kembali seperti sebelum dituang.
 - g. *Swing Turun* : ketika pipa tremi sudah digulung kembali, kemudian TC memutar ke arah tepat di atas lokasi penuangan campuran beton dari TM ke CB.
 - h. Penurunan : CB yang sudah kosong dan berada di atas lokasi penuangan campuran beton, kemudian diturunkan sampai lokasi awal penuangan untuk diisi campuran beton kembali.
3. Persiapan Terakhir
- Pada tahapan ini akan dilakukan pekerjaan sebagai berikut:
- a. Kait sling baja yang telah dikaitkan pada CB dilepaskan. Pelepasan dilakukan pada saat pekerjaan pengecoran menggunakan CB telah selesai.
 - b. Pelepasan pipa tremi yang telah dipasangkan pada CB.
 - c. Ketika CB sudah lepas dari kait sling baja dan pipa tremi sudah dilepas, kemudian pekerja membersihkan CB dan pipa tremi dari sisa campuran beton yang masih menempel.

BAB IV

METODE PENELITIAN

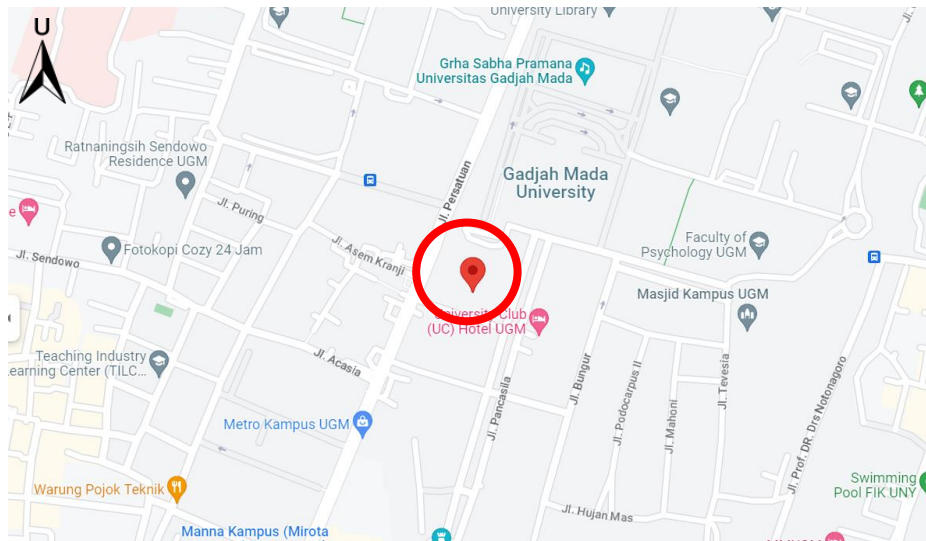
4.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan pada pekerjaan pengecoran kolom lantai 2 menggunakan *concrete bucket* (CB) pada Proyek Pembangunan Gelanggang Inovasi dan Kreativitas (GIK) UGM yang berada di Yogyakarta. Penelitian yang dilakukan ini bersifat studi kasus, dikarenakan peneliti dalam melaksanakan penelitian ini menyelidiki aktivitas dan proses tentang proyek tertentu. Maka dari itu tidak diperlukan adanya hipotesis karena penelitian ini bersifat eksperimen. Data yang didapat dari pengamatan secara langsung di lapangan atau observasi yaitu data primer yang dihasilkan saat peneliti mengamati pekerjaan pengecoran kolom lantai 2 menggunakan *concrete bucket*.

4.2 Objek dan Subjek Penelitian

4.2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah inti persoalan yang akan diteliti guna mendapatkan data ataupun hasil yang lebih spesifik (Dajan, 1986). Objek yang akan menjadi tempat penelitian yaitu Proyek Pembangunan GIK UGM, Bulaksumur, Sendowo, Sinduadi, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Gelanggang Inovasi dan Kreativitas Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

(Sumber: *Google Maps*, 2023)

Waktu penelitian yang akan dilakukan yaitu pada hari kerja proyek menyesuaikan dengan *time schedule* yang ada. Peninjauan dilakukan pada bulan Mei 2023. Proyek ini adalah gedung gelanggang bertingkat 3 lantai yang dikerjakan oleh PT Waskita Karya (Persero) Tbk dan PT Amarta Karya KSO.

4.2.2 Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah benda, tempat, ataupun orang yang menjadi sasaran untuk diamati dengan tujuan pembumbutan untuk penelitian (Kamus Bahasa Indonesia, 1989). Subjek penelitian ini adalah pelaksanaan pekerjaan pengecoran kolom lantai 2 menggunakan *concrete bucket* pada Proyek Pembangunan GIK UGM.

4.3 Data Penelitian

Pada tahap ini dilakukan penentuan variabel apa saja yang dibutuhkan dan digunakan. Dibutuhkan laporan pekerjaan dan data-data yang lain untuk melaksanakan penelitian ini. Data yang diperlukan yaitu:

1. Laporan mingguan
2. Data pengecoran kolom dengan CB
3. Gambar Kerja (*Shop Drawing*)

4.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data primer dan sekunder diperlukan langkah-langkah dalam pengumpulannya guna selanjutnya diproses analisis. Pengambilan data tersebut dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer didapatkan dengan cara dilakukan observasi di lapangan serta wawancara untuk data yang berkaitan dengan durasi pekerjaan, jumlah tenaga kerja serta posisi pasokan. Dalam penelitian ini digunakan *timer* berupa *stopwatch* serta alat rekam *handphone*.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari refrensi. Data sekunder yang dipakai yaitu gambar kerja, biaya upah serta biaya sewa dari peralatan yang digunakan dan juga spesifikasinya.

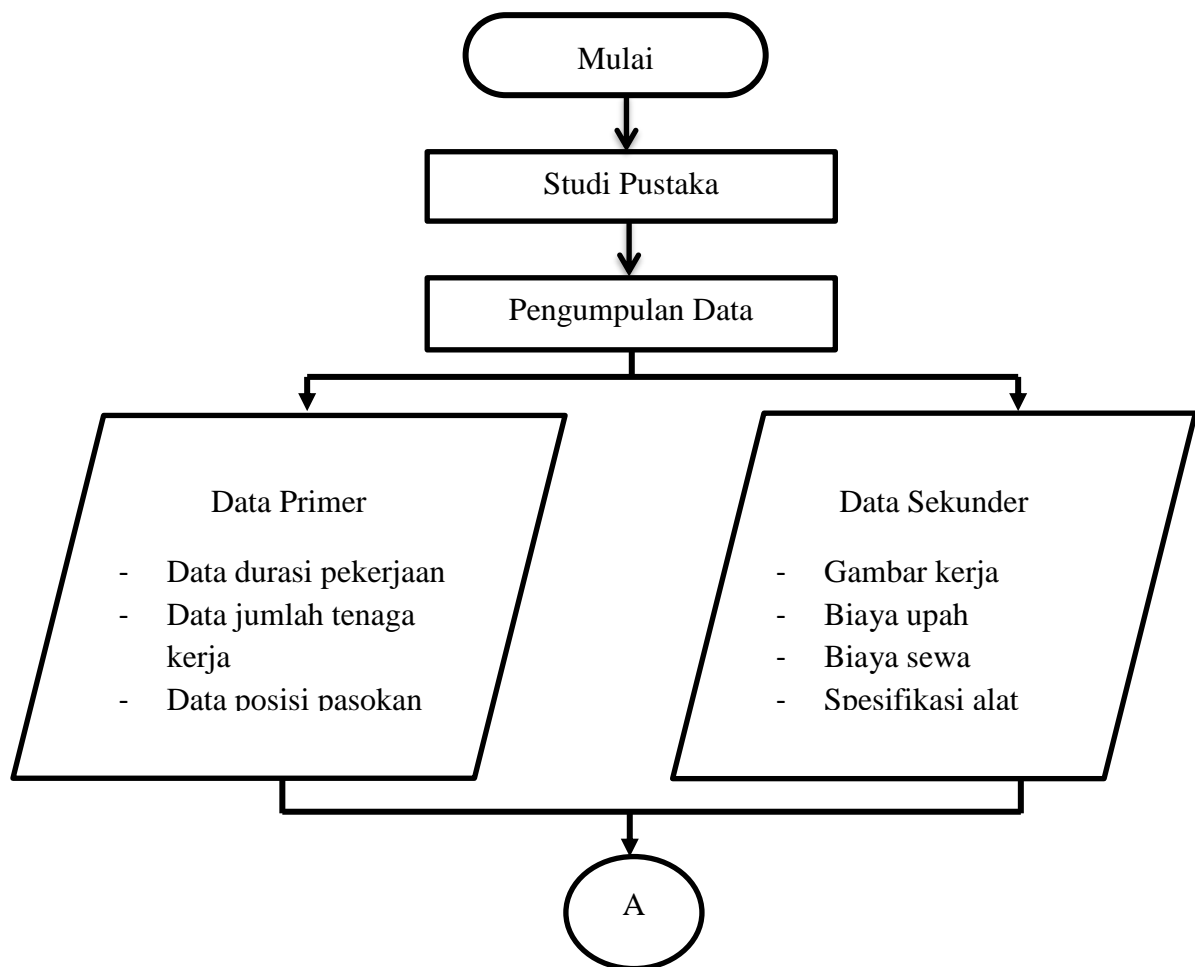
4.5 Tahapan Penelitian

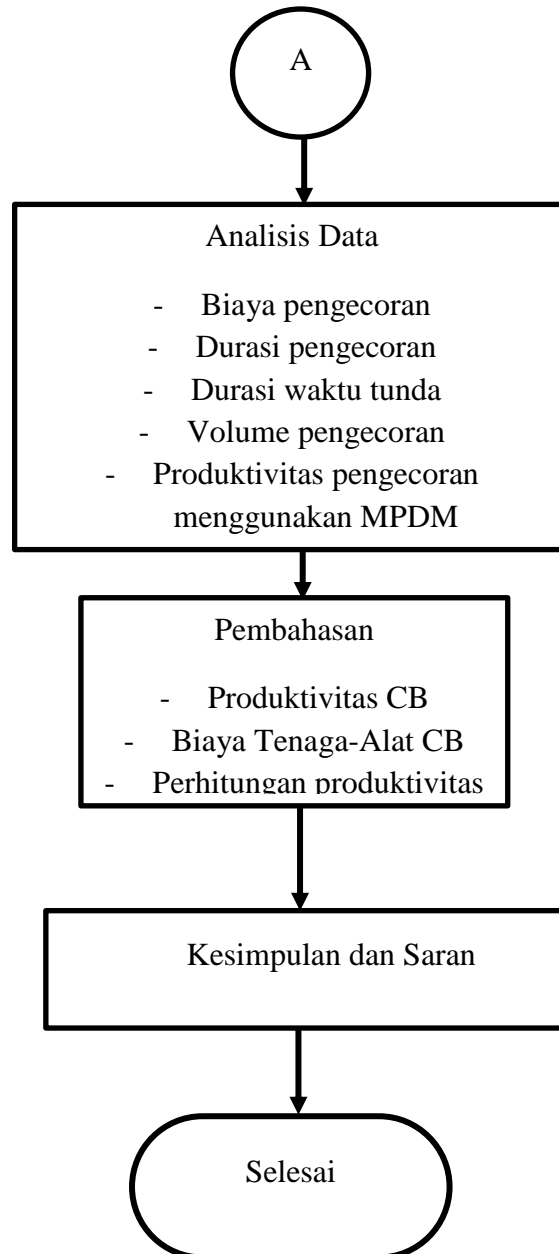
Tahapan penelitian yang dilakukan harus logis dan sistematis untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dan tepat berdasarkan landasan teori permasalahannya. Tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan studi pustaka lebih lanjut baik dari jurnal ilmiah, materi kuliah serta refrensi yang berhubungan dengan topik penelitian sebelum dilakukan penelitian.
2. Dilakukan pengumpulan data antara lain, gambar kerja, data pengecoran kolom dengan CB, RAB, RAP, *time schedule*, serta laporan pekerjaan mingguan.
3. Selanjutnya, mengolah data yang sudah didapat serta menghitung produktivitas pekerjaan kolom menggunakan alat bantu CB.
4. Setelah itu, dilakukan perhitungan terhadap biaya dan waktu pengecoran produktivitas kolom menggunakan alat bantu CB yang sudah didapat.
5. Melakukan analisis data dari data yang sudah didapat dari proyek tersebut meliputi waktu, produktivitas, efektivitas dan biaya.
6. Pembahasan dan kesimpulan.

4.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir adalah urutan prosedur suatu program yang digambarkan dengan grafik (Indrajani, 2011). Diagram alir atau *flowchart* dari penelitian ini dapat dilihat seperti Gambar 4.2 berikut ini.





Gambar 4.2 *Flowchart* Penelitian

BAB V

ANALISIS DATA

5.1 Data Proyek

Penelitian ini meneliti Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe Proyek yang datanya merupakan lanjutan dari penelitian terdahulu milik Nugroho (2015) dan juga Gelanggang Inovasi dan Kreatif (GIK) UGM yang datanya peneliti mengamati serta meneliti langsung di lapangan.

5.1.1 Data Umum

Data umum yang diteliti pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Data Umum Proyek

No	Nama Proyek	Lokasi Proyek	Pemilik Proyek	Metode	Alat Bantu
1	Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe	Jl. Prof. DR. Sardjito, Terban, Yogyakarta	Adhi Persada Properti	Cor Insitudengan Ready Mix	Concrete Bucket
2	Pembangunan Gelanggang Inovasi dan Kreatif UGM	Jl. Bulaksumur, Sendowo, Sinduadi, Depok, Sleman, Yogyakarta	PT Waskita dan PT AMKA KSO	Cor Insitudengan Ready Mix	Concrete Bucket

5.1.2 Data Biaya Sewa Alat Bantu

Pengecoran pada Proyek Pembangunan Gelanggang Inovasi dan Kreatif (GIK) UGM menggunakan alat bantu TC, CB, serta *vibrator*. Alat bantu pengecoran di proyek ini disewa dalam satuan bulan (per-hari) kecuali *vibrator* yang disewa dalam satuan hari (per-hari). Pada penelitian di proyek GIK UGM ini peneliti hanya meninjau alat bantu TC, CB serta *vibrator*. Selanjutnya dalam perhitungan biaya sewa dari alat akan lebih diperinci menjadi satuan per-jam. Data ini peneliti dapatkan dengan melakukan wawancara terhadap pelaksana proyek.

Biaya sewa dari alat bantu TC terdiri dari beberapa bagian, diantaranya biaya sewa, listrik, operator, bongkar-pasang, mobilisasi-demobilisasi (mob-demob), perizinan, asuransi, serta perizinan.

Di bawah ini dapat dilihat perincian perhitungan dari biaya sewa alat berat TC pada Proyek GIK UGM.

1. Rencana penyelesaian proyek = 18 bulan
2. Rincian biaya sewa TC:
 - a. *Tower Crane* (Bulan)= Rp97.000.000 x 16 = Rp1.552.000.000
 - b. Listrik & BBM (Bulan)= Rp231.840.000 x 16 = Rp3.709.440.000
 - c. Operator (Bulan)= Rp6.496.000 x 16 = Rp103.936.000
 - d. Perizinan Disnaker (Ls) = Rp7.000.000 x 1 = Rp7.000.000
 - e. Pondasi & Angkur (Ls) = Rp138.689.178 x 1 = Rp138.689.178
 - f. Mob-Demob (Ls) = Rp144.000.000 x 1 = Rp144.000.000
 - g. Bongkar-Pasang (Ls) = Rp50.000.000 x 1 = Rp50.000.000

Total Biaya Selama 16 Bulan = Rp5.698.065.178 +
3. Biaya sewa per-bulan = $\frac{\text{Total Biaya Selama 16 Bulan}}{16}$
 = $\frac{\text{Rp5.698.065.178}}{16}$
 = Rp356.129.073,60

Digunakan 16 bulan dalam pembagiannya karena alat TC berdiri di bulan ketiga dari proyek dimulai.

4. Biaya sewa per-hari = $\frac{\text{Biaya Sewa Per Bulan}}{\text{Jumlah Hari Dalam 1 Bulan}}$
 = $\frac{\text{Rp356.129.073,60}}{28}$
 = Rp12.718.895,49

Digunakan 28 hari dalam pembagi karena semakin kecil pembagiannya akan dihasilkan biaya sewa harian paling besar.

5. Biaya sewa per-jam = $\frac{\text{Biaya Sewa Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam 1 Hari}}$
 = $\frac{\text{Rp12.718.895,49}}{24}$
 = Rp529.953,98

Rekapitulasi dari perhitungan biaya sewa TC bisa dilihat pada rekapitulasi Tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Rekapitulasi Biaya Sewa TC di Proyek GIK UGM

BIAYA SEWA TOWER CRANE					
No	Komponen Biaya	Satuan		Harga	Subtotal
				(Rp)	(Rp)
1	Pondasi dan Angkur	Ls	1	Rp138.689.177,60	Rp138.689.177,60
2	Sewa Tower Crane	Bulan	16	Rp97.000.000,00	Rp1.552.000.000,00
3	Listrik dan BBM	Bulan	16	Rp231.840.000,00	Rp3.709.440.000,00
4	Erection & Dismantling	Ls	1	Rp50.000.000,00	Rp50.000.000,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp144.000.000,00	Rp144.000.000,00
6	Operator	Bulan	16	Rp6.496.000,00	Rp103.936.000,00
7	Perizinan Disnaker	Ls	1	Rp7.000.000,00	Rp7.000.000,00
TOTAL BIAYA					Rp5.698.065.177,60
BIAYA PER BULAN					Rp356.129.073,60
BIAYA PER HARI					Rp12.718.895,49
BIAYA PER JAM					Rp529.953,98

Pada proyek ini digunakan alat bantu CB dengan kapasitas 1 m³. Biaya sewa dari CB terdiri dari biaya sewa alat (bulanan dan juga mobilisasi-demobilisasi). Perhitungan dari CB pada Proyek GIK UGM dapat dilihat seperti berikut.

1. Rincian biaya sewa CB

a. *Concrete Bucket* (Bulan) = Rp1.000.000 x 16 = Rp16.000.000

b. Mob-Demob (Ls) = Rp10.000.000 x 1 = Rp10.000.000

Total Biaya Selama 16 Bulan = Rp26.000.000 +

2. Biaya sewa per-bulan = $\frac{\text{Total Biaya Selama 16 Bulan}}{16}$
 = $\frac{\text{Rp26.000.000}}{16}$
 = Rp1.625.000

Digunakan 16 bulan dalam pembagiannya karena alat CB beroperasi bersamaan dengan TC.

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Biaya sewa per-hari} &= \frac{\text{Biaya Sewa Per Bulan}}{\text{Jumlah Hari Dalam 1 Bulan}} \\
 &= \frac{\text{Rp1.625.000}}{28} \\
 &= \text{Rp58.035,71}
 \end{aligned}$$

Digunakan 28 hari dalam pembagi karena semakin kecil pembagiannya akan dihasilkan biaya sewa harian paling besar.

$$\begin{aligned}
 4. \text{ Biaya sewa per-jam} &= \frac{\text{Biaya Sewa Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam 1 Hari}} \\
 &= \frac{\text{Rp58.035,71}}{11} \\
 &= \text{Rp5.275,97}
 \end{aligned}$$

Digunakan 11 jam dalam pembagiannya karena jam kerja pekerja di proyek hanya 11 jam sehingga penggunaan CB mengikuti.

Rekapitulasi dari perhitungan biaya sewa CB bisa dilihat pada rekapitulasi Tabel 5.3 berikut ini.

Tabel 5.3 Rekapitulasi Biaya Sewa CB di Proyek GIK UGM

BIAYA SEWA CONCRETE BUCKET					
No	Komponen Biaya	Satuan		Harga	Subtotal
				(Rp)	(Rp)
1	Concrete Bucket	Bulan	16	Rp1.000.000,00	Rp16.000.000,00
2	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp10.000.000,00	Rp10.000.000,00
TOTAL BIAYA					Rp26.000.000,00
TOTAL BIAYA PER BULAN					Rp1.625.000,00
BIAYA PER HARI					Rp58.035,71
BIAYA PER JAM					Rp5.275,97

Alat bantu pengecoran yang digunakan pada proyek ini selanjutnya ada *vibrator*. Biaya sewa *vibrator* dihitung dalam hitungan harian. Alat bantu *vibrator* tidak memerlukan mobilisasi-demobilisasi seperti TC dan CB mengingat ukuran alat tidak besar, sehingga dapat diangkut sendiri dengan menggunakan kendaraan angkut yang dimiliki oleh kontraktor. Perhitungan biaya sewa *vibrator* pada proyek ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Rincian biaya sewa *vibrator*
 - a. *Vibrator* (Bulan)= Rp6.500.000 x 18 = Rp117.000.000

Total Biaya Selama 18 Bulan = Rp117.000.000 +
2. Biaya sewa per-hari = $\frac{\text{Biaya Sewa Per Bulan}}{\text{Jumlah Hari Dalam 1 Bulan}}$
= $\frac{\text{Rp6.500.000}}{28}$
= Rp232.142,86
3. Biaya sewa per-jam = $\frac{\text{Biaya Sewa Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam 1 Hari}}$
= $\frac{\text{Rp232.142,86}}{11}$
= Rp21.103,90

Digunakan 11 jam dalam pembagiannya karena jam kerja pekerja di proyek hanya 11 jam sehingga penggunaan *vibrator* mengikuti.

Rekapitulasi dari perhitungan biaya sewa alat *vibrator* bisa dilihat pada rekapitulasi Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Biaya Sewa *Vibrator* di Proyek GIK UGM

BIAYA SEWA VIBRATOR					
No	Komponen Biaya	Satuan		Harga	Subtotal
				(Rp)	(Rp)
1	Sewa Vibrator	Bulan	18	Rp6.500.000	Rp117.000.000,00
BIAYA SEWA PER HARI					Rp232.142,86
BIAYA SEWA PER JAM					Rp21.103,90

Rekapitulasi dari keseluruhan perhitungan biaya sewa alat bantu pada proyek ini dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Biaya Sewa Alat Bantu di Proyek GIK UGM

NO	NAMA	JUMLAH	SEWA PER HARI	SEWA PER JAM
		(Buah)	(Rp)	(Rp)
1	<i>Tower Crane</i>	1	Rp12.718.895,49	Rp529.953,98
2	<i>Concrete Bucket</i>	1	Rp58.035,71	Rp5.275,97
3	<i>Vibrator</i>	1	Rp232.142,86	Rp21.103,90

5.1.3 Data Biaya Upah Tenaga Kerja

Pengecoran pada Proyek Pembangunan GIK UGM melibatkan beberapa macam tenaga kerja diantaranya Surveyor, Mandor, Tukang, serta Laden/Pekerja. Pembiayaan dari upah tenaga kerja dihitung dalam satuan hari (Per-Hari). Akan tetapi dalam penelitian ini akan diperinci menjadi satuan per-jam. Data dari biaya ini peneliti dapatkan melalui data sekunder yaitu Pergub Nomor 52 Tahun 2020 tentang Standar Harga Barang dan Jasa serta dari Perwali Nomor 70 Tahun 2021 tentang Standar Harga Jasa. Digunakan data sekunder ini dikarenakan peneliti tidak mendapatkan data primer mengenai upah biaya yang berasal dari pihak proyek.

Perhitungan dari biaya dan upah tenaga kerja yang ada pada Proyek GIK UGM ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Biaya upah tenaga kerja per-hari:
 - a. Mandor = Rp100.000
 - b. Surveyor = Rp199.000
 - c. Tukang = Rp90.000
 - d. Tenaga/Laden = Rp75.000
2. Biaya upah tenaga kerja per-jam:
 - a. Mandor

$$= \frac{\text{Upah Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam Sehari}}$$

$$= \frac{\text{Rp100.000} \times 2}{11}$$

$$= \text{Rp18.181,82}$$
 - b. Surveyor

$$= \frac{\text{Upah Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam Sehari}}$$

$$= \frac{\text{Rp199.000} \times 2}{11}$$

$$= \text{Rp36.181,82}$$
 - c. Tukang

$$= \frac{\text{Upah Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam Sehari}}$$

$$= \frac{\text{Rp90.000} \times 2}{11}$$

$$= \text{Rp13.636,36}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. Tenaga/Laden} &= \frac{\text{Upah Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam Sehari}} \\
 &= \frac{\text{Rp75.000} \times 2}{11} \\
 &= \text{Rp21.090,91}
 \end{aligned}$$

Upah tenaga kerja dikali 2 (dua) dari harga upah per hari dikarenakan dari jam kerja normal 11 jam (08:00-17:00 lalu 19:00-22:00) pada 3 jam terakhir (19:00-22:00) dihitung sebagai waktu lembur yang dimana harga lembur terhitung sama dengan harga Upah Per Hari.

Digunakan 11 jam dalam pembagiannya karena jam kerja normal dari tenaga kerja hanya 11 jam dari jam 08:00-17:00 dengan waktu istirahat satu jam pada jam 12:00-13:00 kemudian ditambah dari jam 19:00-22:00 sehingga total waktu jam kerja dari tenaga kerja yaitu 11 jam.

Rekapitulasi dari perhitungan biaya upah tenaga kerja pada Proyek GIK UGM bisa dilihat pada rekapitulasi Tabel 5.6 berikut ini.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Biaya Upah Tenaga Kerja di Proyek GIK UGM

NO	NAMA	UPAH PER HARI	UPAH PER JAM
		(Rp)	(Rp)
1	Mandor	Rp100.000,00	Rp18.181,82
2	Surveyor	Rp199.000,00	Rp36.181,82
3	Tukang	Rp90.000,00	Rp13636,36
4	Tenaga/Laden	Rp75.000,00	Rp21.090,91

5.2 Pelaksanaan

Pelaksanaan pada penelitian ini dilakukan pada proyek konstruksi gedung bertingkat yang berlokasi di Proyek Pembangunan GIK UGM dan juga meneruskan penelitian milik Nugroho (2021) dengan judul “Perbandingan Produktivitas dan Biaya Pada Pekerjaan Pengecoran Antara Alat *concrete pump* dan *concrete bucket*”.

Penelitian ini berfokus terhadap perbandingan produktivitas, biaya serta waktu dari pengecoran struktur vertikal dengan menggunakan alat pengecoran *concrete bucket*.

Metode yang dilakukan dalam pengumpulan data waktu pengecoran ini melalui sumber primer pada Proyek GIK UGM dan sumber sekunder pada Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe milik Nugroho (2021).

Selanjutnya biaya upah dari tenaga kerja serta alat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan melakukan wawancara langsung oleh pihak proyek (sumber primer) dan juga dengan menggunakan sumber sekunder yaitu Peraturan Gubernur (PERGUB) No. 52 Tahun 2020 tentang Standar Harga Barang dan Jasa dan juga dari Peraturan Walikota (PERWALI) No. 70 Tahun 2021 tentang Standar Harga Barang Jasa.

Data biaya upah pada Proyek GIK UGM dikumpulkan dari data sekunder yang disebabkan pihak pelaksana proyek tidak berkenan untuk diwawancara dan menyarankan untuk menggunakan data yang berasal dari sumber sekunder. Dalam pengolahan data untuk mendapatkan nilai produktivitas di penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Method Productivity Delay Model* (MPDM).

5.3 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan

Pada pekerjaan pengecoran kolom dengan menggunakan alat bantu CB yang dilakukan di Proyek GIK UGM ini memiliki beberapa tahapan dalam pelaksanaannya, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Persiapan Awal

Pada tahap ini dilakukan beberapa pekerjaan diantaranya:

- a. CB dikaitkan terhadap sling baja (tali penggantung) yang dimana sling baja tersebut juga menyambung kepada tali katrol TC dan juga perlu dipastikan bahwa semuanya sudah terpasang dengan sempurna.
- b. Pemasangan pipa tremi pada CB agar pada saat pengecoran bisa dilakukan dengan baik tanpa terjadinya *waste*.

2. Pengecoran

Proses pengecoran menggunakan CB terdapat beberapa tahapan yang diantaranya sebagai berikut:

a. Penuangan

Penuangan beton segar dari TM ke CB yang dilakukan ketika TM sudah berada di lokasi proyek dengan titik yang sudah ditentukan dan saluran buang TM sudah sesuai dengan sempurna.

b. Penarikan

Sesudah CB terisi hingga penuh, kemudian CB ditarik vertikal sampai ketinggian yang hendak dilakukan pengecoran.

c. TC Swing

Selanjutnya ketika CB sudah berada pada ketinggian yang sudah diperlukan kemudian TC mengayun (*swing*) horizontal hingga CB berada di titik lokasi struktur yang akan dicor.

d. Penurunan Pipa Tremi

Ketika posisi CB sudah tepat di atas lokasi yang akan dicor, kemudian pipa tremi yang sebelumnya masih tergulung akan dibuka untuk mencegah terjadinya segregasi pada beton segar yang diakibatkan tinggi jatuh yang terlalu tinggi.

e. Penuangan

Penuangan selanjutnya yaitu penuangan beton yang sebelumnya sudah terisi pada CB ke lokasi yang akan dicor dengan bantuan pipa tremi yang sudah diposisikan pada kolom. Ketika sudah sesuai posisi maka tuas saluran pada CB dibuka untuk mengalirkan beton yang sudah dibawa. Proses penuangan ini dilakukan hingga CB sudah kosong dituangkan semua atau hingga struktur beton yang dicor sudah penuh terisi.

f. Penarikan Pipa Tremi

Ketika beton segar sudah tertuang sesuai dengan keperluannya selanjutnya tuas saluran akan ditutup kembali. Setelah itu pipa tremi digulung kembali seperti sebelum melakukan penuangan beton segar.

g. TC Swing

Setelah pipa tremi tergulung dengan baik, TC akan mengayun (*swing*) horizontal kembali hingga berada di atas lokasi awal penuangan beton segar dari TM ke CB.

h. Penurunan

Kemudian ketika CB sudah berada sesuai di atas lokasi awal penuangan, selanjutnya CB diturunkan hingga sampai posisi awal penuangan dilakukan dan kemudian dilakukan penuangan beton segar kembali.

Tahapan pelaksanaan pekerjaan dari poin a (Penuangan) hingga poin h (Penurunan) tersebut dapat dihitung sebagai satu siklus pengecoran.

3. Persiapan Akhir

Pada tahap ini dilakukan beberapa pekerjaan diantaranya:

- a. Pelapasan sling baja (tali penggantung) yang sebelumnya sudah terpasang pada CB. Pekerjaan ini dilakukan ketika pengecoran menggunakan CB sudah selesai dilakukan.
- b. Pelepasan pipa tremi pada CB
- c. Pembersihan CB dan pipa tremi dari beton yang masih menempel pada bagian dalam CB dan pipa tremi dengan menggunakan air yang dilakukan oleh pekerja.

5.4 Analisis Data Produktivitas

Produktivitas pengecoran kolom dengan menggunakan alat bantu pengecoran CB dapat dilihat detailnya seperti berikut.

Nama Proyek	: Proyek Pembangunan Gelanggang Inovasi dan Kreatif Universitas Gadjah Mada
Pelaksana Proyek	: PT Waskita Karya dan PT AMARTA KSO
Jenis Pengecoran	: Cor <i>In situ</i> dengan <i>Ready mix</i>
Volume Pekerjaan	: 12 m ³
Elevasi Pekerjaan	: 10,2 m
Mutu Beton	: FC'35 Mpa

Jenis Alat Bantu : *Tower Crane* Potain MC-310 (Jangkauan 70m) dan *Concrete Bucket* (kapasitas 1 m³)

Pada pelaksanaan pengecoran yang terjadi di lapangan dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut ini.



Gambar 5.1 Pengecoran Kolom Menggunakan CB Pada Proyek GIK UGM

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

5.4.1 Data Durasi Pengecoran Kolom

Perhitungan dari durasi pengecoran kolom dengan menggunakan CB dapat dilihat sebagai berikut.

1. Siklus

Satu siklus pada pengecoran menggunakan CB ini merupakan durasi dari satu kali CB dalam pergerakan pengangkutan beton untuk dicor. Satu siklus ini terhitung mulai dari TM menuangkan beton segar ke CB hingga muatan yang diangkat oleh TM habis dituangkan. Kegiatan dari satu siklus tersebut dapat dilihat seperti berikut ini:

- a. Penuangan TM ke CB
- b. Penarikan CB
- c. TC swing (naik)
- d. Pemosisian pipa tremi (turun)
- e. Penuangan beton (cor)
- f. Pemosisian pipa tremi (naik)
- g. TC swing (turun)
- h. Penurunan CB
- i. Waktu tundaan yang terdapat disetiap kegiatan berlangsung.

2. Durasi Kerja

Durasi kerja dihitung selama adanya pekerjaan yang sedang berlangsung. Durasi kerja pada siklus satu dihitung dari kegiatan a sampai kegiatan h yang dijelaskan pada penjelasan tentang siklus di atas. Perhitungan durasi kerja dalam siklus pertama dapat dilihat seperti berikut.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| a. Penuangan TM ke CB | = Waktu Selesai – Waktu Mulai |
| | = 00:29:02 – 00:27:00 |
| | = 00:02:02 |
| | = (2*60) + 2 |
| | = 122 detik |
| b. Penarikan CB | = 00:30:23 – 00:30:04 |
| | = 00:00:19 |
| | = 19 detik |
| c. TC Swing (naik) | = 00:31:11 – 00:30:23 |
| | = 00:00:48 |
| | = 48 detik |
| d. Pemosisian Tremi (turun) | = 00:31:17 – 00:31:11 |
| | = 00:00:06 |
| | = 6 detik |
| e. Penuangan Beton (cor) | = 00:34:40 – 00:31:17 |
| | = 00:03:23 |
| | = (3*60) + 23 |

- = 203 detik
- f. Pemosisian Tremi (naik) = 00:34:50 – 00:34:40
= 00:00:10
= 10 detik
- g. TC Swing (turun) = 00:35:32 – 00:34:50
= 00:00:42
= 42 detik
- h. Penurunan CB = 00:35:57 – 00:35:32
= 00:00:25
= 25 detik
- i. Total Durasi Kerja 1 Siklus = Total kegiatan poin a s/d h
= (122+19+48+6+203+10+42+25)
= 475 detik

3. Durasi Tunda

Durasi tunda adalah waktu yang terjadi dan terhitung pada saat tidak dilakukan pekerjaan apapun sehingga menyebabkan penundaan (*delay*). Pada siklus 1 di atas, tundaan yang terjadi hanya pada saat sebelum penarikan CB. Untuk memudahkan mengkategorikan jenis penundaan, di sini peneliti menggunakan kode seperti Tabel 5.7 berikut ini.

Tabel 5.7 Kodefikasi Jenis Penundaan

Kategori	Kode
Alat	A
Tenaga Kerja	B
Material	C

Perhitungan tundaan yang terjadi pada siklus 1 dapat dilihat seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Tundaan 1} &= \text{Waktu Selesai} - \text{Waktu Mulai} \\
 &= 00:30:04 - 00:29:02 \\
 &= 00:01:02 \\
 &= (1 \times 60) + 2 \\
 &= 62 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Penyebab Tundaan 1 = TM Macet

Kategori = Alat

Kode = A

4. Waktu Produksi Siklus

Waktu produksi siklus merupakan waktu durasi yang dibutuhkan CB untuk menyelesaikan satu siklus. Waktu produksi siklus tetap terhitung baik dalam satu siklus tersebut mengalami tundaan. Waktu produksi ini diperoleh dengan menjumlahkan waktu durasi kerja dengan waktu durasi tunda dalam satu siklus yang sama.

Siklus 1 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
 = 475 detik + 62 detik
 = 537 detik

Contoh dari perhitungan waktu produksi siklus pengecoran kolom dengan menggunakan CB bisa dilihat pada Tabel 5.8 seperti berikut.

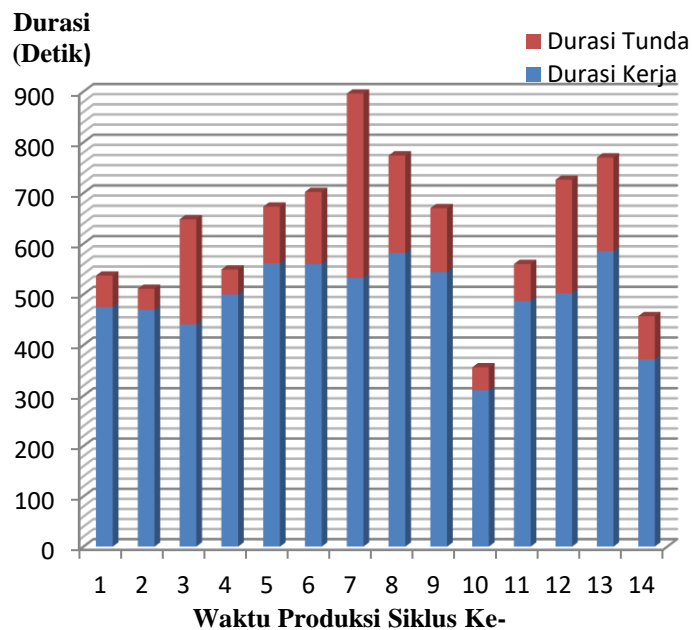
Tabel 5.8 Contoh Perhitungan Waktu Produksi Siklus Menggunakan CB

Siklus	Kegiatan	Durasi Kerja		Durasi Tunda		Ket	Kode	Waktu Produksi
		Durasi		Durasi				
		(Menit)	(Detik)	(Menit)	(Detik)			
1	TM Datang	Awal Pengecoran						537
	Tuang Beton	00:02:02	122					
	<i>Delay</i>			00:01:02	62	TM Macet	A	
	CB Naik	00:00:19	19					
	<i>Delay</i>							
	TC Swing	00:00:48	48					
	<i>Delay</i>							
	Tremi Turun	00:00:06	6					
	<i>Delay</i>							
	Cor	00:03:23	203					
	<i>Delay</i>							
	Tremi Naik	00:00:10	10					
	<i>Delay</i>							
	TC Swing	00:00:42	42					
	<i>Delay</i>							
	CB Turun	00:00:25	25					
<i>Delay</i>								

Perhitungan dari durasi pengecoran kolom menggunakan CB selanjutnya direkap pada Tabel 5.9 berikut ini.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Perhitungan Durasi Waktu Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan CB

Kendaraan	Siklus	Volume Pengecoran	Durasi Kerja	Durasi Tunda	Waktu Produksi
		(m ³)	(Detik)	(Detik)	(Detik)
Hari ke-1					
TM 1	1	1	475	62	537
TM 1	2	1	470	41	511
TM 1	3	1	441	207	648
Hari Ke-2					
TM 2	4	0,9	500	49	549
TM 2	5	0,9	561	112	673
TM 2	6	0,9	560	142	702
TM 2	7	0,9	533	363	896
TM 2	8	0,9	582	192	774
TM 2	9	0,9	544	126	670
TM 2	10	0,6	311	45	356
Hari Ke-3					
TM 3	11	0,8	487	73	560
TM 3	12	0,8	502	224	726
TM 3	13	0,8	585	185	770
TM 3	14	0,6	372	85	457



Gambar 5.2 Histogram Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan CB

5.4.2 Perhitungan Penyesuaian Penarikan dan Penurunan CB

Pengecoran kolom yang diamati oleh peneliti ini berada pada ketinggian 10,2 m. sedangkan pengecoran yang dilakukan pada penelitian sebelumnya milik Nugroho (2021) berada pada ketinggian 32 m. Sehingga perlu adanya penyesuaian terhadap penarikan dan penurunan CB.

Durasi dari penarikan dan penurunan CB adalah durasi yang dipengaruhi oleh beda ketinggian dari lokasi objek penelitian, maka dari itu perlu dilakukan penyesuaian agar analisis produktivitas pada penelitian ini dapat dibandingkan secara setara.

Perhitungan penyesuaian selanjutnya akan digunakan penyesuaian dalam penyebutan guna mempermudah dalam penyebutannya. Proyek GIK UGM akan disebut sebagai “Tinggi Lokasi 1” dan Proyek Dhika Universe dari penelitian Nugroho (2021) disebut sebagai “Tinggi Lokasi 2”.

Perhitungan penyesuaian dari durasi penarikan dan penurunan CB dapat dilihat seperti berikut.

1. Kecepatan penarikan serta penurunan CB

Perhitungan kecepatan dari penarikan dilakukan dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{Kecepatan Penarikan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi 1}}{\text{Durasi Penarikan CB}}$$

Kemudian, perhitungan kecepatan dari penurunan dilakukan dengan menggunakan rumus di bawah ini.

$$\text{Kecepatan Penurunan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi 1}}{\text{Durasi Penurunan CB}}$$

Perhitungan dari penyesuaian durasi penarikan serta penurunan akan menggunakan kecepatan penarikan serta penurunan yang dilakukan menggunakan rumus di atas.

Perhitungan dari kecepatan penarikan CB dapat dilihat seperti contoh di bawah ini.

- a. Tinggi dari lokasi cor dihitung dari lantai dasar gedung.

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi Lokasi 1} &= \text{Tinggi lokasi pengecoran} + \text{Tinggi Jatuh} \\
 &\text{CB} \\
 &= \text{Tinggi lantai 2 zona E GIK UGM} + \text{Tinggi} \\
 &\text{kolom} + \text{Tinggi jatuh CB} \\
 &= (4,7+4+1,5) \\
 &= 10,2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- b. Durasi penarikan CB merupakan durasi yang diperlukan TC untuk menarik CB dari dasar lantai 1 lokasi TM hingga lokasi dari pengecoran.

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Penarikan CB} &= \text{Waktu Selesai} - \text{Waktu Mulai} \\
 &= 00:30:23 - 00:30:04 \\
 &= 00:00:19 \\
 &= 19 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

- c. Kecepatan Penarikan CB $= \frac{\text{Tinggi Lokasi 1}}{\text{Durasi Penarikan CB}}$
- $$\begin{aligned}
 &= \frac{10,2}{19} \\
 &= 0,54 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dari kecepatan penarikan CB direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.10 seperti berikut.

Tabel 5.10 Rekapitulasi Perhitungan Kecepatan Penarikan CB

Kendaraan	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi 1	Durasi Penarikan CB	Kecepatan Tarik
			(m)	(Detik)	(m/s)
Hari Ke-3					
TM 1	1	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	19	0,54
	2	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	23	0,44
	3	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	25	0,41
Hari Ke-2					
TM 2	4	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	23	0,44
	5	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	24	0,43
	6	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	37	0,28
	7	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	31	0,33
	8	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	41	0,25
	9	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	31	0,33
	10	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	37	0,28
Hari Ke-3					
TM 3	11	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	23	0,44
	12	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	24	0,43
	13	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	37	0,28
	14	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	31	0,33

Perhitungan kecepatan penurunan dari CB pada saat pengecoran kolom dapat dilihat seperti berikut.

- a. Tinggi Lokasi 1 = 10,2 m
- b. Durasi penurunan CB merupakan durasi yang diperlukan TC untuk menurunkan CB dari lokasi pengecoran hingga ke dasar lantai 1 tempat lokasi TM.

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Penurunan CB} &= \text{Waktu Selesai} - \text{Waktu Mulai} \\
 &= 00:35:57 - 00:35:32 \\
 &= 00:00:25
 \end{aligned}$$

$$= 25 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kecepatan Penurunan CB} &= \frac{\text{Tinggi Lokasi 1}}{\text{Durasi Penurunan CB}} \\ &= \frac{10,2}{25} \\ &= 0,41 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Perhitungan dari kecepatan penurunan CB direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.11 seperti berikut.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Kecepatan Penurunan CB

Kendaraan	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi 1	Durasi Penurunan CB	Kecepatan Turun
			(m)	(Detik)	(m/s)
Hari Ke-3					
TM 1	1	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	25	0,41
	2	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	34	0,30
	3	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	25	0,41
Hari Ke-2					
TM 2	4	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	43	0,24
	5	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	29	0,35
	6	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	23	0,44
	7	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	26	0,39
	8	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	24	0,43
	9	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	22	0,46
	10	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	24	0,43
Hari Ke-3					
TM 3	11	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	43	0,24
	12	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	29	0,35
	13	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	23	0,44
	14	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	10,2	26	0,39

2. Penyesuaian durasi penarikan serta penurunan CB

Perhitungan dari penyesuaian durasi penarikan CB dapat dilakukan dengan rumus di bawah ini.

$$\text{Peny. Durasi Penarikan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi 2}}{\text{Kecepatan Penarikan CB}}$$

Perhitungan dari penyesuaian durasi penurunan CB dapat dilakukan dengan rumus di bawah ini.

$$\text{Peny. Durasi Penurunan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi 2}}{\text{Kecepatan Penurunan CB}}$$

Perhitungan dari penyesuaian durasi penarikan CB pada saat pengecoran kolom dapat dilihat pada contoh berikut.

- a. Tinggi Lokasi 2 merupakan ketinggian dari lokasi pengecoran kolom penelitian sebelumnya milik Nugroho (2021) pada Proyek Dhika Universe (DU) terhitung dari dasar lantai 1 lokasi TM berada, diketahui.

$$\text{Tinggi Lokasi 2} = 32 \text{ m}$$

- b. Kecepatan penarikan digunakan dari perhitungan sebelumnya

$$\text{Kecepatan Penarikan CB} = 0,54 \text{ m/s}$$

- c. Penyesuaian Durasi Penarikan = $\frac{\text{Tinggi Lokasi 2}}{\text{Kecepatan Penarikan CB}}$

$$= \frac{32}{0,54}$$

$$= 60 \text{ detik}$$

Perhitungan dari penyesuaian durasi penarikan CB direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.12 seperti berikut.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan CB

Kendaraan	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi 2	Kecepatan Tarik	Penyesuaian Durasi Tarik
			(m)	(m/s)	(Detik)
Hari Ke-1					
TM 1	1	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,54	60
	2	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,44	72
	3	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,41	78
Hari Ke-2					
TM 2	4	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,44	72
	5	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,43	75
	6	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,28	116
	7	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,33	97
	8	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,25	129
	9	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,33	97
	10	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,28	116
Hari Ke-3					
TM 3	11	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,44	72
	12	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,43	75
	13	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,28	116
	14	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,33	97

Perhitungan dari penyesuaian durasi penurunan CB pada saat pengecoran kolom dapat dilihat pada contoh berikut.

- a. Tinggi Lokasi 2 = 32 m
- b. Kecepatan penurunan digunakan dari perhitungan sebelumnya.
Kecepatan Penurunan CB = 0,41
- c. Penyesuaian Durasi Penurunan = $\frac{\text{Tinggi Lokasi 2}}{\text{Kecepatan Penurunan CB}}$
= $\frac{32}{0,41}$
= 78 detik

Perhitungan dari penyesuaian durasi penurunan CB direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.13 seperti berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Perhitungan Penyesuaian Durasi Penurunan CB

Kenda raan	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi 2	Kecepatan Turun	Penyesuaian Durasi Turun
			(m)	(m/s)	(Detik)
Hari Ke-1					
TM 1	1	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,41	78
	2	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,30	107
	3	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,41	78
Hari Ke-2					
TM 2	4	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,24	135
	5	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,35	91
	6	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,44	72
	7	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,39	82
	8	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,43	75
	9	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,46	69
	10	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,43	75
Hari Ke-3					
TM 3	11	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,24	135
	12	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,35	91
	13	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,44	72
	14	Penurunan bucket dari dasar ke atas kolom lt.2	32	0,39	82

3. Data pengecoran sesudah penyesuaian

Penyesuaian durasi penarikan serta penurunan yang telah dilakukan memiliki tujuan untuk menyesuaikan tinggi lokasi pengecoran Proyek GIK UGM yang dilakukan oleh peneliti dengan lokasi pengecoran penelitian terdahulu milik Nugroho (2021) di Proyek Gedung DU sehingga terjadi

perubahan durasi pekerjaan pada waktu siklus. Salah satu perubahan durasi pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut ini.

Tabel 5.14 Data Pengecoran Kolom Dengan CB Sesudah Penyesuaian

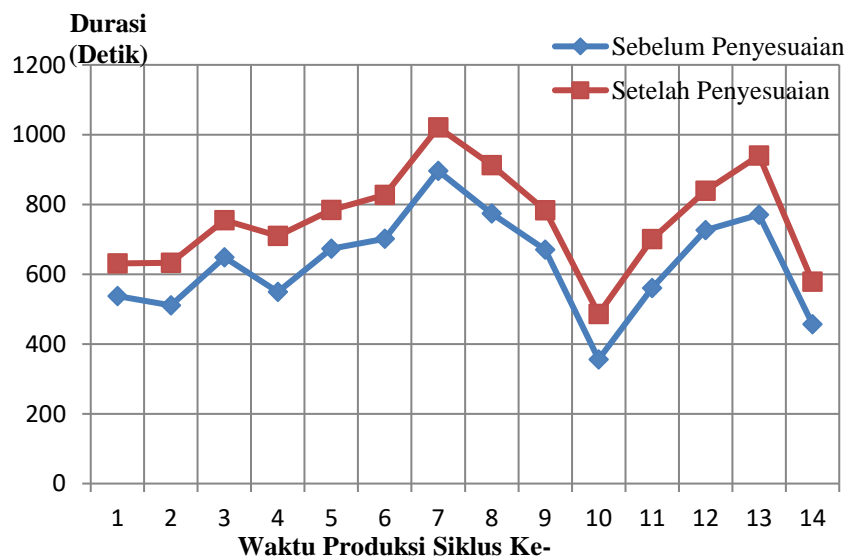
Siklus	Kegiatan	Durasi Kerja		Durasi Tunda	Kode	Waktu Produksi
		Awal	Setelah Penyesuaian	Durasi		
		(Detik)	(Detik)	(Detik)		
1	TM Datang	Awal Pengecoran				
	Tuang Beton	122	122			631
	<i>Delay</i>			62	A	
	CB Naik	19	60			
	<i>Delay</i>					
	TC Swing	48	48			
	<i>Delay</i>					
	Tremi Turun	6	6			
	<i>Delay</i>					
	Cor	203	203			
	<i>Delay</i>					
	Tremi Naik	10	10			
	<i>Delay</i>					
	TC Swing	42	42			
	<i>Delay</i>					
	CB Turun	25	78			
	<i>Delay</i>					

Perubahan durasi pekerjaan terhadap waktu siklus selanjutnya direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.15 Rekapitulasi Perubahan Waktu Siklus Pengecoran Menggunakan CB

Kendaraan	Siklus	Volume Pengecoran	Durasi Kerja	Durasi Tunda	Waktu Produksi
		(m ³)	(Detik)	(Detik)	(Detik)
Hari ke-1					
TM 1	1	1	569	62	631
TM 1	2	1	592	41	633
TM 1	3	1	548	207	755
Hari Ke-2					
TM 2	4	0,9	661	49	710
TM 2	5	0,9	672	112	784
TM 2	6	0,9	685	142	827
TM 2	7	0,9	658	363	1021
TM 2	8	0,9	721	192	913
TM 2	9	0,9	657	126	783
TM 2	10	0,6	441	45	486
Hari Ke-3					
TM 3	11	0,8	628	73	701
TM 3	12	0,8	615	224	839
TM 3	13	0,8	713	227	940
TM 3	14	0,6	494	85	579

Kemudian berikut perbandingan sebelum dan sesudah dari durasi pekerjaan terhadap waktu siklus pengecoran kolom menggunakan CB dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut ini.



Gambar 5.3 Grafik Perbandingan Durasi Pekerjaan Pengecoran Kolom Sebelum dan Sesudah Penyesuaian

5.4.3 Perhitungan Tundaan Siklus Produksi

Tundaan yang terjadi di sini terdapat beberapa faktor sebagaimana penulis sudah menjelaskan pada BAB III sub-bab 3.3.1.

Perhitungan dari penundaan waktu siklus produksi salah satu contohnya dapat di bawah ini.

1. Waktu produksi siklus merupakan waktu durasi yang dibutuhkan CB untuk menyelesaikan satu siklus. Waktu produksi siklus tetap terhitung baik dalam satu siklus tersebut mengalami tundaan. Waktu produksi pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.15 di atas. Contoh waktu produksi pada siklus 1 adalah sebagai berikut.

$$\text{Waktu Produksi Siklus 1} = 631 \text{ detik}$$

2. Pada waktu produksi pengeoran kolom di siklus 1 ini terdapat 1 jenis kategori penundaan yang terjadi, berikut ini adalah perhitungannya.

- a. Waktu tunda siklus 1:

$$\text{Faktor Alat} = 62 \text{ detik}$$

3. Waktu siklus tak tertunda adalah durasi waktu bersih produksi pengeoran yang dibutuhkan CB untuk menyelesaikan satu siklus.

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus Tak Tertunda Siklus 1} &= \text{Waktu Produksi Siklus 1} - \text{Waktu} \\ &\quad \text{Tunda Siklus 1} \\ &= 631 - 62 \\ &= 569 \text{ detik} \end{aligned}$$

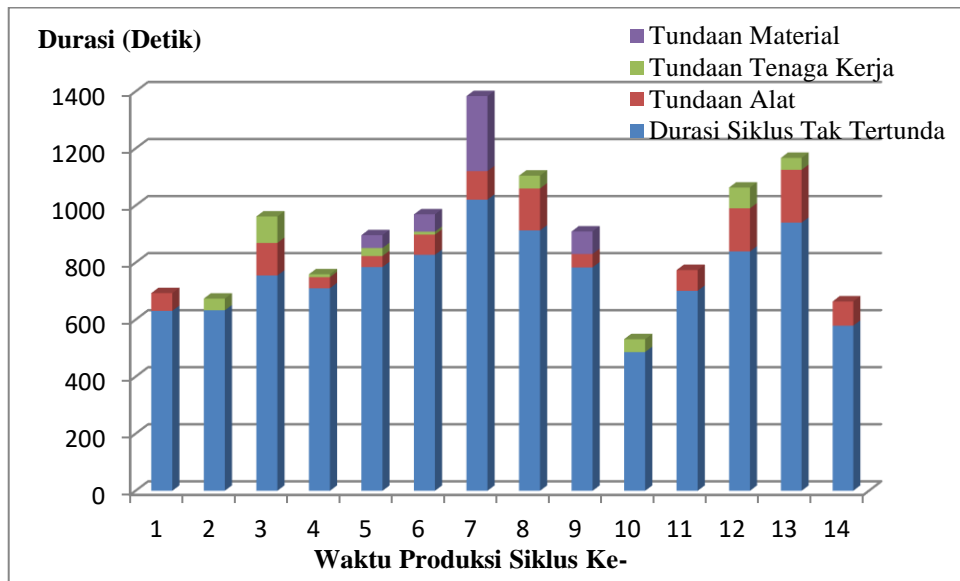
Rekapitulasi dari perhitungan tundaan siklus produksi pengeoran kolom menggunakan CB dapat dilihat di Tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.16 Rekapitulasi Perhitungan Tundaan Siklus Produksi Pengecoran

Kendaraan	Siklus	Volume	Waktu Produksi	Delay			Ket	Waktu Siklus Tak Tertunda
				Alat	Tenaga Kerja	Material		
		m3	detik	detik	detik	detik		
Hari Ke-1								
TM 1	1	1	631	62			Delay	569
	2	1	633		41		Delay	592
	3	1	755	114	93		Delay	548
Jumlah Waktu Produksi (Detik)			2019					
Rata-Rata Waktu Produksi (Detik)			673					
Hari Ke-2								
TM 2	4	0,9	710	39	10		Delay	661
	5	0,9	784	39	28	45	Delay	672
	6	0,9	827	71	10	61	Delay	685
	7	0,9	1021	100		263	Delay	658
	8	0,9	913	147	45		Delay	721
	9	0,9	783	47		79	Delay	657
	10	0,6	486		45		Delay	441
Jumlah Waktu Produksi (Detik)			5525					
Rata-Rata Waktu Produksi (Detik)			789					
Hari Ke-3								
TM 3	11	0,8	701	73			Delay	628
	12	0,8	839	151	73		Delay	615
	13	0,8	940	185	42		Delay	713
	14	0,6	579	85			Delay	494
Jumlah Waktu Produksi (Detik)			3059					
Rata-Rata Waktu Produksi (Detik)			765					

Tundaan yang terbesar terjadi pada hari ke-2 siklus ke-7 yang disebabkan oleh tundaan material yaitu terjadinya perpindahan pengecoran kolom yang berjarak cukup jauh sehingga perlu memindahkan perancah untuk pekerja pada saat pengecoran kolom.

Berikut pada Gambar 5.4 adalah histogram dari tundaan yang terjadi pada setiap waktu siklus pada pengecoran kolom.



Gambar 5.4 Histogram Tundaan Waktu Siklus Pengecoran

5.4.4 Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM

Perhitungan dari tundaan siklus produksi yang terjadi pada pengecoran kolom menggunakan CB ini dapat dilihat sebagai berikut.

1. Siklus Produksi Tak Tertunda

- a. Waktu produksi total merupakan akumulasi dari waktu produksi tanpa dipengaruhi tundaan.

$$\text{Waktu Produksi Total} = 0 \text{ (semua siklus terdapat penundaan)}$$

- b. Jumlah siklus produksi tak tertunda merupakan banyaknya siklus yang tidak mengalami penundaan.

$$\text{Jumlah Siklus Produksi Tak Tertunda} = 0 \text{ Siklus (semua siklus terdapat penundaan)}$$

- c. Rata-rata waktu siklus merupakan waktu produksi total yang dibagi dengan jumlah siklus produksi tak tertunda.

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata Waktu Siklus} &= \frac{0}{0} \\ &= 0 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d. &= \frac{\text{waktu siklus produksi} - \text{rata-rata waktu siklus tak tertunda}}{n} \\
 &= \frac{0}{0} \\
 &= 0 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

2. Siklus Produksi Keseluruhan

- a. Waktu produksi total merupakan akumulasi dari waktu produksi keseluruhan.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Produksi Total} &= 631+633+755+710+784+ \\
 &827+1021+913+783+486+ \\
 &701+839+940+579 \\
 &= 10603 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

- b. Jumlah siklus produksi keseluruhan merupakan banyaknya siklus secara keseluruhan.

$$\text{Jumlah Siklus Produksi Keseluruhan} = 14 \text{ siklus}$$

- c. Rata-rata waktu siklus merupakan waktu produksi total yang dibagi dengan jumlah siklus keseluruhan.

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata Waktu Siklus} &= \frac{10603}{14} \\
 &= 757,357 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d. &= \frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rata-rata waktu siklus tak tertunda}}{14} \\
 &= \frac{631+633+755+710+784+827+1021+913+783+486+701+839+940+579-(0)}{14} \\
 &= 757.357 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan dari lembar kerja proses MPDM pada pengecoran kolom selanjutnya direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5.17 Rekapitulasi Lembar Kerja Proses MPDM

Alat	Unit	Waktu Produksi Total	Jumlah Siklus	Rata-Rata Waktu Siklus	Σ [Waktu Siklus Produksi - Waktu Siklus Tak Tertunda]/n
		(Detik)		(Detik)	(Detik)
Hari Ke-1					
CB	Siklus Produksi Tak Tertunda	0	0	0,000	0,000
	Siklus Produksi Keseluruhan	2019	3	672,908	672,908
Hari Ke-2					
CB	Siklus Produksi Tak Tertunda	0	0	0,000	0,000
	Siklus Produksi Keseluruhan	5525	7	789,280	789,280
Hari Ke-3					
CB	Siklus Produksi Tak Tertunda	0	0	0,000	0,000
	Siklus Produksi Keseluruhan	3059	4	764,848	764,848

5.4.5 Perhitungan Informasi Tundaan

Perhitungan dari informasi tundaan yang terjadi pada pekerjaan pengecoran kolom ini dapat dilihat seperti berikut.

1. Kejadian merupakan jumlah siklus yang terjadi penundaan selama berjalan terhadap faktor alat, tenaga kerja, dan material.
 - a. Pada hari pertama:
 - 1) Alat = 2 siklus
 - 2) Tenaga Kerja = 2 siklus
 - 3) Material = 0 siklus
 - b. Pada hari kedua:
 - 1) Alat = 6 siklus
 - 2) Tenaga Kerja = 5 siklus
 - 3) Material = 4 siklus
 - c. Pada hari ketiga:
 - 1) Alat = 4 siklus
 - 2) Tenaga Kerja = 2 siklus
 - 3) Material = 0 siklus

2. Total penambahan waktu merupakan total durasi dari setiap kategori tundaan yang terjadi pada setiap siklus.
- a. Pada hari pertama:
- 1) Alat = 176 detik
 - 2) Tenaga Kerja = 134 detik
 - 3) Material = 0 detik
- b. Pada hari kedua:
- 1) Alat = 443 detik
 - 2) Tenaga Kerja = 135 detik
 - 3) Material = 448 detik
- c. Pada hari ketiga:
- 1) Alat = 494 detik
 - 2) Tenaga Kerja = 115 detik
 - 3) Material = 0 detik
3. Kemungkinan kejadian merupakan kejadian (poin 1) yang dibagi dengan jumlah siklus yang terjadi secara keseluruhan.
- a. Pada hari pertama:
- 1) Alat = $\frac{2}{3}$
= 0,667
 - 2) Tenaga Kerja = $\frac{2}{3}$
= 0,667
 - 3) Material = 0
- b. Pada hari kedua:
- 1) Alat = $\frac{6}{7}$
= 0,857
 - 2) Tenaga Kerja = $\frac{5}{7}$
= 0,714
 - 3) Material = $\frac{4}{7}$
= 0,571

c. Pada hari ketiga:

- 1) Alat $= \frac{4}{4}$
 $= 1,000$
- 2) Tenaga Kerja $= \frac{2}{4}$
 $= 0,500$
- 3) Material $= 0$

4. *Relative severity* merupakan nilai dari total penambahan waktu (poin 2) dibagi dengan kejadian (poin 1) yang kemudian hasilnya dibagi nilai rata-rata siklus produksi keseluruhan.

a. Pada hari pertama:

- 1) Alat $= \left(\frac{176}{3}\right) : 672,908$
 $= 0,087$
- 2) Tenaga Kerja $= \left(\frac{134}{3}\right) : 672,908$
 $= 0,066$
- 3) Material $= 0$

b. Pada hari kedua:

- 1) Alat $= \left(\frac{443}{7}\right) : 789,280$
 $= 0,080$
- 2) Tenaga Kerja $= \left(\frac{138}{7}\right) : 789,280$
 $= 0,025$
- 3) Material $= \left(\frac{448}{7}\right) : 789,280$
 $= 0,081$

c. Pada hari ketiga:

- 1) Alat $= \left(\frac{494}{4}\right) : 764,848$
 $= 0,161$
- 2) Tenaga Kerja $= \left(\frac{115}{4}\right) : 764,848$
 $= 0,038$
- 3) Material $= 0$

5. Persentase perkiraan dari waktu tundaan per siklus produksi merupakan kemungkinan kejadian (poin 3) dikali dengan *relative severity* (poin 4) dan dikali dengan 100%.

a. Pada hari pertama:

$$\begin{aligned} 1) \text{ Alat} &= 0,667 \times 0,087 \times 100\% \\ &= 5,812\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Tenaga Kerja} &= 0,667 \times 0,066 \times 100\% \\ &= 4,425\% \end{aligned}$$

$$3) \text{ Material} = 0 \%$$

b. Pada hari kedua:

$$\begin{aligned} 1) \text{ Alat} &= 0,857 \times 0,080 \times 100\% \\ &= 6,873\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Tenaga Kerja} &= 0,714 \times 0,025 \times 100\% \\ &= 1,784\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Material} &= 0,571 \times 0,081 \times 100\% \\ &= 4,634\% \end{aligned}$$

c. Pada hari ketiga:

$$\begin{aligned} 1) \text{ Alat} &= 1 \times 0,161 \times 100\% \\ &= 16,147\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Tenaga Kerja} &= 0,5 \times 0,038 \times 100\% \\ &= 1,879\% \end{aligned}$$

$$3) \text{ Material} = 0\%$$

Perhitungan dari informasi penundaan terhadap pengecoran kolom selanjutnya direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut ini.

Tabel 5.18 Rekapitulasi Perhitungan Informasi Tundaan

Alat	Informasi Tundaan			
		Alat	Tenaga Kerja	Material
Hari Ke-1				
CB	Jumlah Siklus	3		
	Kejadian	2	2	0
	Total Penambahan Waktu	176	134	0
	Kemungkinan Kejadian	0,667	0,667	0,000
	<i>Relative Severity</i>	0,087	0,066	0,000
	Perkiraan % Waktu Tundaan Per Siklus Produksi	5,812	4,425	0,000
Hari Ke-2				
CB	Jumlah Siklus	7		
	Kejadian	6	5	4
	Total Penambahan Waktu	443	138	448
	Kemungkinan Kejadian	0,857	0,714	0,571
	<i>Relative Severity</i>	0,080	0,025	0,081
	Perkiraan % Waktu Tundaan Per Siklus Produksi	6,873	1,784	4,634
Hari Ke-3				
CB	Jumlah Siklus	4		
	Kejadian	4	2	0
	Total Penambahan Waktu	494	115	0
	Kemungkinan Kejadian	1,000	0,500	0,000
	<i>Relative Severity</i>	0,161	0,038	0,000
	Perkiraan % Waktu Tundaan Per Siklus Produksi	16,147	1,879	0,000

5.4.6 Perhitungan Produktivitas Pengecoran Kolom

Perhitungan produktivitas pengecoran kolom ini menggunakan rumus seperti berikut ini.

1. Produktivitas Ideal

Produktivitas ideal merupakan nilai produktivitas yang didapat berdasarkan perhitungan waktu produksi tidak tertunda.

$$\text{Prod. Ideal} = \frac{1}{\text{rata-rata waktu siklus ideal}} \times \text{rata-rata vol. tidak tertunda}$$

2. Produktivitas Keseluruhan

Produktivitas keseluruhan merupakan nilai produktivitas yang didapat berdasarkan perhitungan waktu produksi keseluruhan.

$$\text{Prod. Keseluruhan} = \frac{1}{\text{rata-rata waktu siklus keseluruhan}} \times \text{rata-rata vol. keseluruhan}$$

Perhitungan dari nilai produktivitas juga dapat didapatkan berdasarkan rumus di bawah ini:

$$\text{Prod. Keseluruhan} = \text{Prod. Ideal} \times (1 - Eeq - Ela - Emt)$$

$$\text{Prod. Ideal} = \frac{\text{Prod. Keseluruhan}}{(1 - Eeq - Ela - Emt)}$$

Keterangan:

Eeq = Perkiraan persentase tundaan akibat peralatan / 100

Ela = Perkiraan persentase tundaan akibat tenaga kerja / 100

Emt = Perkiraan persentase tundaan akibat material / 100

Berikut ini adalah perhitungan produktivitas ideal dan keseluruhan di hari pertama dengan menggunakan rumus di atas.

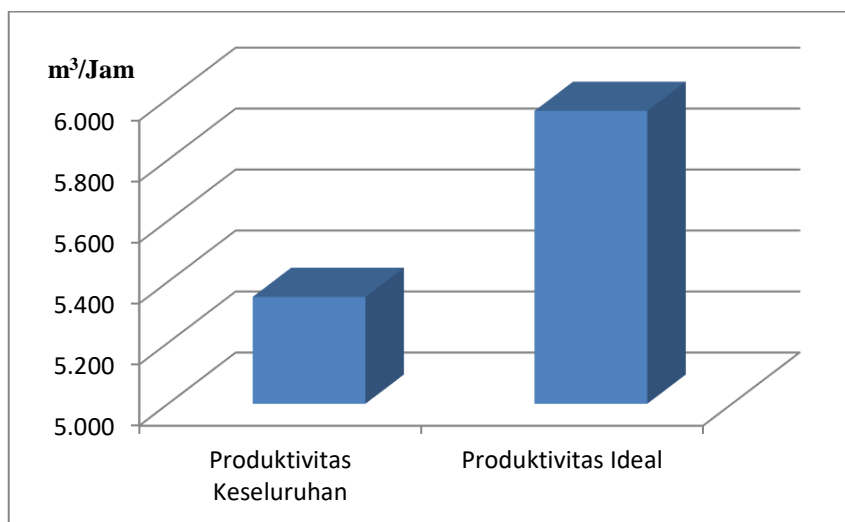
1. Rata-rata Waktu Siklus Total = $\frac{\text{waktu total produksi}}{\text{jumlah siklus}}$
 $= \frac{2019 \text{ detik}}{3 \text{ siklus}}$
 $= 673 \text{ detik}$
2. Rata-rata Volume Keseluruhan = $\frac{\text{total volume cor}}{\text{jumlah siklus}}$
 $= \frac{3}{3}$
 $= 1 \text{ m}^3$
3. Produktivitas Keseluruhan = $\frac{\text{rata-rata volume keseluruhan}}{\text{rata-rata waktu siklus keseluruhan}}$
 $= \frac{1 \text{ m}^3}{673} \times 60 \times 60$
 $= 5,350 \text{ m}^3/\text{jam}$
4. Produktivitas Ideal = $\frac{\text{Prod. Keseluruhan}}{(1 - Eeq - Ela - Emt)}$
 $= \frac{5,350}{1 - \left(\frac{5,812 + 4,425 + 0}{100}\right)}$
 $= 5,960 \text{ m}^3/\text{jam}$

Rekapitulasi nilai produktivitas keseluruhan dan ideal alat serta pekerja pada pekerjaan pengecoran kolom dengan menggunakan CB pada Proyek GIK UGM dapat dilihat pada Tabel 5.19 seperti berikut.

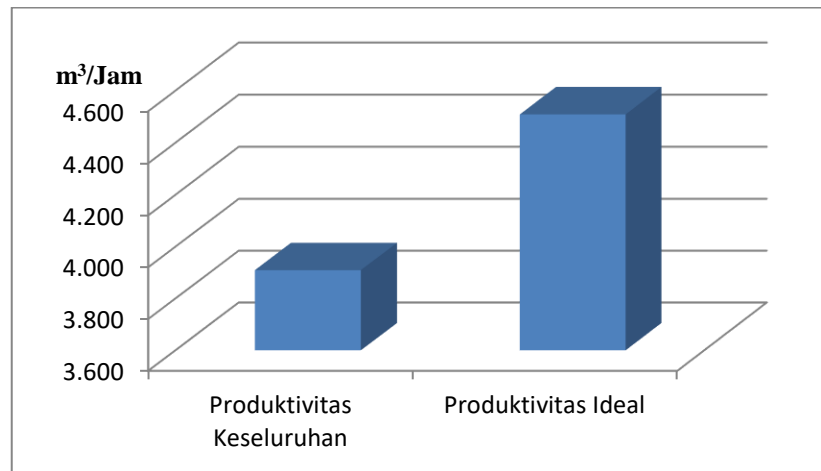
Tabel 5.19 Rekapitulasi Nilai Produktivitas Pengecoran Kolom Dengan Menggunakan CB Pada Proyek GIK UGM

Alat	Rata-Rata Waktu Siklus Keseluruhan	Rata-Rata Volume Keseluruhan	Produktivitas Keseluruhan	Produktivitas Ideal
	(Detik)	(m ³)	(m ³ /jam)	(m ³ /jam)
Hari Ke-1				
CB	672,908	1,000	5,350	5,960
Hari Ke-2				
CB	789,280	0,857	3,910	4,509
Hari Ke-3				
CB	764,848	0,750	3,530	4,306

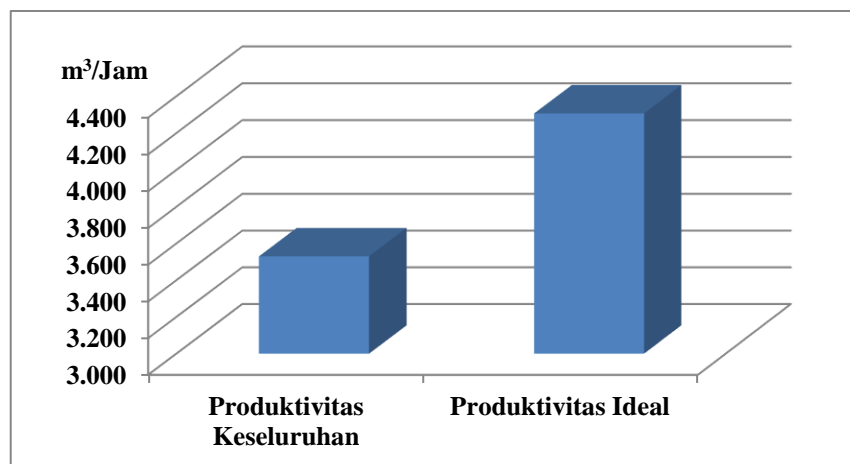
Kemudian pada Gambar 5.5, Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 berikut ini adalah histogram dari rekapitulasi perhitungan produktivitas keseluruhan dan ideal pengecoran kolom dengan menggunakan CB.



Gambar 5.5 Histogram Rekapitulasi Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Kolom Dengan CB Pada Hari Pertama



Gambar 5.6 Histogram Rekapitulasi Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Kolom Dengan CB Pada Hari Kedua



Gambar 5.7 Histogram Rekapitulasi Produktivitas Pekerjaan Pengecoran Kolom Dengan CB Pada Hari Ketiga

5.5 Analisis Data Biaya

Proses analisis data biaya dari pekerjaan pengecoran kolom ini menggunakan data primer yang peneliti telah dapatkan di lapangan. Data-data yang sudah didapatkan diantaranya data jumlah alat yang digunakan, jumlah tenaga kerja, biaya sewa alat, biaya upah tenaga kerja, durasi pengecoran dan juga volume dari pengecoran.

5.5.1 Alat dan Tenaga Kerja

Analisis mengenai tenaga kerja pada pengecoran kolom dapat dilihat sebagai berikut.

1. Jumlah Alat dan Tenaga Kerja

Data jumlah alat serta tenaga kerja peneliti dapatkan dari pengamatan secara langsung di lapangan (data primer) terhadap alat dan tenaga kerja yang digunakan selama pekerjaan pengecoran kolom pada Zona E dengan menggunakan CB berlangsung.

a. Alat

- 1) *Concrete Bucket* = 1
- 2) *Tower Crane* = 1
- 3) *Vibrator* = 1

b. Tenaga Kerja

- 1) Surveyor = 1
- 2) Mandor = 1
- 3) Tukang = 4

2. Upah dan Sewa

Upah dan sewa yang dikeluarkan dalam pembayaran sewa alat serta jasa tenaga kerja yang digunakan selama dilakukan pekerjaan pengecoran kolom menggunakan CB ini digunakan biaya per unit per jam. Data biaya sewa alat peneliti dapatkan dari wawancara dengan pihak pelaksana (data primer) sedangkan data upah tenaga kerja digunakan data sekunder yang bersumber pada Pergub Nomor 52 Tahun 2020 tentang Standar Harga Barang dan Jasa serta dari Perwali Nomor 70 Tahun 2021 tentang Standar Harga Jasa. Nilai dari upah dan sewa ini merujuk pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

a. Alat

- 1) *Concrete Bucket* (Buah/Jam) = Rp5.275,97
- 2) *Tower Crane* (Buah/Jam) = Rp529.953,98
- 3) *Vibrator* (Buah/Jam) = Rp21.103,90

b. Tenaga Kerja

- 1) Surveyor (Orang/Jam) = Rp18.090,91

- 2) Mandor (Orang/Jam) = Rp9.090,91
 3) Tukang (Orang/Jam) = Rp8.181,82

5.5.2 Biaya dan Waktu

Analisis mengenai biaya dan waktu berikut meliputi biaya dari pengecoran per jam, waktu produksi, biaya selama waktu produksi, volume pengecoran serta biaya selama waktu produksi per satuan m³.

1. Biaya Pengecoran Per-Jam

Biaya pengecoran per jam merupakan besaran biaya yang dikeluarkan untuk membayar alat yang digunakan serta tenaga kerja yang bekerja pada pekerjaan pengecoran kolom ini berlangsung.

a. Alat

- 1) *Concrete Bucket* = Jumlah CB x Sewa Per Jam
 = 1 x Rp5.275,97
 = Rp5.275,97
- 2) *Tower Crane* = Jumlah TC x Sewa Per Jam
 = 1 x Rp529.953,98
 = Rp529.953,98
- 3) *Vibrator* = Jumlah *Vibrator* x Sewa Per Jam
 = 1 x Rp21.103,90
 = Rp21.103,90
- Total Biaya Alat Per Jam = 5.275,97 + 529.953,98 + 21.103,90
 = Rp556.333,85

b. Tenaga Kerja

- 1) Surveyor = Jumlah Surveyor x Upah Per Jam
 = 1 x Rp36.181,82
 = Rp36.181,82
- 2) Mandor = Jumlah Mandor x Upah Per Jam
 = 1 x Rp18.181,82
 = Rp18.181,82

$$\begin{aligned}
3) \text{ Tukang} &= \text{Jumlah Tukang} \times \text{Upah Per Jam} \\
&= 4 \times \text{Rp}13.636,36 \\
&= \text{Rp}54.545,45 \\
\text{Total Biaya Tenaga Kerja Per Jam} &= 36.181,82 + 18.181,82 + 54.545,45 \\
&= \text{Rp}108.909,09 \\
\text{Total Biaya Cor Per Jam} &= \text{Biaya Sewa Alat Per Jam} + \text{Biaya} \\
&\quad \text{Upah Tenaga Kerja Per Jam} \\
&= 556.333,85 + 108.909,09 \\
&= \text{Rp}665.242,94
\end{aligned}$$

2. Waktu Produksi

Waktu produksi merupakan waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan pekerjaan pengecoran kolom dalam satuan jam. Durasi waktu produksi diperoleh sebelumnya melalui analisis data produktivitas pada subbab 5.4, berikut contoh perhitungan waktu produksi pada hari ke-1.

$$\begin{aligned}
\text{Waktu Produksi} &= 2.019 \text{ detik} \\
&= \frac{2019 \text{ detik}}{3600} \\
&= 0,56 \text{ Jam}
\end{aligned}$$

3. Biaya Waktu Produksi

Biaya waktu produksi merupakan besaran biaya yang perlu dikeluarkan selama pekerjaan pengecoran kolom berlangsung untuk membayar sewa dari alat yang digunakan dan upah tenaga kerja yang terlibat.

a. Alat

$$\begin{aligned}
1) \text{ Concrete Bucket} &= \text{Biaya Cor Per Jam} \times \text{Waktu Produksi} \\
&= \text{Rp}5.275,97 \times 0,56 \\
&= \text{Rp}2.958,54 \\
2) \text{ Tower Crane} &= \text{Rp}529.953,98 \times 0,56 \\
&= \text{Rp}297.175,45 \\
3) \text{ Vibrator} &= \text{Rp}21.103,90 \times 0,56 \\
&= \text{Rp}11.834,16
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Alat Selama Waktu Produksi} &= 2.958,54 + 297.175,45 + \\ &11.834,16 \\ &= \text{Rp}311.968,14 \end{aligned}$$

b. Tenaga Kerja

$$\begin{aligned} 1) \text{ Surveyor} &= \text{Biaya Cor Per Jam} \times \text{Waktu Produksi} \\ &= \text{Rp}36.181,82 \times 0,56 \\ &= \text{Rp}20.289,21 \\ 2) \text{ Mandor} &= \text{Rp}18.181,82 \times 0,56 \\ &= \text{Rp}10.195,58 \\ 3) \text{ Tukang} &= \text{Rp}54.545,45 \times 0,56 \\ &= \text{Rp}30.586,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Tenaga Kerja Selama Waktu Produksi} &= 20.289,21 + \\ &10.195,58 + 30.586,75 \\ &= \text{Rp}61.071,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya Selama Waktu Produksi} &= 311.968,14 + \\ &61.071,54 \\ &= \text{Rp}373.039,69 \end{aligned}$$

4. Volume Cor

Volume cor merupakan besarnya volume beton yang diperlukan untuk mengecor kolom di lapangan.

$$\text{Volume Cor} = 3 \text{ m}^3$$

5. Biaya Waktu Produksi Per m^3

Biaya waktu produksi per m^3 merupakan biaya yang diperlukan untuk membayar sewa alat dan upah tenaga kerja pada pengecoran kolom per satu m^3 beton. Berikut adalah contoh perhitungan pada hari ke-1.

a. Alat

$$\begin{aligned} 1) \text{ Concrete Bucket} &= \frac{\text{Biaya Waktu Produksi}}{\text{Volume Cor}} \\ &= \frac{\text{Rp}2.958,54}{3} \\ &= \text{Rp}986,18 \end{aligned}$$

$$2) \text{ Tower Crane} = \frac{\text{Rp}297.175,54}{3}$$

$$= \text{Rp}99.058,48$$

$$3) \text{ Vibrator} = \frac{\text{Rp}11.834,16}{3}$$

$$= \text{Rp}3.944,72$$

b. Tenaga Kerja

$$1) \text{ Surveyor} = \frac{\text{Biaya Waktu Produksi}}{\text{Volume Cor}}$$

$$= \frac{\text{Rp}20.289,21}{3}$$

$$= \text{Rp}6.763,07$$

$$2) \text{ Mandor} = \frac{\text{Rp}10.195,58}{3}$$

$$= \text{Rp}3.398,53$$

$$3) \text{ Tukang} = \frac{\text{Rp}30.586,75}{3}$$

$$= \text{Rp}10.195,58$$

$$\text{Total Biaya Waktu Produksi Per m}^3 = 986,18 + 99.058,48 + 3.944,72 +$$

$$6.763,07 + 3.398,53 + 10.195,58$$

$$= \text{Rp}124.346,56$$

Rekapitulasi dari perhitungan biaya yang dikeluarkan pada pengecoran kolom menggunakan CB dapat dilihat Tabel 5.20 seperti berikut.

Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pada Pengecoran Kolom Dengan Menggunakan CB Pada Proyek GIK UGM

No	Nama	Satuan	Jumlah	Upah dan Sewa Per Jam	Biaya Cor Per Jam	Waktu Produksi	Biaya Selama Waktu Produksi	Volume Cor	Biaya Selama Waktu Produksi Per Satuan m3
				(Rp)	(Rp)	(Jam)	(Rp)	(m3)	(Rp)
Hari Ke-1									
A	Tenaga Kerja								
1	Surveyor	Orang/Jam	1	Rp36.181,82	Rp36.181,82	0,56	Rp10.144,61	3	Rp3.381,54
2	Mandor	Orang/Jam	1	Rp18.181,82	Rp18.181,82	0,56	Rp5.097,79	3	Rp1.699,26
3	Tukang	Orang/Jam	4	Rp13.636,36	Rp54.545,45	0,56	Rp18.352,05	3	Rp6.117,35
B	Alat Bantu Pengecoran								
1	<i>Concrete Bucket</i>	Buah/Jam	1	Rp5.275,97	Rp5.275,97	0,56	Rp2.958,54	3	Rp986,18
2	<i>Tower Crane</i>	Buah/Jam	1	Rp529.953,98	Rp529.953,98	0,56	Rp297.175,45	3	Rp99.058,48
3	<i>Vibrator</i>	Buah/Jam	1	Rp21.103,90	Rp21.103,90	0,56	Rp11.834,16	3	Rp3.944,72
Total					Rp616.242,94		Rp345.562,59		Rp115.187,53
Hari Ke-2									
A	Tenaga Kerja								
1	Surveyor	Orang/Jam	1	Rp36.181,82	Rp36.181,82	1,53	Rp27.764,32	6	Rp4.627,39
2	Mandor	Orang/Jam	1	Rp18.181,82	Rp18.181,82	1,53	Rp13.951,92	6	Rp2.325,32
3	Tukang	Orang/Jam	4	Rp13.636,36	Rp54.545,45	1,53	Rp50.226,92	6	Rp8.371,15
B	Alat Bantu Pengecoran								
1	<i>Concrete Bucket</i>	Buah/Jam	1	Rp5.275,97	Rp5.275,97	1,53	Rp8.097,10	6	Rp1.349,52
2	<i>Tower Crane</i>	Buah/Jam	1	Rp529.953,98	Rp529.953,98	1,53	Rp813.326,37	6	Rp135.554,40
3	<i>Vibrator</i>	Buah/Jam	1	Rp21.103,90	Rp21.103,90	1,53	Rp32.388,39	6	Rp5.398,06
Total					Rp616.242,94		Rp945.755,02		Rp157.625,84

**Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pada Pengecoran Kolom Dengan Menggunakan CB Pada Proyek GIK UGM
(Lanjutan)**

No	Nama	Satuan	Jumlah	Upah dan Sewa Per Jam	Biaya Cor Per Jam	Waktu Produksi	Biaya Selama Waktu Produksi	Volume Cor	Biaya Selama Waktu Produksi Per Satuan m3
				(Rp)	(Rp)	(Jam)	(Rp)	(m3)	(Rp)
Hari Ke-3									
A	Tenaga Kerja								
1	Surveyor	Orang/Jam	1	Rp36.181,82	Rp36.181,82	0,85	Rp30.748,44	3	Rp10.249,48
2	Mandor	Orang/Jam	1	Rp18.181,82	Rp18.181,82	0,85	Rp15.451,48	3	Rp5.150,49
3	Tukang	Orang/Jam	4	Rp13.636,36	Rp54.545,45	0,85	Rp46.354,43	3	Rp15.451,48
B	Alat Bantu Pengecoran								
1	<i>Concrete Bucket</i>	Buah/Jam	1	Rp5.275,97	Rp5.275,97	0,85	Rp4.483,69	3	Rp1.494,56
2	<i>Tower Crane</i>	Buah/Jam	1	Rp529.953,98	Rp529.953,98	0,85	Rp450.371,40	3	Rp150.123,80
3	<i>Vibrator</i>	Buah/Jam	1	Rp21.103,90	Rp21.103,90	0,85	Rp17.934,75	3	Rp5.978,25
Total					Rp665.242,94		Rp565.344,18		Rp188.448,06
Total Keseluruhan					Rp1.995.728,82		Rp1.959.339,74		Rp482.953,93

5.6 Perbandingan Produktivitas dan Biaya

Hasil dari analisis produktivitas biaya dan waktu pada pengecoran kolom Zona E Proyek GIK UGM dengan menggunakan alat bantu pengecoran CB direkapitulasi dan dapat dilihat pada Tabel 5.21 seperti berikut.

Tabel 5.21 Rekapitulasi Hasil Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pengecoran Kolom Proyek GIK UGM Menggunakan CB

PROYEK GEDUNG GELANGGANG INOVASI DAN KREATIF UGM (CONCRETE BUCKET)							
No	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Volume	Waktu Produksi	Produktivitas		Biaya
		Orang			Jam	Keseluruhan	
					m ³ /Jam	m ³ /Jam	Rp/m ³
Hari Ke-1							
1	Cor Kolom	6	3	0,56	5,350	5,960	Rp124.346,56
Hari Ke-2							
2	Cor Kolom	6	6	1,53	3,910	4,509	Rp170.159,31
Hari Ke-3							
3	Cor Kolom	6	3	0,85	3,530	4,306	Rp188.448,06
Total			12	2,95			
Rata-Rata					4,263	4,925	Rp160.984,64

Rekapitulasi hasil analisis produktivitas biaya dan waktu pada pengecoran kolom dengan menggunakan alat bantu pengecoran CB penelitian sebelumnya milik Nugroho (2021) yang berstudi kasus di Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe (DU) dapat dilihat pada Tabel 5.22 seperti berikut.

Tabel 5.22 Rekapitulasi Hasil Analisis Produktivitas Biaya dan Waktu Pengecoran Kolom Milik Nugroho (2021)

PROYEK GEDUNG APARTEMEN DHIKA UNIVERSE (CONCRETE BUCKET)							
No	Pekerjaan	Tenaga Kerja	Volume	Waktu Produksi	Produktivitas		Biaya
		Orang			Jam	Keseluruhan	
					m ³ /Jam	m ³ /Jam	Rp/m ³
1	Cor Kolom	8	7	1,26	5,545	6,847	Rp57.407,38

Perhitungan dari perbandingan produktivitas dan biaya pengecoran kolom dengan menggunakan CB antara Proyek GIK UGM dan milik Nugroho (2021) yang berlokasi di Proyek Apartemen DU dapat dilihat sebagai berikut.

1. Produktivitas Keseluruhan
 - a. Proyek GIK UGM = 4,263 m³/jam
 - b. Proyek Apartemen DU = 5,545 m³/jam

$$\begin{aligned}
 \text{c. Nilai banding} &= \frac{\text{Prod. Keseluruhan Proyek GIK UGM}}{\text{Prod. Keseluruhan Proyek Apartemen DU}} \\
 &= \frac{4,263 \text{ m}^3/\text{jam}}{5,545 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 0,769 \text{ kali lipat}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapatkan bahwa produktivitas keseluruhan dari pekerjaan pengecoran kolom dengan menggunakan CB pada Proyek GIK UGM lebih rendah dibandingkan dengan Proyek Apartement DU dengan nilai sebesar 0,769 kali lipat dari Proyek Apartement DU.

2. Produktivitas Ideal

$$\begin{aligned}
 \text{a. Proyek GIK UGM} &= 4,925 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{b. Proyek Apartement DU} &= 6,847 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{c. Nilai banding} &= \frac{\text{Prod. Ideal Proyek GIK UGM}}{\text{Prod. Ideal Proyek Apartemen DU}} \\
 &= \frac{4,925 \text{ m}^3/\text{jam}}{6,847 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 0,719 \text{ kali lipat}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapatkan bahwa produktivitas ideal dari pekerjaan pengecoran kolom dengan menggunakan CB pada Proyek GIK UGM lebih rendah dibandingkan dengan Proyek Apartement DU dengan nilai sebesar 0,719 kali lipat dari Proyek Apartement DU.

3. Biaya Tenaga Kerja-Alat

$$\begin{aligned}
 \text{a. Proyek GIK UGM} &= \text{Rp}160.984,64 \\
 \text{b. Proyek Apartement DU} &= \text{Rp}57.407,38 \\
 \text{c. Nilai banding} &= \frac{\text{Biaya Tenaga Kerja-Alat Proyek GIK UGM}}{\text{Biaya Tenaga Kerja-Alat Proyek Apartemen DU}} \\
 &= \frac{\text{Rp}160.984,64}{\text{Rp}57.407,38} \\
 &= 2,804 \text{ kali lipat}
 \end{aligned}$$

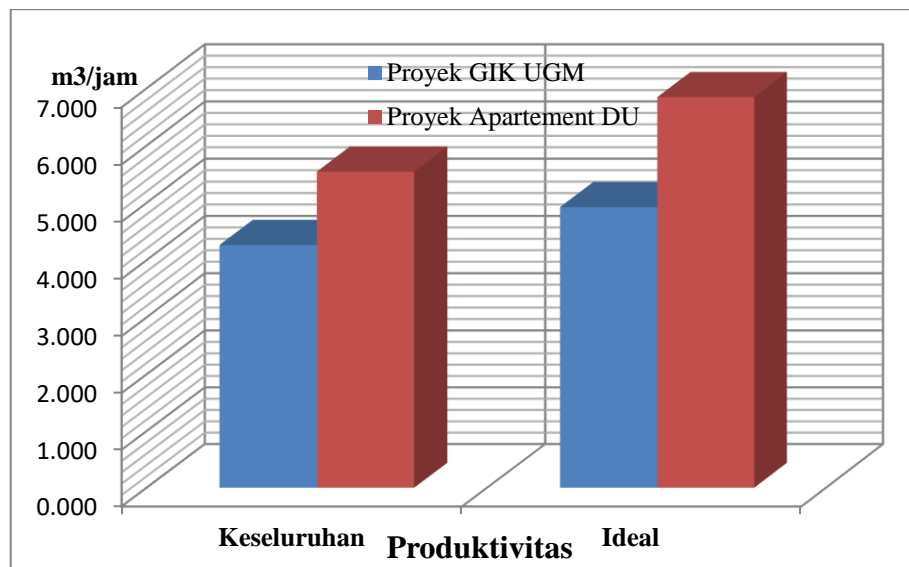
Berdasarkan hasil perhitungan di atas didapatkan bahwa biaya tenaga kerja-alat dari pekerjaan pengecoran kolom dengan menggunakan CB pada Proyek GIK UGM lebih tinggi 2,598 kali lipat dari Proyek Apartement DU. Rekapitulasi dari perhitungan perbandingan produktivitas ideal, keseluruhan dan biaya dari tenaga

kerja-alat dari pengecoran kolom dengan menggunakan CB dapat dilihat pada Tabel 5.23 sebagai berikut.

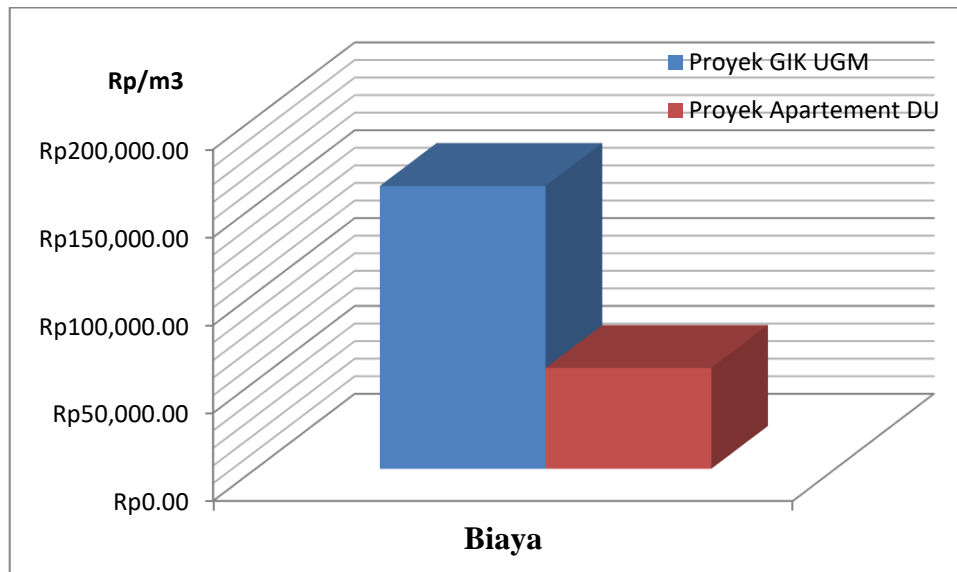
Tabel 5.23 Rekapitulasi Hasil Perbandingan Nilai Produktivitas dan Biaya Alat-Tenaga Kerja Dari Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan CB Antara Proyek GIK UGM Dengan Proyek Apartement DU

PERBANDINGAN PENGECORAN KOLOM ANTARA PROYEK GIK UGM DENGAN PROYEK APARTEMENT DU							
No	Lokasi	Produktivitas		Biaya	Perbandingan		
		Keseluruhan	Ideal		Prod. Keseluruhan	Prod. Ideal	Biaya
		m3/jam	m3/jam	Rp/m3	kali lipat	kali lipat	kali lipat
1	Proyek GIK UGM	4,263	4,925	Rp149.126,95	0,769	0,719	1,316
2	Proyek Apartement DU	5,545	6,847	Rp57.407,38			

Histogram dari perhitungan di atas dapat dilihat seperti pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9 berikut ini.



Gambar 5.8 Histogram Perhitungan Produktivitas Ideal dan Keseluruhan dari Pengecoran Kolom Antara Proyek GIK UGM Dengan Proyek Apartement DU



Gambar 5.9 Histogram Perhitungan Biaya Alat-Tenaga Kerja Dari Pengecoran Kolom Antara Proyek GIK UGM Dengan Proyek Apartemen DU

5.7 Pembahasan

5.7.1 Produktivitas

Pengecoran kolom menggunakan *concrete bucket* (CB) pada Proyek Gelanggang Inovasi dan Kreatif (GIK) UGM dan Proyek Apartemen Dhika Universe (DU) dalam perhitungannya terdapat dua jenis yang digunakan untuk parameternya, diantaranya sebagai berikut:

1. Produktivitas Keseluruhan
 - a. Proyek GIK UGM = 4,263 m³/jam
 - b. Proyek Apartemen DU = 5,545 m³/jam
 - c. Nilai banding = 0,769 kali lipat
2. Produktivitas Ideal
 - a. Proyek GIK UGM = 4,925 m³/jam
 - b. Proyek Apartemen DU = 6,847 m³/jam
 - c. Nilai banding = 0,719 kali lipat

Pengecoran kolom dengan menggunakan alat bantu pengecoran CB yang berada pada ketinggian +32,00 m dari permukaan tanah, berdasarkan perhitungan analisis yang telah dilakukan baik pada produktivitas keseluruhan maupun produktivitas

ideal, Proyek GIK UGM memiliki produktivitas yang lebih rendah berturut-turut yakni 0,769 dan 0,719 kali lipat dari Proyek Apartemen DU. Menurut peneliti, hal ini disebabkan bedanya luasan proyek yang menyebabkan durasi perpekerjaan menjadi lebih lama. Selain itu, pengecoran kolom pada Proyek GIK UGM terdapat beberapa kolom yang letaknya dipenghujung lengan (*boom*) dari TC dan perlu adanya tambahan pipa penyalur dari pipa tremi hingga ke titik lokasi kolom.



Gambar 5.10 Proses Penambahan Pipa Karena Lengan TC Sudah Tidak Sampai

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023)

5.7.2 Biaya

Perhitungan biaya yakni biaya dari alat-tenaga kerja, hasil perhitungan dari biaya alat-tenaga kerja dapat dilihat sebagai berikut:

1. Proyek GIK UGM = Rp160.984,64 per m³
2. Proyek Apartemen DU = Rp57.407,38 per m³
3. Nilai banding = 2,804 kali lipat

Berdasarkan hasil analisis pengecoran kolom dengan menggunakan CB dengan ketinggian +32,00 m dari permukaan tanah, pengecoran pada Proyek GIK UGM

mengeluarkan biaya untuk alat-tenaga kerja sedikit lebih besar 2,804 kali lipat dari Proyek Apartemen DU yang diteliti oleh Nugroho (2021).

5.7.3 Pembahasan dan Rekomendasi

Hasil analisis yang telah dilakukan pada Proyek GIK UGM dengan penelitian terdahulu milik Nugroho (2021) yang berlokasi di Proyek Apartemen DU terhadap pengecoran kolom dengan menggunakan CB di ketinggian +32.00 m dari permukaan tanah baik dari segi biaya maupun produktivitas Proyek GIK UGM cenderung tidak unggul dibandingkan dengan Proyek Apartemen DU yang diteliti oleh Nugroho (2021).

Besaran biaya yang dikeluarkan pada setiap tahapan dalam penggunaan TC pada penelitian ini hanya diberatkan pada pekerjaan pengecoran kolom saja. Hal ini dikarenakan batasan pada penelitian ini hanya ditinjau pada pekerjaan pengecoran kolom, tidak termasuk dengan pekerjaan-pekerjaan lainnya yang terlalu luas.

Terkait dengan aspek yang mempengaruhi ini menurut peneliti adalah dari luasan proyek yang dijalankan. Luasan dari proyek dan penempatan dari alat bantu pengecoran khususnya TC berpengaruh penting dalam efektifitas suatu proyek. Hal tersebut mempengaruhi baik dari produktivitasnya maupun biaya yang dikeluarkan per m³ nya.

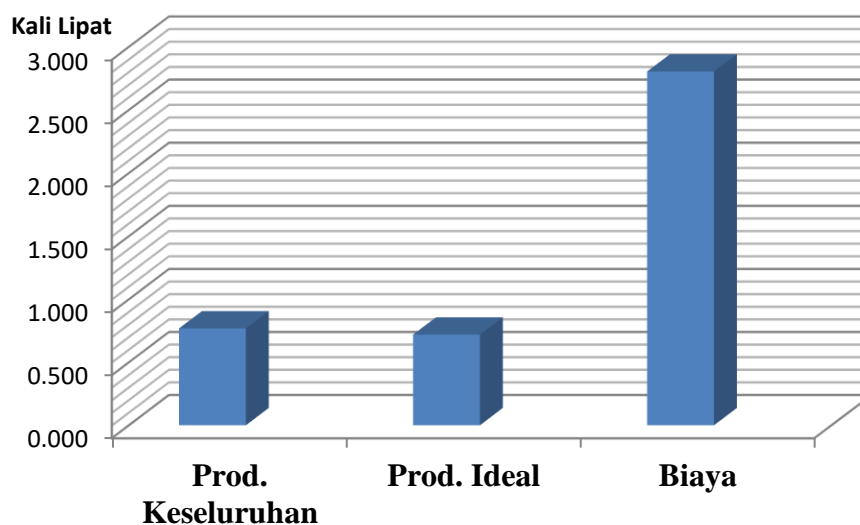
BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Penelitian tentang analisis biaya dan waktu pada pengerjaan kolom dengan menggunakan *concrete bucket* (CB) pada Proyek Gelanggang Inovasi dan Kreatif (GIK) UGM dan penelitian milik Nugroho (2021) yang berlokasi di Proyek Apartemen Dhika Universe (DU) telah diolah didapatkan hasil dan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pengecoran kolom dengan menggunakan CB pada Proyek GIK UGM didapatkan produktivitas keseluruhan dan ideal berturut-turut sebesar 4,263 m³/jam dan 4,925 m³/jam dan pada penelitian milik Nugroho (2021) yang berlokasi di Proyek Apartemen DU didapatkan produktivitas keseluruhan dan ideal berturut-turut sebesar 5,545 m³/jam dan 6,847 m³/jam. Dari produktivitas kedua proyek tersebut didapatkan bahwa produktivitas keseluruhan pada pengecoran kolom dengan menggunakan CB di Proyek GIK UGM 0,769 kali lipat dari Proyek Apartemen DU. Sedangkan produktivitas idealnya di Proyek GIK UGM 0,719 kali lipat dari Proyek Apartemen DU.
2. Biaya alat-tenaga kerja pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan CB yang berlokasi di Proyek GIK UGM sebesar Rp149.126,95 per m³ sedangkan pada Proyek Apartemen DU milik Nugroho (2021) didapatkan biaya sebesar Rp57.407,38 per m³. Dari biaya alat-tenaga kerja tersebut didapatkan bahwa pengecoran kolom dengan menggunakan CB pada Proyek GIK UGM mengeluarkan biaya lebih besar 2,598 kali lipat dari Proyek Apartemen DU milik Nugroho (2021).
3. Grafik perbandingan dari segi produktivitas keseluruhan, ideal dan biaya alat-tenaga kerja pada pengecoran kolom dengan menggunakan CB pada Proyek GIK UGM dengan Proyek Apartemen DU milik Nugroho (2021) dapat dilihat pada Gambar 6.1 sebagai berikut.



Gambar 6.1 Histogram Perbandingan Produktivitas Keseluruhan, Ideal dan Biaya Antara Proyek GIK UGM Dengan Proyek Apartemen DU Terhadap Pengecoran Kolom Menggunakan CB

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dan kemudian disimpulkan seperti di atas, peneliti memiliki saran-saran sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya bisa dilakukan suatu penelitian yang serupa akan tetapi bisa dilakukan pada satu proyek yang memiliki 2 *tower crane* atau lebih untuk mengetahui apakah dalam satu proyek memiliki produktivitas dan juga biaya alat-tenaga kerja yang sama per m³ nya.
2. Pada volume yang ditinjau dapat dilakukan terhadap volume yang lebih besar untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan dari segi besaran produktivitas dan biaya alat-tenaga kerja.




DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, J., & Boyer, L. (1976). Modeling Method-Productivity. *Journal of The Construction Division*.
- Dajan, A. (1986). *Pengantar Metode Statistik II*. Jakarta: LP3ES.
- Ervianto, W. I. (2009). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.
- Halpin, D., & Riggs, L. (1992). *Planning and Analysis of Construction*. California: John Wiley and Sons.
- Handoko, T. H. (1998). *Manajemen dan Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: Liberty.
- Hartono, P. E., Noviyanti, N., & Alifen, R. S. (2013). Program Perhitungan Efektivitas Waktu dan Biaya Pemakaian Tower Crane. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*.
- Juran, J. M. (1995). *Merancang Mutu*. Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo.
- Kaprina, A., Winarto, S., & Purnomo, Y. (2018). Analisa Produktifitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Syariah dan Ilmu Hukum IAIN Tulungagung. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1-11.
- Kholil, A. (2012). *Alat Berat*. Bandung: PT REMAJA ROSDAKARYA.
- Moore, F., & Hendrick, T. (1989). *Manajemen Produksi dan Operasi 2*. Bandung: Remadja Karya.
- Mulatief, R. L., Ratnayanti, K. R., & Firdaus, A. (2021, Januari). Perbandingan Waktu dan Biaya Concrete Pump dan Concrete Bucket pada Proyek Gedung Telkom University Landmark Tower. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, XX, 1-13.
- Pranata, A. A. (2020, Juni). Analisis Pengoperasian Tower Crane Untuk Pekerjaan Pengecoran Struktur Kolom. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 19, 75-83.
- Saptari, A. S. (2020). Analisis Perbandingan Kinerja Bangunan Gedung Bertingkat Kolom Persegi dengan Kolom Bulat Berdasarkan Metode FEMA 356. *Institut Teknologi Nasional*.

- Sastroatmadja, S. (1984). *Analisis Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova.
- Soeharto, I. I. (1997). *Manajemen Proyek*. Jakarta: Erlangga.
- Sulistyo, S. A. (2019). *Pemanfaatan Limbah Kerajinan Batu Alam Untuk Pembuatan Paving Block*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Wignjosoebroto, S. (2003). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu (Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja)*. Surabaya: Guna Widya.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Permohonan Izin Penelitian

 WASKITA - AMARTA KSO <small>Gedung Waskita Rajawali Tower Lt. 5 J. MT Haryono Kav. 12-13, Bidaracina, Jatinegara, Jakarta Timur • Telp(021)50600902 • dir.gedung@waskita.co.id • www.waskita.co.id</small>	
Nomor	: 487 /GIK-UGM/WASKITA-AMKA/2023
Lampiran	: 1 Set
Yogyakarta, 20 Juni 2023	
Kepada Yth. Sekretaris Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia	
Di- Tempat	
Perihal :	Tindak Lanjut Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir
Dengan Hormat, Menindaklanjuti Surat No: 106/Sek.Prodi/20FTSP/V/2023 pada tanggal 12 Juni 2023 perihal Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir di Proyek Pembangunan Gedung Gelanggang Inovasi dan Kreativitas (GIK) UGM, dengan ini kami selaku kontraktor memberikan izin untuk melakukan Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir pada Proyek Gelanggang Inovasi dan Kreativitas (GIK) UGM. Untuk mempermudah komunikasi dapat menghubungi PIC Bpk. Agung Mahendra (0897-505-2116). Diharapkan untuk dapat mematuhi segala peraturan yang ada di lingkungan kerja proyek terutama pada aspek <i>safety</i> K3 (Helm dan Sepatu <i>Safety</i>). Demikian disampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.	
Project Manager Gelanggang Inovasi & Kreativitas UGM	
 	
Marco Sulisty	
Tembusan: - Arsip	



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kalirejo km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 895330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Nomor : 106/Sek. Prodi/20/FTSP/V/2023
Hal : Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir

Kepada Yth:
PIMPINAN PT WASKITA - PT AMARTA KSO
JL. BULAKSUMUR, SENDOWO, SINDUADI, DEPOK,
SLEMAN, YOGYAKARTA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dalam rangka mempersiapkan mahasiswa untuk menempuh ujian Tugas akhir/Skripsi maka setiap mahasiswa diwajibkan untuk menyusun Tugas Akhir/skripsi. Sehubungan dengan hal tersebut diatas maka diperlukan data-data, baik dari instansi Pemerintah BUMN, ataupun dari perusahaan swasta/Proyek.

Berdasarkan alasan-alasan tersebut diatas, maka dengan ini kami mohon bantuannya untuk dapat memberikan bantuan untuk dapat memberikan izin Penelitian dan Pengambilan Data yang akan digunakan untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah:

NAMA : AUFA TIAN P
NIM : 16511215
JUDUL TUGAS AKHIR : ANALISIS PRODUKTIVITAS BIAYA DAN WAKTU PADA PEKERJAAN
PENGECORAN KOLOM
DOSEN PEMBIMBING : IR. FITRI NUGRAHANI, S.T., M.T., Ph.D. ENG

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 12 Juni 2023
Sekretaris Prodi Teknik Sipil Program Sarjana,

Dina Anggraheni, S.T., M. Eng



Lampiran 2 Data Durasi Pengecoran

FORM DURASI PENGECORAN MENGGUNAKAN TOWER CRANE-CONCHITE BUCKET

Lokasi: Gelombang Indah dan Koral UGM
 Pekerjaan: Pengecoran Kolom Lantai 2 Zona F
 Tanggal: Sabtu, 17 Juni 2023
 Waktu: 09:00-21:00

Kondisi/Situasi	Kapasitas TM (m3)	Sub-Struktur	Kegiatan	Durasi Pekerjaan		Durasi Tunda		Keterangan
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	
TM 1	3	1	TM Datang	00:00:00				
			Pemanggilan TM ke CB	00:27:00	00:29:02			
			Waktu Tunda (Delay)			00:29:02	00:30:04	Truk Mixer selesai
			Pemanggilan CB	00:30:04	00:30:23			
			Waktu Tunda (Delay)					
			TC Swing Naik	00:30:23	00:31:11			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:31:11	00:31:17			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Beton dari CB	00:31:17	00:34:40			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:34:40	00:34:50			
			Waktu Tunda (Delay)					
			TC Swing Turun	00:34:50	00:35:32			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan CB	00:35:32	00:35:57			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan TM ke CB	00:35:57	00:37:41			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan CB	00:37:41	00:38:04			
			Waktu Tunda (Delay)					
			TC Swing Naik	00:38:04	00:38:40			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:38:40	00:38:52			
			Waktu Tunda (Delay)			00:38:52	00:39:17	CB sudah pada posisi namun trem tidak langsung diturunkan
			Pemanggilan Beton dari CB	00:39:17	00:39:58			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:39:58	00:40:13			
			Waktu Tunda (Delay)					
			TC Swing	00:40:13	00:40:35			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:40:35	00:40:58			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Beton dari CB	00:40:58	00:43:01			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:43:01	00:43:19			
			Waktu Tunda (Delay)			00:43:19	00:43:25	Pekerja yang mengontrol terlihat dalah
			TC Swing Turun	00:43:25	00:43:53			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan CB	00:43:53	00:44:27			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan TM ke CB	00:44:27	00:46:55			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan CB	00:46:55	00:47:00			
			Waktu Tunda (Delay)					
			TC Swing Naik	00:47:00	00:47:30			
			Waktu Tunda (Delay)					
			Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:47:30	00:47:42			
			Waktu Tunda (Delay)			00:47:42	00:48:21	Trem sudah turun namun tidak langsung dituang
			Pemanggilan Beton dari CB	00:48:21	00:48:47			
Waktu Tunda (Delay)								
Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:48:47	00:49:00						
Waktu Tunda (Delay)			00:49:00	00:49:10				
TC Swing	00:49:10	00:49:47						
Waktu Tunda (Delay)			00:49:47	00:51:41	TC berhenti ditengah-tengah antar kolom yang akan dicor			
Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:51:41	00:51:52						
Waktu Tunda (Delay)			00:51:52	00:52:11	Antar pekerja terganggu			
Pemanggilan Beton dari CB	00:52:11	00:53:52						
Waktu Tunda (Delay)								
Pemanggilan Trem (Diturunkan)	00:53:52	00:54:06						
Waktu Tunda (Delay)			00:54:06	00:54:25	pekerja tidak langsung menaikan ppgu trem			
TC Swing Turun	00:54:25	00:54:50						
Waktu Tunda (Delay)								
Pemanggilan CB	00:54:50	00:55:15						
Waktu Tunda (Delay)								

WASKITA - ARTA KSO

Lokasi : Gedung Jarak dan Kencur UDM
 Pekerjaan : Pengukuran Kalori Lantai 2 Zona E
 Tanggal : Sabtu, 17 Juni 2023
 Waktu : 20:00-21:00

Kredensial/Skema	Kapasitas TM (m ³)	Sub-Skema	Kegiatan	Durasi Pekerjaan		Durasi Tembe		Ket
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	
TM 1	7	1	TM Dukung	00:00:00				
			Pemasangan TM ke CB	00:21:00	00:22:45			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:22:45	00:25:25	CB belum dipasang padahal sudah pasang
			Pemeriksaan CB	00:23:25	00:23:45			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			TC Swing Park	00:23:45	00:24:35			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:24:35	00:25:45	Pekerja tidak langsung memonitir karena mengabd
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:24:42	00:24:55			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemasangan Beton dari CB	00:24:56	00:28:56			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:28:56	00:29:08			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			TC Swing Terasa	00:29:08	00:29:43			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan CB	00:29:43	00:30:00			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemasangan TM ke CB	00:30:08	00:32:12			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan CB	00:32:12	00:32:44			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			TC Swing Park	00:32:44	00:33:28			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:33:28	00:33:45			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:33:45	00:35:37	Trami sudah pada posisi namun beton tidak langsung dituang
			Pemasangan Beton dari CB	00:33:57	00:34:48			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:34:48	00:35:11			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:35:11	00:37:58	Kalori sudah fertig pembe beton CB tidak langsung opening
			TC Swing	00:35:38	00:35:54			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:35:54	00:36:45	Padaah kalori
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:36:45	00:36:45			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:36:45	00:37:28	Pekerja yang sudah memandulkan rekover
			Pemasangan Beton dari CB	00:37:28	00:40:16			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:40:16	00:40:16			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			TC Swing Terasa	00:40:16	00:40:48			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan CB	00:40:48	00:41:11			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemasangan TM ke CB	00:41:11	00:45:14			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan CB	00:45:14	00:45:48			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			TC Swing Park	00:45:48	00:46:20			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:46:20	00:46:51			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:46:51	00:49:12	Pekerja masih berkendaraan
			TC Swing	00:46:51	00:48:14			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:48:14	00:47:55	Padaah kalori
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:47:55	00:47:55			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:47:55	00:47:20	Trami sudah pada posisi namun beton tidak langsung dituang
			Pemasangan Beton dari CB	00:47:55	00:58:37			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan Trami (Ditawarkan)	00:58:37	00:58:52			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			TC Swing Terasa	00:58:52	00:59:26			
			Waktu Tembe (Ditaksi)					
			Pemeriksaan CB	00:59:26	00:59:59			
			Waktu Tembe (Ditaksi)			00:59:59	00:59:03	CB tidak langsung dire beton padahal sudah selesai pasang



4	Pemasangan TM ke CB	00 53 00	00 54 20			
	Waktu Tunda (Detik)	00 54 20	00 53 21			
	Pemarikan CB					
	Waktu Tunda (Detik)	00 53 21	00 52 31			
	T/C Saling Nakh			00 52 31	00 50 48	Di mulai pada pemisahan pipa terus tidak langsung diturunkan
	Pemindahan Tross (Disambungkan)	00 52 48	00 53 04			
	Waktu Tunda (Detik)	00 53 04	00 52 24			
	Pemasangan Beton dari CB					
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 24	00 52 24			
	Pemindahan Tross (Disambungkan)	00 52 24	00 52 24			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 24	00 52 24			
	T/C Saling Turun			00 52 24	00 52 24	
5	Pemasangan TM ke CB	00 52 59	00 52 49			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 49	00 52 49			
	Pemarikan CB					
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 49	00 52 49			
	T/C Saling Turun			00 52 49	00 52 49	
	Pemindahan Tross (Disambungkan)	00 52 49	00 52 49			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 49	00 52 49			
	Pemasangan Beton dari CB					
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 49	00 52 49			
	Pemindahan Tross (Disambungkan)	00 52 49	00 52 49			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 49	00 52 49			
	T/C Saling Turun			00 52 49	00 52 49	
6	Pemasangan TM ke CB	00 52 54	00 52 54			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	Pemarikan CB					
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	T/C Saling Turun			00 52 54	00 52 54	
	Pemindahan Tross (Disambungkan)	00 52 54	00 52 54			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	Pemasangan Beton dari CB					
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	Pemindahan Tross (Disambungkan)	00 52 54	00 52 54			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	T/C Saling Turun			00 52 54	00 52 54	
7	Pemasangan TM ke CB	00 52 54	00 52 54			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	Pemarikan CB					
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	T/C Saling Turun			00 52 54	00 52 54	
	Pemindahan Tross (Disambungkan)	00 52 54	00 52 54			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	Pemasangan Beton dari CB					
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	Pemindahan Tross (Disambungkan)	00 52 54	00 52 54			
	Waktu Tunda (Detik)	00 52 54	00 52 54			
	T/C Saling Turun			00 52 54	00 52 54	

WASKITA - AMERTA KSO

Lampiran 3 Data Sewa Peralatan

FORM DATA SEWA PERALATAN

Lokasi : Gelanggang Inovasi dan Kreatif UGM
Pekerjaan : Pengecoran Kolom Lantai 2 Zona E
Tanggal : 17-19 Juli 2023

BIAYA SEWA TOWER CRANE				
No	Komponen Biaya	Satuan		Harga
				(Rp)
1	Pondasi dan Angkur	Ls	1	Rp138.689.177,60
2	Sewa Tower Crane	Bulan	1	Rp97.000.000,00
3	Listrik dan BBM	Bulan	1	Rp231.840.000,00
4	Erection & Dismantling	Ls	1	Rp50.000.000,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp144.000.000,00
6	Perizinan Disnaker (SILO)	Ls	1	Rp7.000.000,00

BIAYA SEWA CONCRETE BUCKET				
No	Komponen Biaya	Satuan		Harga
				(Rp)
1	Sewa Concrete Bucket	Bulan	1	Rp1.000.000
2	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp10.000.000

BIAYA SEWA VIBRATOR				
No	Komponen Biaya	Satuan		Harga
				(Rp)
1	Sewa Vibrator	Bulan	1	Rp6.500.000

31/2023
 17/07

WASKITA-AMARTA KSO

METODOLOGI PENETAPAN HUKUM ISLAM

Ushul Fiqh Praktis (I)

DIREKTORAT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA SUMBANGAN ALUMNI
NAMA : Aupa Tian P.
NIM : 16511215
TGL. PENYERAHAN: 24 / 08 / 2023