TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PADA PEKERJAAN PENGECORAN ANTARA ALAT *CONCRETE PUMP* DAN *CONCRETE BUCKET*

(COMPARISON OF PRODUCTIVITY AND COST ON CONCRETE CASTING BEETWEEN USING CONCRETE PUMP AND CONCRETE BUCKET)

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

Alfian Satrio Nugroho
15511025

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PENERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2021

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PADA PEKERJAAN PENGECORAN ANTARA ALAT *CONCRETE PUMP* DAN *CONCRETE BUCKET*

(COMPARISON OF PRODUCTIVITY AND COST ON CONCRETE CASTING BEETWEEN USING CONCRETE PUMP AND CONCRETE BUCKET)

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

Alfian Satrio Nugroho

15 511 025

Disetujui:
Dosen Pembimbing

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.
Tanggal:

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PADA PEKERJAAN PENGECORAN ANTARA ALAT *CONCRETE PUMP* DAN *CONCRETE BUCKET*

(COMPARISON OF PRODUCTIVITY AND COST ON CONCRETE CASTING BEETWEEN USING CONCRETE PUMP AND CONCRETE BUCKET)

Disusun oleh

Alfian Satrio Nugroho
15511025

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

Diuji pada tanggal_____

Oleh Dewan Penguji

Dosen Pembimbing	Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Fitri Nugraheni, Ir., S.T., M.T., Ph.D.	**Verdie Abma, S.T., M.T.**	**Adityawan Sigit, S.T, M.T.**
NIP : 005110101	**NIP : 155111310**	**NIP : 155110108**

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Sri Amini Yuni Astuti., Dr. Ir., M.T.
NIP : 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 10 Juni 2021

Yang membuat pernyataan,



Alfian Satrio Nugroho

(15511025)

LEMBAR DEDIKASI

Tugas akhir ini saya dedikasikan kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Suwasono, S.H. dan Ibu Chadidjah, serta Kakak saya tercinta, Diah Puspita Rini, S.H. yang telah berkorban siang-malam, baik secara material dan moral untuk selalu mendukung saya dengan 111% kemampuan yang ada.
2. Ibu Atikah Ulfah Jamal, S.T., M.Eng.,M.T. dan Ibu Astriana Hardawati, S.T. M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik saya. Terima kasih atas nasehat, bantuan, dan bimbingannya selama ini.
3. Bella Marlinda, S.Pd, terimakasih untuk segala *support* dan semua hal yang tak bisa saya tulis satu-per satu di sini.
4. Budi Prayoga, S.T. dan Akhmad Reza Kriswiansyah, yang mendukung penuh dan percaya saya bisa menyelesaikan apa yang sudah saya mulai.
5. Diah Meutia Nastiti, S.PWK. dan Kengy Gilang Ramadhan, atas semua nasihat dan dukungan yang tak terhingganya selama ini.
6. Ahmad Mubarok Fadlullah, Edgar Zulfikar Haryanto, Akhmad Reza Kriswiansyah, Zulian Nafi' Gundawastratmaja, Romzi Muhammad, Ario Adhi Pradhana, dan Roisul Umam, S.T yang telah membantu saya dalam proses pengambilan data penelitian Tugas Akhir ini.
7. Bapak Sugiharto, S.T.,M.T., Bapak Eka Yulianta, S.T., M.T., Bapak Syamsul Huda, B.E., yang mempercayai, mendorong dan membantu saya untuk segera menyelesaikan penelitian ini.
8. Segenap saudaraku dari ABC (Meut, Budi, Kengy, Resa, Ganis, Jimmy), atas semua doa dan dukungannya.
9. Seluruh saudaraku dari Jamaah FPSB, KKN unit 120, dan Teknik Sipil 2015, atas segala doanya
10. Semua rekan sejawat di komunitas Gojek AKJG5, Cak Irul, Pak Ibnu, Mas Gandos, Mas Huda, Pak Andi, Pak Beni, dan kawan-kawan semua, terima kasih atas semua dukungannya.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirabbil'alamiin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Perbandingan Produktivitas Dan Biaya Pekerjaan Pengecoran Antara Alat Concrete Pump dan Concrete Bucket* ini.

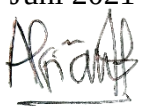
Atas kelancaran selama menulis Tugas Akhir ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T.,Ph.D., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Alm.Rayendra, S.T., M.T., selaku Dosen yang banyak memberikan masukan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Faisol, M.S., Bapak Setya Winarno, S.T, M.T. Ph.D., Bapak Vendie Abma, S.T., M.T., dan Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji. Terimakasih atas masukan yang diberikan.
5. Bapak Arya Wirawan, S.T, Bapak Azhar, S.T., dan seluruh tim pelaksana Proyek Gedung FIAI UII maupun Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe yang telah mengijinkan dan membantu kelancaran observasi penelitian saya.
6. Ibu Wiwik Saptorini, Sdri. Anastasia, Sdri. Isnaini, dan segenap jajaran karyawan FTSP UII yang telah membantu saya dalam pengurusan administrasi di kampus

Penulis berharap Tugas Akhir ini akan memberi manfaat bagi pembacanya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, 10 Juni 2021



Alfian Satrio Nugroho
(15511025)

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI ..... **i**
LEMBAR DEDIKASI ..... **ii**
KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR GAMBAR ..... **viii**
DAFTAR TABEL ..... **xi**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xvi**
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN ..... **xvii**
ABSTRAK ..... **xviii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang Masalah 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Batasan Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1 Penelitian Terdahulu 5
2.1.1 Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas Dan Sempit Kaitannya Dengan RAP dan RAB (Studi Kasus Proyek Pembangunan EL Kost Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta) 5
2.1.2 Perbandingan Produktivitas Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket* 6
2.1.3 Perbandingan Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Cor Kolom Dengan Cara Manual (Konvensional) Dan Dengan Menggunakan *Concrete Pump* 7
2.1.4 Analisis Produktivitas *Concrete Pump* Pada Proyek Bangunan Tinggi 7
2.1.5 Produktivitas Pengecoran Beton *Ready-Mixed* Dengan *Concrete Pump* dan *Tower Crane* 8

2.2 Perbedaan Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian Ini 9
2.3 Posisi Penelitian..... 11
2.4 Keaslian Penelitian 11
BAB III LANDASAN TEORI.....12
3.1 Produktivitas..... 12
3.2 Metode Penundaan Produktivitas (*Method Productivity Delay Model*/MPDM) 13
3.2.1 Konsep Umum MPDM 13
3.2.2 Faktor Penundaan *(Delay)* Pada MPDM..... 15
3.2.3 Prosedur Perhitungan Produktivitas Dengan Metode MPDM 16
3.3 Konsep Biaya..... 22
3.4 Konsep Waktu 24
3.5 Struktur Bangunan..... 24
3.5.1 Pelat Lantai..... 24
3.5.2 Balok 25
3.5.3 Kolom..... 25
3.6 Pengecoran Beton..... 25
3.7 Alat Berat..... 26
3.7.1 Concrete Pump..... 26
3.7.2 Tower Crane..... 27
3.7.3 Concrete Bucket..... 28
3.8 Metode Konstruksi 29
3.8.1 Metode Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump*..... 29
3.8.2 Metode Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket* 31
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 35
4.1 Jenis Penelitian..... 35
4.2 Objek dan Subjek Penelitian..... 35
4.3 Lokasi Pengumpulan Data..... 35
4.4 Waktu Penelitian 37
4.5 Alat Yang Digunakan..... 37
4.6 Langkah Penelitian 37
4.6.1 Pengumpulan Data 37

4.6.2 Analisis Produktivitas Pengecoran 41
4.6.3 Analisis Biaya Pekerjaan Pengecoran 41
4.6.4 Perbandingan Produktivitas, dan Biaya Antara *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket* 42
BAB V ANALISIS DATA 44
5.1 Data Proyek 44
5.1.1 Data Umum Proyek 44
5.1.2 Data Biaya Sewa Alat Bantu Pengecoran 44
5.1.3 Data Biaya Upah Tenaga Kerja 50
5.2 Pelaksanaan 53
5.3 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran 54
5.3.1 Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran Dengan Menggunakan Pompa Beton (*Concrete Pump*) 54
5.3.2 Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran Dengan Menggunakan *Concrete Bucket* dan *Tower Crane* 57
5.4 Analisis Data Produktivitas Pengecoran 60
5.4.1 Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* 60
5.4.2 Produktivitas Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump* 74
5.4.3 Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* 89
5.4.4 Produktivitas Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* 114
5.5 Analisis Data Biaya Pengecoran 140
5.5.1 Biaya Pengecoran Kolom Mengunakan *Concrete Pump* 140
5.5.2 Biaya Pengecoran Pelat dan Balok Mengunakan *Concrete Pump* 146
5.5.3 Biaya Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* 152
5.5.4 Biaya Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* 159
5.6 Rekapitulasi Produktivitas dan Biaya Pengecoran Antara *Concrete Pump* Dan *Concrete Bucket* 166

5.6.1 Perbandingan Produktivitas dan Biaya Tenaga-Alat Pada Pengecoran Kolom Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CP) Dan *Concrete Bucket* (CB)..... 166

5.6.2 Perbandingan Produktivitas dan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Pelat-Balok Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CP) Dan *Concrete Bucket* (CB)..... 170

5.7 Pembahasan..... 172

5.7.1 Pengecoran Kolom Pada Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII dan Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe..... 173

5.7.2 Pengecoran Pelat dan Balok Pada Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII dan Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe..... 177

BAB VI KESIMPULAN.....180

6.1 Simpulan..... 180

6.2 Saran..... 185

DAFTAR PUSTAKA.....186

LAMPIRAN.....188

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Concrete Pump 27
Gambar 3.2 *Tower Crane*.....28
Gambar 3.3 Concrete Bucket 28
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Gedung FIAI UII.....36
Gambar 4.2 Lokasi Proyek Apartemen Dhika Universe.....36
Gambar 4.3 Bagan Air (*Flowchart*) Penelitian 43
Gambar 5.1 Proses Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP) 60
Gambar 5.2 Histogram Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP) 65
Gambar 5.3 Histogram Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*.....68
Gambar 5.4 Histogram Rekap Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP) 73
Gambar 5.5 Proses Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP)74
Gambar 5.6 Histogram Durasi Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP) 80
Gambar 5.7 Histogram Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Pump*.....83
Gambar 5.8 Histogram Rekap Produktivitas Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP) 88
Gambar 5.9 Proses Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* (CB) 89
Gambar 5.10 Histogram Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* (CB).....95
Gambar 5.11 Bagan Alir Penyesuaian Durasi Penarikan dan Penurunan *Concrete Bucket*.....97

Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* Sebelum dan Setelah Proses Penyesuaian 105
Gambar 5.13 Histogram Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* 108
Gambar 5.14 Histogram Rekap Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* (CB) 113
Gambar 5.15 Proses Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* (CB) 114
Gambar 5.16 Histogram Durasi Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Bucket* (CB).....120
Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Durasi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* Sebelum dan Setelah Proses Penyesuaian 130
Gambar 5.18 Histogram Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* 134
Gambar 5.19 Histogram Rekap Produktivitas Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* (CB) 139
Gambar 5.20 Histogram Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Kolom Antara *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB) 169
Gambar 5.21 Histogram Perbandingan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Kolom Antara *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB).....169
Gambar 5.22 Histogram Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Pelat dan Balok Antara *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB) 172
Gambar 5.23 Histogram Perbandingan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Pelat dan Balok Antara *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB).....172
Gambar 5.24 Proses Bongkar-Pasang Pipa Tambahan Pada Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump* (CP) 174
Gambar 5.25 Perbandingan Produktivitas Keseluruhan dan Ideal Alat *Concrete Pump* (CP) Antara Pada Pengecoran Kolom dan Pelat-dan Balok 181

Gambar 5.26 Perbandingan Produktivitas Keseluruhan dan Ideal Alat *Concrete Bucket* (CB) Antara Pada Pengecoran Kolom dan Pelat-dan Balok.....182
Gambar 5.27 Perbandingan Biaya Pada Pengecoran Kolom dan Pelat-Balok Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CB) dan *Concrete Bucket* (CB).....183
Gambar 5.28 Perbandingan Produktivitas Keseluruhan, Produktivitas Ideal, dan Biaya Pada Pengecoran Kolom Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CB) dan *Concrete Bucket* (CB).....184
Gambar 5.29 Perbandingan Produktivitas Keseluruhan, Ideal, dan Biaya Pada Pengecoran Pelat-Balok Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CB) dan *Concrete Bucket* (CB).....185

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya.....9
Tabel 3.1 Tabel Perhitungan Durasi Pekerjaan.....17
Tabel 3.2 Perhitungan Penundaan Siklus Produksi 18
Tabel 3.3 Lembar Kerja MPDM.....19
Tabel 3.4 Perhitungan Informasi Penundaan 20
Tabel 3.5 Perhitungan Produktivitas.....21
Tabel 4.1 Form Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump* 38
Tabel 4.2 Form Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*.....39
Tabel 4.3 Rencana Form Jumlah Pekerja dan Alat Pengecoran *Concrete Pump* ..40
Tabel 4.4 Rencana Form Jumlah Pekerja dan Alat Pengecoran *Concrete Bucket*.40
Tabel 5.1 Data Proyek.....44
Tabel 5.2 Rekap Data Biaya Sewa Alat Bantu Pengecoran Pada Proyek Gedung FIAI UII 45
Tabel 5.3 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Sewa *Tower Crane* Pada Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe.....47
Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Sewa *Concrete Bucket* Pada Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe.....48
Tabel 5.5 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Sewa Vibrator Pada Proyek Apartemen Dhika Universe.....49
Tabel 5.6 Rekapitulasi Data Biaya Sewa Alat Bantu Pengecoran Pada Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe.....49
Tabel 5.7 Rekapitulasi Data Biaya Upah Tenaga Kerja Pengecoran Pada Proyek Gedung FIAI UII.....51
Tabel 5.8 Rekapitulasi Data Biaya Upah Tenaga Kerja Pengecoran Pada Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe 52

Tabel 5.9 Kodifikasi Jenis Penundaan 62
Tabel 5.10 Contoh Perhitungan Durasi Pengecoran Kolom Pada Siklus 1 Menggunakan *Concrete Pump*.....64
Tabel 5.11 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan CP.....64
Tabel 5.12 Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* 67
Tabel 5.13 Rekap Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*.....69
Tabel 5.14 Rekap Perhitungan Informasi Penundaan Pada Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*.....71
Tabel 5.15 Rekap Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *CP* 73
Tabel 5.16 Kodifikasi Jenis Penundaan 76
Tabel 5.17 Contoh Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat-Balok Pada Siklus 1 Menggunakan *Concrete Pump*.....78
Tabel 5.18 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*.....79
Tabel 5.19 Rekap Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*.....82
Tabel 5.20 Rekap Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Pengecoran Pelat & Balok Menggunakan *Concrete Pump*.....85
Tabel 5.21 Rekap Perhitungan Informasi Penundaan Pada Pekerjaan Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*.....86
Tabel 5.22 Rekap Produktivitas Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *CP*.....88
Tabel 5.23 Kodifikasi Jenis Penundaan 92
Tabel 5.24 Contoh Perhitungan Durasi Pengecoran Kolom Pada Siklus 1 Menggunakan *Concrete Bucket* 94
Tabel 5.25 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*.....95

Tabel 5.26 Rekap Perhitungan Kecepatan Penarikan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Kolom 99
Tabel 5.27 Perhitungan Kecepatan Penurunan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Kolom.....100
Tabel 5.28 Rekap Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan *Concrete Bucket* (CB) Pada Pengecoran Kolom 102
Tabel 5.29 Rekap Perhitungan Penyesuaian Durasi Penurunan *Concrete Bucket* (CB) Pada Pengecoran Kolom 103
Tabel 5.30 Contoh Data Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* Setelah Proses Penyesuaian 104
Tabel 5.31 Rekap Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* Setelah Proses Penyesuaian*t* 105
Tabel 5.32 Rekap Perhitungan Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* 107
Tabel 5.33 Rekap Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* 109
Tabel 5.34 Rekap Perhitungan Informasi Penundaan Pada Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* 111
Tabel 5.35 Rekap Produktivitas Pada Pengecoran Kolom Menggunakan CB 113
Tabel 5.36 Kodifikasi Jenis Penundaan 117
Tabel 5.37 Contoh Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat-Balok Pada Siklus 1 Menggunakan *Concrete Bucket* 118
Tabel 5.38 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Bucket*.....119
Tabel 5.39 Rekap Perhitungan Kecepatan Penarikan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok.....122
Tabel 5.40 Rekap Perhitungan Kecepatan Penurunan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok.....123

Tabel 5.41 Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok.....125
Tabel 5.42 Perhitungan Penyesuaian Durasi Penurunan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok.....126
Tabel 5.43 Contoh Data Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* Setelah Penyesuaian.....128
Tabel 5.44 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* Setelah Proses Penyesuaian.....129
Tabel 5.45 Rekap Perhitungan Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket*.....132
Tabel 5.46 Lembar Kerja Proses MPDM Pengecoran Pelat-Balok Dengan CB .135
Tabel 5.47 Info Penundaan Pada Pengecoran Pelat-Balok Dengan CB 137
Tabel 5.48 Produktivitas Pengecoran Pelat-Balok Dengan *Concrete Bucket*.....139
Tabel 5.49 Rekap Perhitungan Biaya Pengecoran Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP).....145
Tabel 5.50 Rekap Perhitungan Biaya Pengecoran Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP).....151
Tabel 5.51 Rekap Perhitungan Biaya Pengecoran Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* (CB).....158
Tabel 5.52 Rekap Perhitungan Biaya Pengecoran Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* (CB).....165
Tabel 5.53 Rekapitulasi Analisis Produktivitas dan Biaya Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump* (CP).....166
Tabel 5.54 Rekapitulasi Analisis Produktivitas dan Biaya Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket* (CB).....166
Tabel 5.55 Rekapitulasi Perbandingan Produktivitas dan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Kolom Antara Menggunakan *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*.....168

Tabel 5.56 Rekapitulasi Perbandingan Produktivitas dan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Pelat dan Balok Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB) 171
Tabel 5.57 Perbandingan Waktu Tunda Pada Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB 174
Tabel 5.58 Perbandingan Waktu Tunda Pada Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB).....178

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Surat Permohonan Izin Pengambilan Data di Proyek Dhika Universe
Lampiran II Surat Permohonan Izin Pengambilan Data di Proyek FIAI UII
Lampiran III Data Durasi dan Biaya Pengecoran di Proyek FIAI UII dan Proyek Dhika Universe

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

MPDM	: *Method Productivity Delay Model*
CP	: *Concrete Pump*
CB	: *Concrete Bucket*
TC	: *Tower Crane*
Perwali	: Peraturan Wali Kota

ABSTRAK

Dalam proyek konstruksi gedung bertingkat umum dijumpai penggunaan alat berat untuk membantu pelaksanaan pekerjaan. Dalam menentukan alat berat mana yang hendak digunakan, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui alat berat mana yang lebih unggul produktivitas dan lebih murah biayanya. Pada penelitian ini dilakukan dengan menghitung produktivitas dan biaya tenaga kerja-alat pada pengecoran antara alat *concrete pump* dan *concrete bucket*. Analisis produktivitas menggunakan MPDM (*Method Productivity Delay Model*). Pengambilan data dilakukan di Proyek Gedung FIAI UII dan Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe Pengamatan dilakukan dengan mencatat durasi pekerjaan, jumlah, dan biaya tenaga kerja-alat selama pengecoran berlangsung. Dari hasil penelitian diketahui pada pengecoran kolom, produktivitas keseluruhan, produktivitas ideal, dan biaya tenaga kerja-alat *concrete pump* berturut-turut sebesar 7,150 m^3/jam, 34,086 m^3/jam, dan Rp26.078,27, sedangkan pada *concrete bucket* berturut-turut sebesar 5,545 m^3/jam, 6,847 m^3/jam, dan Rp57.407,38. Sementara pada pengecoran Pelat-balok, produktivitas keseluruhan, produktivitas ideal, dan biaya tenaga kerja-alat *concrete pump* berturut-turut sebesar 13,375 m^3/jam, 32,514 m^3/jam, dan Rp14.750,47, sedangkan pada *concrete bucket* berturut-turut sebesar 5,376 m^3/jam, 10,455 m^3/jam, dan Rp60.959,00. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa alat *concrete pump* lebih produktif dan murah digunakan pada pengecoran kolom maupun Pelat-balok di ketinggian objek +24,90 m.

Kata kunci : Produktivitas, Biaya, MPDM, *Concrete Pump*, *Concrete Bucket*.

ABSTRACT

In a multi-storey building construction project, it is very common to find the use of heavy machinery to assist the work execution. In order to determine which heavy machinery to use, it would be necessary to carry out the analysis to find which heavy machinery that has higher productivity and cheaper cost. This research was conducted by calculating the productivity and labour cost of the tool in casting between the concrete pump and the concrete bucket. Productivity is analyzed by MPDM (Method Productivity Delay Model). Data collection was carried out at the FIAI UII Building Project and at the Dhika Universe Apartment Building Project. The observations was conducted by recording the duration of work, the amount, and the cost of labor-tools during casting. This research result that in casting column, the overall productivity, ideal productivity, and labor-tool cost of concrete pump are consecutive as a 7,150 m^3/hour, 34,086 m^3/hour, and cost Rp 26.078,27, while in concrete bucket consecutive as a 5,545 m^3/hour, 6,847 m^3/hour, and cost Rp 57.407,38. While for Pelate-beam casting, the overall productivity, ideal productivity, and labor-tool cost for the concrete pump are 13,375 m^3/hour, 32,514 m^3/hour, and cost Rp14,750.47 respectively, while for the concrete bucket, respectively 5,376 m^3/hour, 10,455 m^3/hour, and cost Rp. 60,959.00. From these results it can be concluded that the concrete pump is more productive and cheaper to use in casting columns and beam Pelates at an object height of +24.90 m.

Keywords : Productivity, Cost, MPDM, *Concrete Pump*, *Concrete Bucket*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pembangunan infrastruktur di Indonesia dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir menjadi salah satu program pemerintah. Berbagai proyek infrastruktur, di antaranya gedung, jalan, jembatan, dan bendungan secara masif dibangun di berbagai daerah demi memenuhi kebutuhan masyarakat. Seiring bertambah masifnya pembangunan, lahan yang tersedia semakin berkurang. Untuk mengatasi permasalahan ini, dilakukanlah pembangunan secara vertikal. Akan tetapi, pembangunan gedung secara vertikal memiliki tingkat kompleksitas tersendiri. Semakin tinggi bangunan maka tingkat kesulitannya semakin tinggi. Oleh karena itu diperlukan alat berat sebagai alat bantu dalam pelaksanaan pembangunannya.

Asiyanto (2008) menyatakan bahwa alat berat adalah alat yang sengaja diciptakan atau didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi atau kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara mudah, cepat, hemat, dan aman. Alat berat berperan penting dalam pembangunan gedung, baik struktur atas maupun struktur bawah. Pada pengerjaan struktur bawah, alat berat yang digunakan antara lain *mini crane* untuk memasang pondasi *bored pile* dan *diesel hammer* untuk memasang pondasi tiang pancang. Pada pekerjaan struktur atas alat berat yang digunakan antara lain *tower crane* dan *concrete pump*. Dalam proses pekerjaan pengecoran, *tower crane* dan *concrete pump* adalah alat berat yang sering digunakan. Kedua alat berat ini memiliki cara kerja yang berbeda. *Tower crane* bekerja dengan cara menarik *concrete bucket* yang berisi beton *ready mix* untuk kemudian dituangkan ke lokasi yang hendak dicor, sedangkan *concrete pump* bekerja menyalurkan beton *ready mix* ke bagian yang hendak dicor melalui *conveyor*.

Perencanaan sumber daya dalam proyek adalah hal yang sangat penting untuk dilakukan. Soeharto (1998) menyatakan bahwa keberhasilan suatu proyek ditentukan oleh keuntungan yang didapatkan serta ketepatan waktu penyelesaian proyek. Tanpa perencanaan sumber daya yang baik, proyek akan sulit diselesaikan tepat waktu. Oleh karena itu sebelum melakukan pekerjaan perlu dilakukan perencanaan sumber daya yang baik demi kesuksesan proyek itu sendiri. Terdapat enam faktor penting dalam perencanaan sumber daya, antara lain manusia (*man*), bahan (*material*), mesin (*machine*), metode (*method*), uang (*money*), dan teknologi informasi (IT). Dalam pengerjaan struktur atas bangunan khususnya dalam pekerjaan pengecoran, metode konstruksi (*method*) dan pemilihan alat berat (*machine*) adalah dua faktor yang harus direncanakan dengan baik agar pengecoran dapat berjalan dengan efektif dan efisien.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul "Perbandingan Produktivitas Dan Biaya Pekerjaan Pengecoran Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*". Penelitian akan dilakukan dengan mengamati dan membandingkan produktivitas dan biaya pekerjaan antara *concrete pump* dan *concrete bucket* yang digunakan saat proses pengecoran pelat, balok, dan kolom pada dua proyek gedung yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berapa produktivitas keseluruhan dan ideal alat-tenaga kerja *concrete pump* dan *concrete bucket* dalam pekerjaan pengecoran pelat, balok, dan kolom?
2. Berapa biaya alat-tenaga kerja yang diperlukan oleh alat *concrete pump* dan *concrete bucket* dalam pekerjaan pengecoran pelat, balok, dan kolom?
3. Bagaimana perbandingan produktivitas dan biaya alat-tenaga kerja antara *concrete pump* dan *concrete bucket* dalam pekerjaan pengecoran pelat, balok, dan kolom ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui besaran produktivitas ideal dan keseluruhan alat-tenaga kerja *concrete pump* dan *concrete bucket* saat digunakan pada pekerjaan pengecoran Pelat, balok, dan kolom.
2. Mengetahui besaran biaya alat-tenaga kerja yang dibutuhkan *concrete pump* dan *concrete bucket* saat digunakan pada pekerjaan pengecoran Pelat, balok, dan kolom.
3. Mengetahui perbandingan produktivitas dan biaya alat-tenaga kerja antara *concrete pump* dan *concrete bucket* saat digunakan pada pekerjaan pengecoran Pelat, balok, dan kolom.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak berikut ini.

1. Peneliti

   Menambah wawasan bagi peneliti terkait dengan metode konstruksi pembangunan struktur atas gedung.
2. Proyek/Kontraktor

   Memberikan pertimbangan ilmiah terkait metode konstruksi dan pemilihan alat berat dalam pembangunan struktur atas gedung yang paling efektif dan efisien, baik dari segi waktu dan biaya.
3. Pembaca dan Mahasiswa

   Menambah referensi ilmiah terkait metode konstruksi dan pemilihan alat berat dalam pembangunan struktur atas gedung.

1.5 Batasan Penelitian

Agar cakupan penelitian ini tidak terlalu luas dan mendapatkan hasil yang baik, maka dilakukan pembatasan atas penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Proses observasi pada penelitian ini direncanakan akan dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Kampus FIAI UII dan Apartemen Dhika Universe.
2. Pengamatan dilakukan hanya pada pekerjaan pengecoran pelat, balok, dan kolom.
3. Analisis penelitian dilakukan untuk mengetahui produktivitas dan biaya.
4. Analisis data menggunakan *software* Microsoft Excel.
5. Metode yang digunakan adalah metode pengumpulan data, baik data primer maupun data sekunder.
6. Harga satuan yang digunakan berdasarkan pada harga satuan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dilakukan dengan mendalami penelitian terdahulu yang sejenis. Hal ini digunakan untuk memperkuat analisis yang dijadikan sumber ilmiah.

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas Dan Sempit Kaitannya Dengan RAP dan RAB

Penelitian kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Istiyati (2017) dengan judul "Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas Dan Sempit Kaitannya Dengan RAP dan RAB (Studi Kasus Proyek Pembangunan EL Kost Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta)". Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan produktivitas menyeluruh dan produktivitas ideal pada pekerjaan pemasangan keramik di daerah luas dan sempit dan pengaruhnya pada RAB (Rencana Anggaran Biaya) dan RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan). Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara merekam aktivitas tenaga kerja untuk kemudian dilakukan analisis menggunakan metode MPDM, sementara data sekunder didapatkan dari anggaran biaya pekerjaan pemasangan keramik yang akan dibandingkan dengan realisasi biaya yang dihitung dengan cara SNI.

Dari proses analisis data didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Rerata produktivitas menyeluruh pekerjaan pemasangan keramik daerah luas lebih besar 2,6445 kali dibandingkan daerah sempit, sedangkan rerata produktivitas ideal daerah luas lebih besar 2,6816 kali dibandingkan daerah sempit.
2. Proyek mengalami kerugian pada pekerjaan pemasangan keramik sebesar Rp15.134,2696/m^2 pada daerah luas dan Rp116.740,7024/m^2 pada daerah sempit.

2.1.2 Perbandingan Produktivitas Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*

Terkait dengan analisis produktivitas penggunaan alat berat dalam pekerjaan pengecoran terdapat beberapa penelitian. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Megayanaputra (2015) dengan judul "Perbandingan Produktivitas Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*". Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui produktivitas, biaya, dan waktu pengerjaan yang dibutuhkan oleh *concrete bucket* dan *concrete pump* dalam pengecoran pelat lantai, balok, dan kolom.

Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah dengan melakukan pengamatan untuk mengumpulkan data seperti volume pekerjaan, waktu pekerjaan, dan jumlah alat yang digunakan untuk kemudian dianalisis untuk mendapatkan produktivitas, biaya, serta waktu pelaksanaan. Dari proses analisis data didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Perbandingan produktivitas pengecoran pada pelat lantai dan balok mengunakan alat *concrete bucket* 3,2 kali lebih tinggi dibandingkan menggunakan *concrete pump.* Untuk perbandingan produktivitas pengecoran pada kolom menggunakan *concrete pump* 1,3 kali lebih tinggi dibandingkan menggunakan *concrete bucket*.
2. Perbandingan biaya pengecoran pada pelat lantai dan balok mengunakan alat *concrete bucket* 1,004 kali lebih mahal dibandingkan menggunakan *concrete pump.* Untuk perbandingan biaya pengecoran pada kolom menggunakan *concrete pump* 1,23 kali lebih mahal dibandingkan menggunakan *concrete bucket.*
3. Perbandingan waktu pengecoran pada pelat lantai dan balok mengunakan alat *concrete bucket* 3,2 kali lebih lama dibandingkan menggunakan *concrete pump.* Untuk perbandingan waktu pengecoran pada kolom menggunakan *concrete bucket* 1,3 kali lebih lama dibandingkan menggunakan *concrete pump.*

2.1.3 Perbandingan Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Cor Kolom Dengan Cara Manual (Konvensional) Dan Dengan Menggunakan *Concrete Pump*

Penelitian ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Abma (2013) dengan judul "Perbandingan Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Cor Kolom Dengan Cara Manual (Konvensional) Dan Dengan Menggunakan *Concrete Pump*". Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbandingan produktivitas, biaya, dan waktu pada pekerjaan cor kolom dengan cara manual dan dengan menggunakan *concrete pump*. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah dengan melakukan pengamatan dan wawancara untuk mengumpulkan data seperti volume pekerjaan, waktu pekerjaan, biaya pekerjaan, dan profil pekerja yang terlibat dalam pekerjaan pengecoran untuk kemudian dianalisis untuk mendapatkan perbandingan produktivitas, biaya, serta waktu pelaksanaan.

Dari proses analisis data didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Rata-rata produktivitas menyeluruh dan dan ideal pekerjaan cor kolom dengan menggunakan *concrete pump* berturut-turut sebesar 6,7035 kali dan 4,4675 kali lebih besar dari pekerjaan cor kolom dengan cara manual (konvensional).
2. Waktu penyelesaian pada pekerjaan cor kolom mengunakan *concrete pump* 4 kali lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan cor kolom cara manual (konvensional). Biaya penyelesaian pekerjaan cor kolom dengan cara manual (konvensional) lebih besar 1,899 kali dibandingkan biaya cor kolom dengan menggunakan *concrete pump*.

2.1.4 Analisis Produktivitas *Concrete Pump* Pada Proyek Bangunan Tinggi

Penelitian keempat adalah penelitian yang dilakukan oleh Sentosa (2009) dengan judul "Analisis Produktivitas *Concrete Pump* Pada Proyek Bangunan Tinggi". Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh ketinggian bangunan terhadap produktivitas *concrete pump* dalam pengecoran. Metode yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah dengan melakukan studi pustaka dan

pengamatan untuk mengumpulkan data seperti volume pekerjaan dan waktu pekerjaan untuk kemudian dianalisis untuk mendapatkan produktivitas pelaksanaan.

Dari hasil analisis didapatkan nilai produktivitas masing-masing ketinggian kemudian dihitung pengaruh ketinggian terhadap nilai produktivitas, sehingga didapat persamaan Y = -0,0073x + 0,4142. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas *concrete pump* (Y) bergantung pada ketinggian gedung (X), bahwa setiap kenaikan +/- 4,1 m, maka produktivitas *concrete pump* akan menurun sebesar 0,0073 m^3/menit.

2.1.5 Produktivitas Pengecoran Beton *Ready-Mixed* Dengan *Concrete Pump* dan *Tower Crane*

Penelitian kelima adalah penelitian yang dilakukan oleh Asyurhok (2014) dengan judul "Produktivitas Pengecoran Beton *Ready-Mixed* Dengan *Concrete Pump* dan *Tower Crane*". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas alat *concrete pump* dan *tower crane* pada saat pengecoran. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap volume, waktu, dan proses pengecoran pelat dan balok yang menggunakan *concrete pump* dan *tower crane* pada beberapa proyek konstruksi yang diamati. Dari proses analisis data didapatkan nilai produktivitas pengecoran menggunakan *concrete pump* pada elevasi 4 m, 7,5 m, dan 8 m masing-masing sebesar 21,57 m^3/jam, 15,40 m^3/jam dan 16,16 m^3/jam. Untuk produktivitas pengecoran pada pelat dan balok menggunakan *tower crane* pada elevasi 31,5 m, 35 m, dan 38,5 m masing-masing diperoleh sebesar 9,10 m^3/jam, 7,83 m^3/jam dan 6,76 m^3/jam.

2.2 Perbedaan Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian Ini

Adanya persamaan dan perbedaan pada pengamatan penelitian ini dan penelitian-penelitian sebelumnya dirangkum dalam Tabel 2.1 berikut

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Penelitian ke-	I	II	III	IV	V
Judul	Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas Dan Sempit Kaitannya Dengan RAP dan RAB (Studi Kasus Proyek Pembangunan EL Kost Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta)	Perbandingan Produktivitas Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket.*	Perbandingan Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Cor Kolom Dengan Cara Manual (Konvensional) Dan Dengan Menggunakan *Concrete Pump*	Analisis Produktivitas *Concrete Pump* Pada Proyek Bangunan Tinggi	Produktivitas Pengecoran Beton *Ready-Mixed* Dengan *Concrete Pump* dan *Tower Crane*
Peneliti	Istiyati, (2017)	Megayanaputra, (2015)	Abma, (2013)	Limanto, (2009)	Asyurhok,dkk (2014)
Metode	Melakukan pengumpulan data primer dilakukan dengan cara merekam aktivitas tenaga kerja untuk kemudian dilakukan analisis menggunakan metode MPDM, sementara data sekunder didapatkan dari anggaran biaya pekerjaan pemasangan keramik yang akan dibandingkan dengan realisasi biaya yang dihitung dengan cara SNI	Melakukan pengamatan untuk mengumpulkan data seperti volume,waktu pekerjaan, dan jumlah alat yang digunakan.	Melakukan pengamatan dan wawancara untuk mengumpulkan data seperti volume, waktu, biaya pekerjaan, dan profil pekerja yang terlibat dalam pekerjaan pengecoran. Kemudian data produktivitas dihitung dengan metode MPDM	Melakukan studi pustaka dan pengamatan untuk mengumpulkan data seperti volume pekerjaan dan waktu.	Melakukan pengamatan langsung terhadap volume, waktu, dan proses pengecoran pelat dan balok yang menggunakan *concrete pump* dan *tower crane.*
Tujuan	a. Mengetahui perbandingan produktivitas menyeluruh dan produktivitas ideal pada pekerjaan pemasangan keramik di daerah luas	a. Mengetahui perbandingan biaya pengecoran pada pelat lantai, balok , dan kolom dengan menggunakan *concret pump* dan *concrete bucket.*	a. Mengetahui perbandingan produktivitas menyeluruh dan produktivitas ideal pada pekerjaan cor kolom dengan cara manual dan dengan menggunakan *concrete pump*.	Mengetahui pengaruh ketinggian bangunan terhadap produktivitas *concrete pump* dalam pengecoran.	a. Mengetahui nilai produktivitas alat *concrete pump* pada saat pengecoran.
	b. Mengetahui perbandingan produktivitas menyeluruh dan produktivitas ideal pada pekerjaan pemasangan keramik di daerah sempit.	b. Mengetahui perbandingan waktu pengecoran pada pelat lantai, balok, dan kolom dengan mengunakan *concrete pump* dan *concrete bucket.*	b. Mengetahui perbandingan waktu dan biaya pada pekerjaan cor kolom dengan cara manual dan dengan menggunakan *concrete pump*.		b. Mengetahui nilai produktivitas pengecoran pada pelat dan balok menggunakan alat *tower crane.*
	c. Pengaruhnya produktivitas pemasangan keramik pada daerah luas dan sempit terhadap RAB (Rencana Anggaran Biaya) dan RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan)	c. Mengetahui perbandingan produktivitas pengecoran pada Pelat lantai, balok, dan kolom dengan menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket.*			

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya

Penelitian ke-	I	II	III	IV	V
Judul	Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas Dan Sempit Kaitannya Dengan RAP dan RAB (Studi Kasus Proyek Pembangunan EL Kost Maguwoharjo Depok Sleman Yogyakarta)	Perbandingan Produktivitas Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*.	Perbandingan Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Cor Kolom Dengan Cara Manual (Konvensional) Dan Dengan Menggunakan *Concrete Pump*	Analisis Produktivitas *Concrete Pump* Pada Proyek Bangunan Tinggi	Produktivitas Pengecoran Beton *Ready-Mixed* Dengan *Concrete Pump* dan *Tower Crane*
Hasil	a. Rerata produktivitas menyeluruh pekerjaan pemasangan keramik daerah luas lebih besar 2,6445 kali dibandingkan daerah sempit, sedangkan rerata produktivitas ideal daerah luas lebih besar 2,6816 kali dibandingkan daerah sempit.	a. Perbandingan biaya pengecoran pada pelat lantai dan balok = *concrete bucket* 1,004 x lebih mahal.Untuk perbandingan biaya pengecoran pada kolom =*concrete pump* 1,23 x lebih mahal.	a. Rata-rata produktivitas menyeluruh dan dan ideal pekerjaan cor kolom dengan menggunakan *concrete pump* berturut-turut sebesar 6,7035 kali dan 4,4675 kali lebih besar dari pekerjaan cor kolom dengan cara manual (konvensional).	Dari nilai-niai produktivitas masing-masing ketinggian kemudian dihitung pengaruh ketinggian terhadap nilai produktivitas, sehingga didapat persamaan Y = -0,0073x + 0,4142. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas *concrete pump* (Y) bergantung pada ketinggian gedung (X), bahwa setiap kenaikan +/- 4,1 m, maka produktivitas *concrete pump* akan menurun sebesar 0,0073 m^3/menit.	a. Produktivitas pengecoran menggunakan *concrete pump* pada elevasi 4 m, 7,5 m, dan 8 m masing-masing sebesar 21,57 m^3/jam, 15,40 m^3/jam dan 16,16 m^3/jam.
		b. Perbandingan waktu pengecoran pada pelat lantai dan balok = *concrete bucket* 3,2 x lebih lama. Untuk perbandingan waktu pengecoran pada kolom = *concrete bucket* 1,3 kali lebih lama.	b. Waktu penyelesaian pada pekerjaan cor kolom mengunakan *concrete pump* 4 kali lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan cor kolom cara manual (konvensional). Biaya penyelesaian pekerjaan cor kolom dengan cara manual (konvensional) lebih besar 1,899 kali dibandingkan biaya cor kolom dengan menggunakan *concrete pump*.		b. Produktivitas pengecoran pada pelat dan balok menggunakan *tower crane* pada elevasi 31,5 m, 35 m, dan 38,5 m masing-masing diperoleh sebesar 9,10 m^3/jam, 7,83 m^3/jam dan 6,76 m^3/jam.
	b. Proyek mengalami kerugian pada pekerjaan pemasangan keramik sebesar Rp15.134,2696/m2 pada daerah luas dan Rp116.740,7024/m2 pada daerah sempit.	c. Perbandingan produktivitas pengecoran pada pelat lantai dan balok = *concrete bucket* 3,2 x lebihtinggi. Untuk perbandingan waktu pengecoran pada kolom = *concrete pump* 1,3 x lebih tinggi			

2.3 Posisi Penelitian

Dari rekapitulasi di atas dapat dilihat perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang sudah ada sebelumnya terletak pada tiga hal, yakni lokasi penelitian, objek pengecoran yang diamati, dan metode analisis produktivitas. Pada penelitian inilLokasi pengamatan direncanakan akan dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII dan Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe. Objek yang diamati adalah pengecoran pelat, balok, dan kolom. Sedangkan metode analisis produktivitas yang digunakan adalah MPDM (*Method Productivity Delay Model*).

2.4 Keaslian Penelitian

Keaslian Penelitian diperlukan untuk memastikan tidak adanya praktik plagiasi antara penelitian ini dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya. Dari pengamatan yang dilakukan peneliti, terdapat tiga perbedaan antara penelitian yang dilakukan dalam tugas akhir ini dengan penelitian sejenis sebelumnya seperti yang telah dijelaskan di atas. Maka, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini asli dan tidak melakukan plagiasi.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Produktivitas

Menurut Ervianto (2008:219), produktivitas didefiniskan sebagai rasio antara output dengan input, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metode, dan alat. Sukses atau tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya.

Menurut Kaming (1997) dalam Ervianto (2008:220), faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas antara lain.

1. Metode dan teknologi, terdiri atas faktor : desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, pengukuran kerja.
2. Manajemen lapangan, terdiri atas faktor : perencanaan dan penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, manajemen tenaga kerja.
3. Lingkungan kerja, terdiri atas faktor : keselamatan kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja, partisipasi.
4. Faktor manusia, tingkat upah pekerja, kepuasan kerja, insentif, pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor-pekerja, hubungan kerja antarsejawat, kemangkiran.

Dalam pengukuran produktivitas terdapat beberapa metode antara lain.

1. Langsung
   A. *Method Productivity Delay Model* (MPDM)
   B. *Time and Motion Study*
   C. *Work Sampling*
2. Data Historis : Pengukuran berdasarkan laporan harian, laporan mingguan, dan penerimaan barang

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan *Method Productivity Delay Model* (MPDM) sebagai metode pengukuran produktivitas pekerjaan pengecoran, baik dengan menggunakan alat C*oncrete Pump* dan C*oncrete Bucket.*

3.2 Metode Penundaan Produktivitas (*Method Productivity Delay Model*/MPDM)

3.2.1 Konsep Umum MPDM

Menurut Halpin dan Riggs (1992:68), *Method Productivity Delay Model* (MPDM) merupakan suatu modifikasi dari konsep tradisional tentang studi gerak dan waktu. Teknik ini dikembangkan untuk dapat memberikan pertimbangan berupa pengukuran, perkiraan, dan peningkatan kerja kepada perusahaan jasa konstruksi. MPDM menggabungkan elemen dari metode lain seperti *work sampling*, *production function analysis*, *statistical analysis, time study*, dan *balancing models.* Masing-masing teknik ini memiliki kelebihan untuk diterapkan dalam mengukur produktivitas. Namun, tidak satupun yang memberikan kemudahan dalam pengukuran, perkiraan, dan peningkatan kerja

Inti dari MPDM adalah mengambil contoh yang berkesinambungan dari siklus produksi konstruksi dan mencatat jumlah dan tipe penundaan yang terjadi selama siklus. Dari data ini, dibuat penjumlahan untuk menentukan efisiensi dari operasi dengan melihat akibat dari penundaan pada produktivitas yang diukur. Dengan informasi tersebut, produktivitas dapat diperbaiki dengan mengambil langkah yang cocok untuk mengurangi penundaan produktivitas. Langkah ini sebagai dasar pada analisis biaya yang dirumuskan menggunakan peramalan

peningkatan produktivitas dengan menggunakan model MPDM ketika penundaan tersebut telah diperbaiki

MPDM diterapkan dalam 4 tahap, terdiri dari pengumpulan data, pengolahan data, strukturisasi model, dan akhirnya menerapkan model. Tahap pengumpulan data harus didahului dengan menerangkan tiga konsep dasar dari MPDM antara lain:

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

Definisi unit produksi didasarkan pada model yang akan diukur, diperkirakan, dan diperbaiki produktivitasnya. Menurut Adrian dan Boyer (1976), unit produksi adalah sejumlah gambaran pekerjaan dari produksi yang dapat dengan mudah dilihat ukurannya. Banyak contoh dari unit produksi seperti ember (*bucket*) yang memuat beton atau sebuah truk memuat, menampung, mencampur, dan menuang ke pompa beton. Pengertian yang tepat untuk unit produksi sangat penting karena menentukan rincian yang digunakan untuk mengukur produktivitasnya.

Sebagai contoh, jika sebuah blok beton ditetapkan sebagai sebuah unit produksi, maka praktis akan mustahil untuk mencatat semua siklus produksi dari pekerja yang membangun dinding blok beton tersebut, sehingga menyebabkan berkurang pula data penundaanya. Jika suatu definisi suatu unit produksi terlalu besar, informasi yang dikumpulkan juga akan menjadi terlalu luas untuk memusatkan perhatian pada parameter yang mempengaruhi produktivitas, sehingga kemungkinan akan menyebabkan kerusakan pada data yang penting.

Definisi siklus produksi adalah waktu di antara kejadian-kejadian yang berurutan dari unit produksi. Siklus produksi harus merupakan kesatuan yang dapat diukur dan dapat mewakili dari produktivitas masing-masing metode yang diamati.

Menurut Adrian (1974), sumber daya utama adalah konsep dasar yang ketiga. Konsep ini sulit dimengerti dan hanya dipahami oleh orang yang telah terbiasa dengan proses MPDM saja. Sumber daya utama adalah dasar yang paling banyak atau sumber daya mendasar yang digunakan dalam metode konstruksi. Sumber daya ini menyatakan produktivitas dari model secara langsung bahwa jika sumber

daya ini diubah jumlahnya maka akan mengubah metode produktivitasnya, terlepas dari ada tidaknya ketidakefisienan saat ini dan terlepas pula dengan jumlah atau perbaikan pada sumber daya lainnya.

Konsep sumber daya utama tidak digunakan pada awal proses MPDM. Namun digunakan hanya saat ada pertanyaan tentang validitas pengumpulan data pada metode produksi yang mengalami perubahan sumber daya.

3.2.2 Faktor Penundaan *(Delay)* Pada MPDM

Method Productivity Delay Model (MPDM) selain menghitung jumlah produksi, siklus produksi, dan waktu berlangsungnya proses produksi juga memperhitungkan terjadinya penundaan (*delay*) di lapangan. Penundaan (*delay*) itu sendiri disebabkan oleh banyak faktor. Menurut Halpin dan Riggs (1992), faktor-faktor tersebut dikelompokkan menjadi lima bagian, antara lain.

1. Lingkungan (*environment*)

   Penundaan yang diakibatkan dengan lingkungan di antaranya perubahan kondisi tanah, perubahan dinding pembatas area proyek, dan perubahan bagian-bagian dinding (*well section*). Penundaan jenis ini pada pekerjaan pengecoran antara lain terjadinya hujan, angin kencang, atau gangguan orang di luar proyek.

2. Peralatan (*equipment*)

   Penundaan yang berhubungan dengan peralatan, misalnya pengoperasian peralatan yang kurang dari kemampuan tingkat produksinya. Pada pekerjaan pengecoran, penundaan jenis ini antara lain mesin *concrete pump* atau *tower crane* yang bermasalah, tersumbatnya pipa *conveyor concrete pump,* atau kedatangan *truck mixer* atau *concrete pump* yang terlambat.

3. Tenaga Kerja (*labor*)

   Penundaan yang disebabkan tenaga kerja di antaranya pekerja yang menunggu pekerja lain, pekerja yang malas, pekerja yang tidak kompeten dalam pekerjaanya, pekerja yang mengobrol dengan pekerja lain sehingga menelantarkan pekerjaannya, atau berhentinya pekerja saat mendengar suara adzan (jika lokasi proyek dekat dengan masjid).

4. Material

   Penundan yang terjadi akibat dari material contohnya material yang kurang atau tidak ada untuk memenuhi kebutuhan dan material yang tidak memenuhi spesifikasi atau cacat. Pada pekerjaan pengecoran, penundaan jenis ini contohnya keterlambatan *truck mixer* yang membawa beton *ready mix.*

5. Manajemen (*Management*)

   Penundaan yang diakibatkan dari manajemen contohnya perencanaan *site-plan* yang kurang baik, perencanaan penempatan alat dan sumber daya yang kurang baik, dan perencanaan jadwal (*scheduling*) yang kurang baik. Pada pekerjaan pengecoran, penundaan jenis ini antara lain pemberhentian pekerjaan oleh pengawas atau pembongkaran pekerjaan akibat kesalahan instruksi dari pengawas.

3.2.3 Prosedur Perhitungan Produktivitas Dengan Metode MPDM

Menurut Halpin & Riggs (1992), proses pengolahan data dengan metode MPDM hanya terdiri dari penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian, ini dilakukan dengan tujuan memudahkan model perhitungan dan penerapannya di dunia nyata. Semua satuan produktivitas adalah m^3/jam. Proses perhitungan produktivitas menggunakan metode MPDM dapat dilihat berikut ini.

1. Melakukan Perhitungan Durasi Pekerjaan

   Dari hasil pengamatan didapatkan data durasi kerja dan durasi tunda (delay) saat pekerjaan pengecoran berlangsung. Dari data tersebut dilakukan perhitungan untuk mengetahui Waktu Produksi Per Siklus dengan rumus berikut.

   Waktu Produksi Siklus = Durasi kerja + Durasi Tunda

Tabel 3.1 Tabel Perhitungan Durasi Pekerjaan

Kendaraan	Siklus	Kegiatan	Durasi Kerja				Durasi Tunda				Ket	Kode	Waktu Produksi
			Mulai	Selesai	Durasi (Menit)	Durasi (Detik)	Mulai	Selesai	Durasi (Menit)	Durasi (Detik)			
TM 1 (6 m3)	1	**TM 1 Datang**											
		Pengecoran											
		Delay											
		Pengecoran											
		Delay											
		Pengecoran											
		Delay											
		Pengecoran											
		Delay											
		TM 1 Keluar			**JEDA ANTAR TM**								
TM 2 (6 m3)	2	**TM 2 Datang**			**JEDA ANTAR TM**								
		Pengecoran											
		Delay											
		Pengecoran											
		Delay											
		Pengecoran											
		Delay											
		Pengecoran											
		Delay											
		Pengecoran											
		Delay											
		TM 2 Keluar			**JEDA ANTAR TM**								

2. Melakukan Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

   Dari hasil perhitungan durasi pengecoran akan diolah lebih lanjut untuk merinci durasi dari tiap faktor penyebab penundaan (lingkungan, alat, tenaga kerja, material, manajemen).

   Dari data tersebut dilakukan perhitungan untuk mengetahui Waktu Siklus Tak Tertunda dengan rumus berikut.

   Waktu Siklus Tak Tunda = Waktu produksi – Σwaktu tunda tiap faktor tundaan

   Contoh tabel perhitungan siklus produksi dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

No Siklus	**Waktu Produksi**	***Delay***					**Ket**	**Waktu siklus tak tertunda**
		Lingku-ngan	**Alat**	**Tenaga Kerja**	**Material**	**Manajemen**		
	(dtk)	**(dtk)**	**(dtk)**	**(dtk)**	**(dtk)**	**(dtk)**		**(dtk)**
1								
2								
3								
4								
5								

3. Melakukan Perhitungan Lembar Kerja MPDM

   Pada perhitungan lembar kerja MPDM, dilakukan perhitungan dalam dua kondisi, yakni siklus produksi tak tertunda dan siklus produksi keseluruhan. Komponen yang dihitung antara lain sebagai berikut :

   Waktu Produksi Siklus = Diketahui dari perhitungan penundaan siklus prod.

   Jumlah Siklus = Diketahui dari perhitungan penundaan siklus prod.

   Rerata Waktu Siklus $= \frac{\text{Waktu Produksi Siklus}}{\text{Jumlah Siklus}}$

   $= \frac{\Sigma[\text{Waktu siklus prod.} - \text{Rerata waktu siklus tak tunda}]}{n}$

Contoh tabel lembar kerja MPDM dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Lembar Kerja MPDM

Alat	Unit	Waktu Produksi Total	Jumlah Siklus	Rata-Rata Waktu Siklus	Σ||Waktu Siklus Produksi - Rata-Rata Waktu Siklus Tak Tertunda||/n
		(Detik)		(Detik)	(Detik)
CP	Siklus Produksi Tak Tertunda				
	Siklus Produksi Keseluruhan				

4. Melakukan Perhitungan Informasi Penundaan

   Setelah melakukan perhitungan lembar kerja MPDM, selanjutnya akan dilakukan perhitungan informasi penundaan dengan rumus sebagai berikut.

   Kejadian = Jumlah siklus yang mengalami penundaan per-tipe penundaan

   Total Penambahan Waktu = Total tiap tipe penundaan yang terjadi di semua siklus

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

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

   $$\text{Perkiraan \% Waktu Tunda} = \text{Kemungkinan Kejadian x } \textit{Relative Severity} \text{ x } 100$$

   Contoh tabel perhitungan informasi penundaan dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Perhitungan Informasi Penundaan

Informasi Penundaan						
Alat		**Lingkungan**	**Peralatan**	**Tenaga Kerja**	**Material**	**Manajemen**
CP	Jumlah Siklus					
	Kejadian					
	Total Penambahan Waktu					
	Kemungkinan Kejadian					
	Relative Severity					
	Perkiraan % Waktu Penundaan Persiklus Produksi					

5. Melakukan Perhitungan Produktivitas

Setelah melakukan perhitungan informasi penundaan, yang dilakukan selanjutnya adalah perhitungan produktivitas. Terdapat 2 jenis produktivitas yang dihitung yakni produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal. Produktivitas keseluruhan adalah produktivitas yang terjadi secara riil/aktual di lapangan, dimana waktu tundaan masuk dalam hitungan.

Sedangkan produktivitas ideal adalah besaran produktivitas apabila tidak terjadi tundaan sama sekali. Produktivitas tersebut dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{Prod.Keseluruhan} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}} \text{ x rerata volume total}$$

$$\text{Prod.Ideal} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus tak tertunda}} \text{x rerata volume tak tunda}$$

$$\text{Prod. Keseluruhan} = \text{Produktivitas ideal x } (1-E_{en}-E_{eq}-E_{la}-E_{mt}-E_{mm})$$

$$\text{Prod. Ideal} = \text{Produktivitas keseluruhan / } (1-E_{en}-E_{eq}-E_{la}-E_{mt}-E_{mm})$$

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

E_{mm} = Perkiraan % penundaan akibat manajemen / 100

Contoh tabel perhitungan produktivitas dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Perhitungan Produktivitas

Alat	**Rerata Waktu Siklus Keseluruhan**	**Rerata Volume Keseluruhan**	**Produktivitas Keseluruhan**	**Produktivitas Ideal**
	(Detik)	**(m3)**	**(m3/jam)**	**(m3/jam)**
CP				

3.3 Konsep Biaya

Biaya, bersama dengan waktu dan mutu pekerjaan, adalah hal paling penting dalam suatu proyek. Kesuksesan suatu proyek dinilai apabila ketiga aspek penting tadi terpenuhi. Menurut Moore (1989), dalam proyek konstruksi terdapat dua kelompok biaya antara lain.

3.3.1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan suatu proyek kosntruksi. Biaya langsung dapat dikalkulasikan dengan menghitung volume pekerjaan dan biaya proyek berdasarkan harga satuan pekerjaan. Menurut Moore (1989), biaya langsung antara lain :

1. Biaya Material

   Material adalah bahan yang diperlukan untuk mengerjakan suatu pekerjaan sampai dengan selesai. Biaya material adalah biaya yang diperlukan untuk memastikan suatu material tersedia sesuai kebutuhan pekerjaan. Biaya ini meliputi biaya pembelian material tersebut, biaya pengangkutan, biaya langsir material (menaikkan-menurunkan), dan biaya penyimpanan material di *site* proyek.

2. Biaya Tenaga Kerja

   Biaya tenaga kerja adalah biaya untuk membayar upah tenaga kerja yang terlibat dalam suatu proyek. Untuk upah pekerja (kepala tukang, tukang, pekerja/*laden*) sistem pembayarannya bisa berupa harian ataupun borongan. Untuk menentukannya perlu memperhatikan beberapa hal seperti jenis pekerjaan dan kemampuan kerja buruh tersebut.

3. Biaya Peralatan

   Biaya peralatan adalah biaya untuk memastikan ketersediaan peralatan yang dibutuhkan untuk membantu pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Biaya ini bisa berupa biaya pembelian ataupun biaya sewa alat. Dalam perhitungan biaya peralatan perlu diperhatikan adanya biaya lainnya seperti biaya mobilisasi-demobilisasi, pemeliharaan, bahan bakar, dan depresiasi.

3.3.2. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Menurut Sastroatmadja (1984), biaya tidak langsung atau *indirect cost* adalah biaya yang dikeluarkan selama proyek yang tidak berkaitan langsung dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Terdapat dua jenis biaya tidak langsung, antara lain :

1. Keuntungan Perusahaan

   Keuntungan perusahaan berkisar di angka 8-15% dari jumlah biaya proyek. Besarnya keuntungan ini ditentukan oleh besarnya resiko pekerjaan, tingkat kesulitan pekerjaan, dan strategi kontraktor dalam memenangkan lelang suatu proyek.

2. Biaya *Overhead*

   Ada dua macam biaya *overhead,* antara lain sebagai berikut :

   a. Biaya *Overhead* Umum, adalah biaya yang dikeluarkan perusahaan yang pembukuannya biasanya tidak dimasukkan secara langsung ke dalam pembelanjaan suatu proyek. Contoh biaya *overhead* umum antara lain :
      1) Gaji karyawan
      2) Pengeluaran perusahaan seperti sewa kantor, ATK, air, listrik, telepon.
      3) Biaya asuransi dan pajak perusahaan
      4) Biaya notaris
      5) Biaya akomodasi perjalanan

   b. Biaya *Overhead* Proyek, adalah biaya yang pembukuannya dimasukkan ke dalam pembelanjaan proyek, namun tidak dapat dikategorikan sebagai biaya material, pekerja, atau alat. Contoh biaya *overhead* proyek antara lain :
      1) Perizinan
      2) Telkomunikasi di proyek (Wi-Fi dan telepon di proyek)
      3) Asuransi proyek (BPJS Ketenagakerjaan)
      4) Pengukuran/Survey

3.4 Konsep Waktu

Waktu atau durasi pekerjaan adalah durasi yang dibutuhkan oleh pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Pengukuran waktu kerja adalah hal yang penting untuk dilakukan sebagai bahan evaluasi dan pengendalian waktu atau penjadawalan proyek secara keseluruhan. Menurut Wignjosoebroto (2003) teknik pengukuran waktu kerja dapat dikelompokkan menjadi dua macam, antara lain.

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung (*direct time)*

   Pengukuran jenis ini mengharuskan pengamat untuk langsung berada di tempat aktivitas kerja dilaksanakan. Pengukuran waktu kerja ini meliputi pengukuran kerja dengan jam henti (*stopwatch)* dan pengukuran sampel kerja (*work sampling*).
2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung (*indirect time*)

   Pengukuran jenis ini tidak mengharuskan pengamat untuk berada langsung di tempat pekerjaan. Data didapatkan dari data sekunder seperti dokumen pekerjaan.

Pada penelitian ini, pembahasan waktu proyek ditinjau dari waktu penyelesaian pekerjaan pengecoran kolom, balok, dann pelat lantai dengan menggunakan alat *concrete pump* dan *concrete bucket*.

3.5 Struktur Bangunan

3.5.1 Pelat Lantai

Menurut Asroni (2010:191), pelat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Pelat beton bertulang ini sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat, ini berfungsi sebagai diafragma/unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Pelat beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil. baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan, maupun lantai pada dermaga. Beban gravitasi (beban mati dan/atau beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan tgerjadi momen lentur. Oleh karena itu pelat juga direncanakan terhadap beban lentur (seperti pada kasus balok).

3.5.2 Balok

Menurut Asroni (2010:39), balok dapat didefinisikan sebagai salah satu dari elemen struktur portal dengan bentang yang arahnya horizontal. Sedangkan portal merupakan kerangka utama dari struktur bangunan, khususnya bangunan gedung. Portal digambarkan dalam bentuk garis-garis horizontal (disebut: balok) dan vertikal (disebut: kolom) yang saling bertemu/berpotongan pada titik buhul (*joint*).

Beban yang bekerja pada balok biasanya berupa beban lentur, beban geser maupun torsi (momen puntir), sehingga perlu baja tulangan untuk menahan beban-beban tersebut. Tulangan ini berupa tulangan memanjang atau tulangan longitudinal (yang menahan beban lentur) serta tulangan geser/begel (yang menahan beban geser dan torsi).

3.5.3 Kolom

Menurut Asroni (2010:1), kolom merupakan komponen pendukung beban-beban dari balok dan pelat, untuk diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi. Beban dari balok dan pelat ini berupa beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi). Oleh karena itu dapat didefinisikan, kolom ialah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan.tanpa momen lentur.

Pada struktur bangunan atas, kolom merupakan komponen struktur yang paling penting untuk diperhatikan, karena apabika kolom ini mengalami kegagalan, maka dapat berakibat keruntuhan struktur bangunan atas dari gedung secara keseluruhan.

3.6 Pengecoran Beton

Menurut Rostiyanti (2014:140) proses pengecoran beton pertama-tama dilakukan dengan memastikan cetakan (bekisting) dalam keadaan bersih, disangga dengan baik, dan kuat. Selain itu untuk memudahkan pembukaan cetakan setelah beton mengeras sebaiknya permukaan dalam bekisting dilapisi minyak. Setelah bekisting selesai dipastikan, beton plastis dituangkan ke dalam cetakan, baik dengan menggunakan bucket ataupun pipa.

Setelah beton dituangkan kemudian beton dikonsolidasikan. Konsolidasi dapat dilakukan dengan cara menusuk dengan menggunakan batang atau sekop atau dengan cara memukul bekisting saat dilakukan pengecoran, untuk cara ini biasanya dilakukan

pada pengecoran kolom. Selain dengan cara manual, konsolidasi dapat dilakukan dengan menggunakan getaran. Getaran di dapat dengan alat penggetar mekanis yang dimasukkan ke dalam beton plastis secara vertical sampai permukaan dasar cetakan atau dengan cetakan yang bergetar. Akan tetapi penggetaran ini tidak boleh terlalu lama karena dapat menyebabkan segregasi.

Setelah proses konsolidasi maka permukaan beton diratakan dan dibiarkan mengering. Pada saat beton mongering, suhu dan kelembaban pada permukaan beton harus dijaga. Hal ini dilakukan untuk menghindari beton retak. Proses ini dilakukan dengan cara memberi penutup yang basah langsung di atas beton, daerah pengeringan ditutupi, atau menyemprotkan air di permukaan beton.

3.7 Alat Berat

Dalam pengecoran struktur atas, terdapat beberapa alat berat yang sering digunakan

3.7.1 *Concrete Pump*

Menurut Rostiyanti (2014:138) c*oncrete pump* atau pompa beton adalah alat yang digunakan dalam melakukan pengecoran. Pada awalnya pompa beton digunakan untuk menyalurkan beton ke dalam terowongan. Namun pada masa ini pompa beton sudah lazim digunakan pada proses pengecoran. Cara kerjanya adalah dengan memasukkan beton ke dalam pipa yang menyalurkan beton ke dalam bekisting. Pipa ini dapat diletakkan secara horizontal, verikal, atau mirng. Agar pemompaan beton ini berhasil maka beton yang disalurkan oleh pompa harus seragam dan konsisten. Pompa tersedia dalm berbagai ukuran sesuai dengan keburuhan. Pompa diletakkan di atas truk. Untuk mencapai elevasi pengecoran tertentu maka alat ini dilengkapi oleh pengatur mekanis.

Pompa beton terdiri dari dua macam yaitu *truck mounted concrete pump* dan *portable mast and boom*. Metode penghantaran yang dipakai adalah metode hidrolis. Kemampuan alat ini dapat menghantar beton sampai dengan 120 m^3/jam. Produktivitas alat dapat dikurangi dengan memperkecil diameter pipa. Gambar *concrete pump* dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Concrete Pump
(Sumber : *Forconctructionpros.com,* diunduh tanggal 15 Juli 2019 jam 21.05)

3.7.2 *Tower Crane*

Menurut Rostiyanti (2014:76) *tower crane* merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertical dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Cara kerjanya adalah dengan mengangkat material yang akan dipindahkan secara vertikal, memindahkannya secara horizontal, kemudian menurunkan material di tempat yang diinginkan. Pada saat pemilihan *tower crane* sebagai alat pengangkatan yang akan digunakan, beberapa pertimbangan perlu diperhatikan, yaitu :

1. Kondisi lapangan tidak luas,
2. Ketinggian tidak terjangkau oleh alat lain,
3. Pergerakan alat tidak perlu.

Pertimbangan ini harus direncanakan sebelum proyek dimulai karena *tower crane* diletakkan di tempat yang tetap selama proyek berlangsung, *tower crane* harus dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material sesuai dengan daya jangkau yang ditetapkan serta pada saat proyek telah selesai pembongkaran *tower crane* harus dapat dilakukan dengan mudah. Gambar *tower crane* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 *Tower Crane*
(Sumber : *Indiamart.com*, diunduh tanggal 15 Juli 2019 jam 21.00)

3.7.3 *Concrete Bucket*

Menurut Rostiyanti (2014:139) *concrete bucket* adalah alat yang digunakan pada saat proses pengecoran menggunakan *tower crane*. Bucket tersedia dalam berbagai ukuran. Cara kerjanya adalah dengan memasukkan beton ke dalam bucket melalui bagian atas bucket. Di bagian bawah bucket terdapat pintu untuk mengeluarkan beton ke dalam cetakan.. Kemudian *bucket* akan diangkat menuju lokasi yang hendak dicor menggunakan *tower crane*. Gambar *concrete bucket* dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.3 Concrete Bucket
(Sumber : *Indiamart.com*, diunduh tanggal 15 Juli 2019 jam 20.59)

3.8 Metode Konstruksi

Pemilihan alat bantu pengecoran menyebabkan perbedaan metode konstruksi pada saat pengecoran dilakukan. Pengecoran menggunakan *concrete pump* memiliki perbedaan metode dibandingkan dengan menggunakan *concrete bucket*. Metode pengecoran menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket* akan diuraikan dalam penjelasan berikut ini.

3.8.1 Metode Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump*

Pada pengecoran menggunakan *Concrete Pump*, alat yang dibutuhkan adalah *Concrete Pump, Truck Mixer*, dan alat pemadat beton (*vibrator*). Berikut adalah urutan metode pengecoran menggunakan *Concrete Pump.*

1. Persiapan Awal

   Pada tahap persiapan awal ini akan dilakukan beberapa pekerjaan, antara lain :

   a. Truk CP datang ke lokasi kemudian diposisikan (parkir) di tempat yang ditentukan. Tempat tersebut merupakan tempat yang dinilai paling ideal dan dekat untuk mengalirkan beton ke lokasi pengecoran.
   b. Dilakukannya pengaturan pada penyangga Truk CP, hal ini untuk memastikan ban Truk CP tidak meletus karena menjadi satu-satunya tumpuan saat dilakukan proses pengecoran,
   c. Lengan (*boom*) Truk CP dirangkai, lalu diarahkan ke lokasi struktur yang hendak dicor. Apabila lokasi struktur yang hendak dicor masih tidak terjangkau, maka *boom* akan diperpanjang dengan pipa-pipa penyambung, yang tiap pipanya sepanjang 1,50 m hingga sampai di lokasi struktur yang hendak dicor.
   d. Kemudian akan dilakukan proses pemanasan dan pancingan. Proses ini dilakukan dengan mencampurkan semen dan air pada saluran masuk (*inlet*) Truk CP yang kemudian campuran tersebut akan dialirkan hingga ujung pipa. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk membuat licin saluran pipa baik pada lengan (*boom*) maupun pada pipa sambungan. Dengan kondisi pipa yang sudah licin dan basah diharapkan saat proses pengecoran dilakukan, beton segar

(*ready mix concrete*) dapat dialirkan dengan lancar dan tidak tersumbat di dalam pipa.

2. Pengecoran

   Pada tahap pengecoran ini, akan dilakuan beberapa pekerjaan antara lain :

   a. Truk *Mixer* (TM) datang, kemudian dilakukan persiapan dengan menyesuaikan saluran buang (*outlet*) TM dengan saluran masuk (*inlet*) Truk CP.
   b. Kemudian dilakukan pengecekan dengan memastikan ujung *boom* atau pipa sudah mengarah tepat ke lokasi struktur yang hendak dicor. Apabila struktur yang hendak dicor merupakan struktur vertikal, akan dipasangkan pipa tremi di ujung boom atau pipa dengan tujuan mencegah segregasi karena tinggi jatuh beton segar (*ready mix concrete*) yang terlalu tinggi.
   c. Setelah semua dipastikan siap, dilakukan penuangan beton dari TM ke Truk CP yang kemudian menyalurkan beton segar (*ready mix concrete*) ke struktur yang hendak dicor.
   d. Setelah beton segar (*ready mix concrete*) sampai ke struktur yang hendak dicor, pekerja akan melakukan pemadatan menggunakan alat vibrator yang dilanjutkan dengan dilakukannya perataan beton oleh tukang spesialis pengecoran.
   e. Proses pengecoran tidak dilakukan dengan menghabiskan muatan TM dalam satu waktu. Terdapat beberapa kali stop-cor yang dilakukan, baik disengaja maupun tidak disengaja. Stop cor yang disengaja merupakan penundaan (*delay*) yang dilakukan saat hendak mengarahkan pipa dari kolom yang selesai dicor ke kolom yang hendak dicor selanjutnya, dari sebuah area Pelat-balok yang sudah mendapatkan beton dan hendak diratakan oleh pekerjanya, atau stop cor karena adzan shalat berkumandang. Stop cor yang kedua adalah stop cor yang tidak disengaja, hal ini terkait dengan gangguan teknis yang mungkin terjadi, semisal pipa atau *boom* Truk CP tersumbat, sehingga harus dilakukan perbaikan oleh operator Truk CP terlebih dahulu.
   f. Apabila sebuah seluruh muatan TM telah dituangkan, maka proses pengecoran akan berhenti sejenak. Setelah itu, TM akan mengangkat saluran buangnya untuk kemudian meninggalkan lokasi untuk digantikan TM lainnya.

Pengecoran akan berhenti secara total atau selesai disaat volume pengecoran sudah sesuai dengan yang direncanakan, hal ini ditunjukkan juga dengan tidak adanya TM baru yang datang untuk menuangkan beton segar (*ready mix concrete*) lagi.

3. Persiapan Akhir

   Pada tahap persiapan akhir ini, akan dilakuan beberapa pekerjaan antara lain :

   a. Pipa-pipa sambungan (bila digunakan) akan dilepaskan dari *boom*.
   b. *Boom* akan diturunkan ke bawah untuk dirangkai ulang.
   c. Dilakukan pembersihan dengan air pada saluran masuk Truk CP agar saluran bersih dari sisa-sisa beton.
   d. Penyangga Truk CP diturunkan, sehingga Truk CP kembali menumpu pada roda.
   e. Setelah persoalan administrasi dengan pelaksana proyek yang *stand-by* di proyek selesai, Truk CP meninggalkan lokasi proyek.

   Dari ketiga tahapan tersebut, perhitungan siklus dimulai pada tahap pengecoran. Pada tahap pengecoran, banyaknya siklus didasarkan pada banyaknya TM yang menuangkan muatannya dari awal pengecoran hingga selesai. Pada tahap ini, 1 siklus meliputi waktu kerja dan waktu tundaan (*delay*), dihitung dari awal TM menuangkan muatannya hingga TM selanjutnya mulai menuangkan muatannya. Tahap persiapan awal dan persiapan akhir tidak dimasukkan ke dalam hitungan siklus, karena hanya terjadi masing-masing sekali dalam proses pengecoran dimana hal ini bertentangan dengan arti siklus yang berarti pengulangan atau terjadi berulang kali.

3.8.2 Metode Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*

Pada pengecoran menggunakan *Concrete Bucket,* alat yang dibutuhkan adalah *Tower Crane*, *Concrete Bucket*, *Truck Mixer,* dan alat pemadat beton (*vibrator*). Pada saat pengecoran, *Concrete Bucket* yang berisi beton *ready-mix* akan diangkat menuju lokasi pengecoran untuk kemudian menuangkan muatannya melalui pipa tremi. Berikut adalah urutan metode pengecoran menggunakan *Concrete Bucket.*

1. Persiapan Awal

   Pada tahap persiapan awal, akan dilakukan pekerjaan antara lain :

   a. Tali penggantung (sling baja) dipasangkan ke CB yang kemudian disambungkan pula ke tali katrol *Tower Crane* (TC). Pada pekerjaan ini dipastikan tali penggantung terpasang dengan sempurna.
   b. Pipa tremi dipasang pada CB. Hal ini dilakukan apabila struktur yang hendak dicor adalah kolom atau *shearwall*.

   Waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan persiapan memang hanya sebentar, karena penggunaan TC dan CB dalam pengecoran sedari awal tidak membutuhkan banyak pekerjaan persiapan dibanding pengecoran menggunakan *Concrete Pump* (CP). Hal ini disebabkan oleh posisi TC yang sudah tetap di lokasi proyek dan posisi CB yang sedari awal diletakkan dekat TC apabila sedang tidak digunakan.

2. Pengecoran

   Dalam pengecoran menggunakan CB, secara umum terdapat delapan tahapan pekerjaan yang akan dilakukan antara lain :

   a. Penuangan. TM ke CB : Truck *Mixer* (TM) datang, kemudian mengarahkan saluran buangnya (*outlet*) ke dalam *Concrete Bucket* (CB). Setelah diarahhkan secara sempurna yang kemudian dilakukan adalah penuangan beton segar (*ready mix concrete*).
   b. Penarikan CB : Setelah CB diisi hingga penuh, maka TC akan menarik CB ke atas hingga ketinggian lokasi struktur yang hendak dicor.
   c. TC Swing Naik : Setelah CB ditarik hingga ketinggian tertentu, maka TC akan melakukan ayunan (*swing*) untuk memosisikan tepat di lokasi struktur yang hendak dicor.
   d. Pemosisian Tremi (Turun) : Setelah CB sampai di lokasi struktur yang hendak dicor, maka akan diturunkannya pipa tremi yang awalnya masih tergulung di CB. Pipa tremi akan diturunkan untuk diposisikan tepat di lokasi struktur yang hendak dicor. Penggunaan pipa tremi bertujuan untuk mencegah beton segar (*ready mix concrete*) mengalami segregasi akibat tinggi jatuh yang terlalu tinggi. Tahapan pemosisian tremi hanya ada pada saat pengecoran struktur vertikal, seperti kolom atau *shearwall*. Pada pengecoran struktur

horizontal seperti Pelat dan balok, pipa tremi tidak dibutuhkan, karena CB akan diposisikan rendah tepat di atas Pelat atau balok yang hendak dicor.

e. Penuangan Beton : Setelah CB tepat berada di atas lokasi struktur dan pipa tremi telah diposisikan dengen baik (khusus hanya pada pengecoran kolom atau *shearwall*), maka pekerja yang berada di atas CB akan menarik tuas untuk membuka saluran keluar (*outlet*) untuk mengalirkan beton segar (*ready mix concrete*). Proses ini akan dilakukan hingga beton yang dibawa CB sudah dituangkan seluruhnya.
f. Pemosisian Tremi (Naik) : Setelah beton dituangkan seluruhnya, maka tuas untuk mengatur bukaan saluran keluar (*outlet*) akan ditutup. Setelah itu pipa tremi akan digulung naik seperti sebelum beton dituangkan. Proses ini hanya dilakukan pada saat pengecoran struktur kolom atau *shearwall*.
g. TC Swing Turun : Setelah pipa tremi digulung, maka TC akan bergerak mengarahkan CB ke samping lokasi bangunan, tepat di atas lokasi awal CB saat diisi muatan beton. Tujuannya agar CB dapat diturunkan setelah mencapai samping bangunan.
h. Penurunan CB : Setelah CB telah berada di samping bangunan, tepat di atas lokasi awal sebelum ditarik naik, maka CB akan diturunkan hingga mencapai lokasi awal untuk diisi lagi dengan beton segar (*ready mix concrete*).

Satu siklus dihitung mulai dari kegiatan a (Penuangan TM ke CB) sampai dengan kegiatan h (Penurunan CB). Pada pengecoran Pelat dan balok terdapat kekhususan, yakni jumlah tahapan siklus yang hanya berjumlah tujuh, antara lain:

a. Waktu Penuangan TM ke CB (Tuang Beton),
b. Waktu Penarikan CB (CB Naik),
c. Waktu TC Swing Naik,
d. Waktu Pemosisian CB (Pemosisian CB)
e. Waktu Penuangan Beton dari CB (Cor),
f. Waktu TC Swing Turun,
g. Waktu Penurunan CB (CB Turun)

Perbedaan jumlah tahapan siklus terletak pada tidak adanya kegiatan pemosisisan tremi turun dan pemosisian tremi naik. Namun ada tambahan kegiatan baru, yakni pemosisian CB.

Hal ini disebabkan karena pada pengecoran pelat dan balok tidak digunakan tremi karena tinggi jatuh beton yang tidak terlalu tinggi sehingga tidak dikhawatirkan terjadia segregasi. Sedangkan adanya tahapan baru, yakni pemosisian CB disebabkan saat CB sudah sampai ke lokasi pengecoran, akan tetap diarahkan terlebih dahulu oleh pekerja sebelum pengecoran dilakukan.

3. Persiapan Akhir

   Pada tahap persiapan akhir akan dilakukan pekerjaan antara lain :

   a. Pelepasan kait sling baja yang diikat pada CB. Hal ini dilakukan saat CB selesai menuangkan muatan beton terakhir.
   b. Pipa tremi dilepaskan dari CB.
   c. Kemudian, pekerja akan membersihkan CB dan pipa tremi dari sisa beton yang masih menempel dengan menyiramkan air pada bagian dalam CB dan pipa tremi.

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Pada Tugas Akhir ini, jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif analisis. Sugiyono (2005: 21) menyatakan bahwa metode deskriptif adalah suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas. Penelitian ini dilakukan dengan pengumpulan data untuk kemudian dianalisis agar mendapatkan kesimpulan berupa perbandingan antara dua subjek penelitian.

4.2 Objek dan Subjek Penelitian

Objek penelitian ini adalah perbandingan produktivitas dan biaya alat-tenaga kerja antara alat *concrete pump* dan *concrete bucket* pada saat pekerjaan pengecoran beton *ready-mix* pada pelat lantai, balok, dan kolom. Sementara itu, subjek penelitian adalah alat *concrete pump* dan *concrete bucket* yang digunakan pada pekerjaan pengecoran beton *ready-mix* pada pelat lantai, balok, dan kolom.

4.3 Lokasi Pengumpulan Data

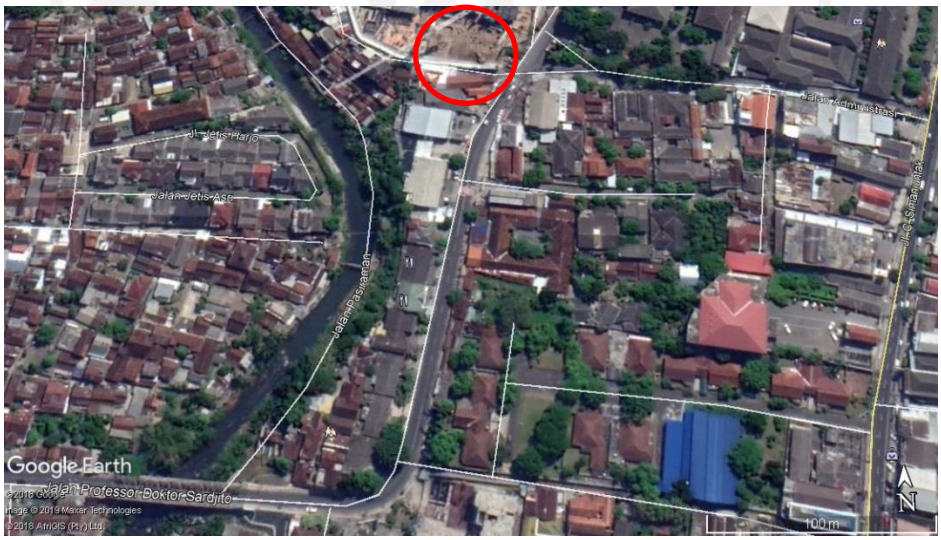
Pengumpulan data pada penelitian ini direncanakan akan dilakukan di dua lokasi berbeda. Lokasi pertama berada di Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Agama Islam Universitas Islam Indonesia (FIAI UII) yang terletak di Jl. Kaliurang km. 14.4. Pada lokasi pertama pengamatan dilakukan pada proses pengecoran menggunakan *concrete pump*. Sementara lokasi kedua berada di Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe yang terletak di Jl. Prof. Dokter Sardjito. Pada lokasi kedua pengamatan dilakukan pada proses pengecoran menggunakan *concrete bucket*.

Gambar lokasi Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



Gambar 4.1 Lokasi Proyek Gedung FIAI UII
(Sumber : *Google Earth*, diunduh tanggal 23 Mei 2019 jam 9.24)

Untuk gambar lokasi Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Lokasi Proyek Apartemen Dhika Universe
(Sumber : *Google Earth*, diunduh tanggal 26 Juli 2019 jam 10.51)

4.4 Waktu Penelitian

Proses penelitian Tugas Akhir, meliputi penyusunan proposal, studi pustaka, observasi, pengumpulan data, analisis, dan penyusunan laporan tugas akhir dimulai dari bulan Mei 2019 hingga bulan November 2019. Jadwal penelitian lebih detail dapat dilihat pada Lampiran 1.

Pengamatan dan pengumpulan data dilakukan pada masa pembangunan struktur atas gedung di kedua lokasi proyek. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data pada pekerjaan pengecoran pelat lantai, balok, dan kolom.

4.5 Alat Yang Digunakan

Pada proses pengamatan dan pengumpulan data diperlukan alat bantu untuk mengumpulkan data yang berupa volume dan waktu pekerjaan. Peralatan yang digunakan adalah *video camera, stopwatch,* meter ukur, dan alat tulis.

4.6 Langkah Penelitian

4.6.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di kedua lokasi proyek gedung dengan mengamati proses pengecoran menggunakan alat *concrete pump* dan *concrete bucket* pada pelat lantai, balok, dan kolom dari awal hingga selesai.

Dari hasil pengamatan tersebut akan didapatkan volume dan waktu pengecoran menggunakan alat *concrete pump* dan *concrete bucket* pada pelat lantai, balok, dan kolom. Rencana form pengecoran menggunakan *concrete pump* dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Form Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump*

Kendaraan/ Siklus	Kapasitas TM (m3)	Kegiatan	Durasi Pekerjaan			Ket
			Mulai	Selesai	Durasi (Menit)	
TM 1 (Siklus 1)		TM 1 Datang				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		TM 1 Keluar				
TM 2 (Siklus 2)		TM 2 Datang				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		TM 2 Keluar				
TM 3 (Siklus 3)		TM 3 Datang				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		Penuangan Beton				
		Delay				
		TM 2 Keluar				

Ket :
CP = *Concrete Pump*
TM 1 = *Truck Mixer* Pertama
TM 2 = *Truck Mixer* Kedua
TM 3 = *Truck Mixer* Ketiga

Rencana form pengecoran menggunakan *concrete bucket* dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Form Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*

Kendaraan	Kapasitas TM (m3)	Siklus	Kegiatan	Durasi Pekerjaan			Ket
				Mulai	Selesai	Durasi (Detik)	
		Persiapan	**TM Datang**				
		1	**Tuang Beton**				
			Delay				
			CB Naik				
			Delay				
			TC Swing				
			Delay				
			Tremi Turun				
			Delay				
			Cor				
			Delay				
			Tremi Naik				
			Delay				
			TC Swing				
			Delay				
			CB Turun				
			Delay				
		2	**Tuang Beton**				
			Delay				
			CB Naik				
			Delay				
			TC Swing				
			Delay				
			Tremi Turun				
			Delay				
			Cor				
			Delay				
			Tremi Naik				
			Delay				
			TC Swing				
			Delay				
			CB Turun				
			Delay				
		Persiapan	**TM Keluar**				

Ket :
CB = *Concrete Bucket*
TM 1 = *Truck Mixer* Pertama
TM 2 = *Truck Mixer* Kedua

Selain data volume dan waktu pengecoran, terdapat data lain yang harus dikumpulkan dengan wawancara dan observasi antara lain sebagai berikut.

1. Jumlah dan upah pekerja yang terlibat dalam pekerjaan pengecoran pelat lantai, balok, dan kolom.
2. Harga sewa dan spesifikasi alat *Concrete pump* dan *Concrete bucket.*

Rencana form jumlah alat dan pekerja menggunakan *concrete pump* dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Rencana Form Jumlah Pekerja dan Alat Pengecoran *Concrete Pump*

NO	NAMA	SATUAN	JUMLAH	UPAH/SEWA PER SATUAN (Rp)
A	**TENAGA KERJA**			
1	Mandor	Orang/Hari		
2	Tukang	Orang/Hari		
3	Pekerja/Laden	Orang/Hari		
B	**ALAT BANTU PENGECORAN**			
1	*Concrete Pump*	Buah/Hari		
2	*Vibrator*	Buah/Hari		

Rencana form jumlah alat dan pekerja menggunakan *concrete bucket* dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Rencana Form Jumlah Pekerja dan Alat Pengecoran *Concrete Bucket*

NO	Na	SATUAN	JUMLAH	UPAH/SEWA PER SATUAN (Rp)
A	**TENAGA KERJA**			
1	Mandor	Orang/Hari		
2	Surveyor	Orang/Hari		
3	Tukang	Orang/Hari		
4	Pekerja/Laden	Orang/Hari		
B	**ALAT BANTU PENGECORAN**			
1	*Tower Crane*	Buah/Hari		
2	*Concrete Bucket*	Buah/Hari		
3	*Vibrator*	Buah/Hari		

Ket : TC = *Tower Crane*

4.6.2 Analisis Produktivitas Pengecoran

Analisis produktivitas pengecoran dihitung berdasarkan data volume dan durasi pengecoran yang diperoleh dari pengamatan di lapangan. Perhitungan produktivitas bertujuan untuk mengetahui volume pengecoran yang dapat diselesaikan dalam waktu 1 jam. Perhitungan produktivitas pengecoran dilakukan dengan metode *Method Method Productivity Delay Model* (MPDM) sesuai yang telah dijelaskan sebelumnya di Bab III. Perhitungan produktivitas pengecoran pada penelitian Tugas Akhir ini dibedakan menjadi dua bagian, yakni produktivitas menggunakan *concrete* pump dan produktivitas pengecoran menggunakan *concrete bucket.* Kemudian masing-masing bagian akan ditinjau dari dua jenis lokasi pengecoran, yakni pengecoran pada pelat lantai-balok, dan pengecoran pada kolom. Hal ini disebabkan waktu pengecoran pelat lantai dan balok yang tidak bersamaan dengan waktu pengecoran kolom.

4.6.3 Analisis Biaya Pekerjaan Pengecoran

Perhitungan biaya pengecoran pada penelitian Tugas Akhir ini dilakukan berdasarkan data jumlah dan harga satuan pekerja dan peralatan yang digunakan saat proses pengecoran. Terdapat dua jenis biaya yang dianalisis, yaitu.

1. Biaya Pekerja

   Biaya pekerja adalah total upah yang harus dibayarkan kepada semua pekerja yang terlibat dalam proses pengecoran, di antarnya mandor, kepala tukang, pekerja (laden), dan operator alat berat (*tower crane, concrete pump*).

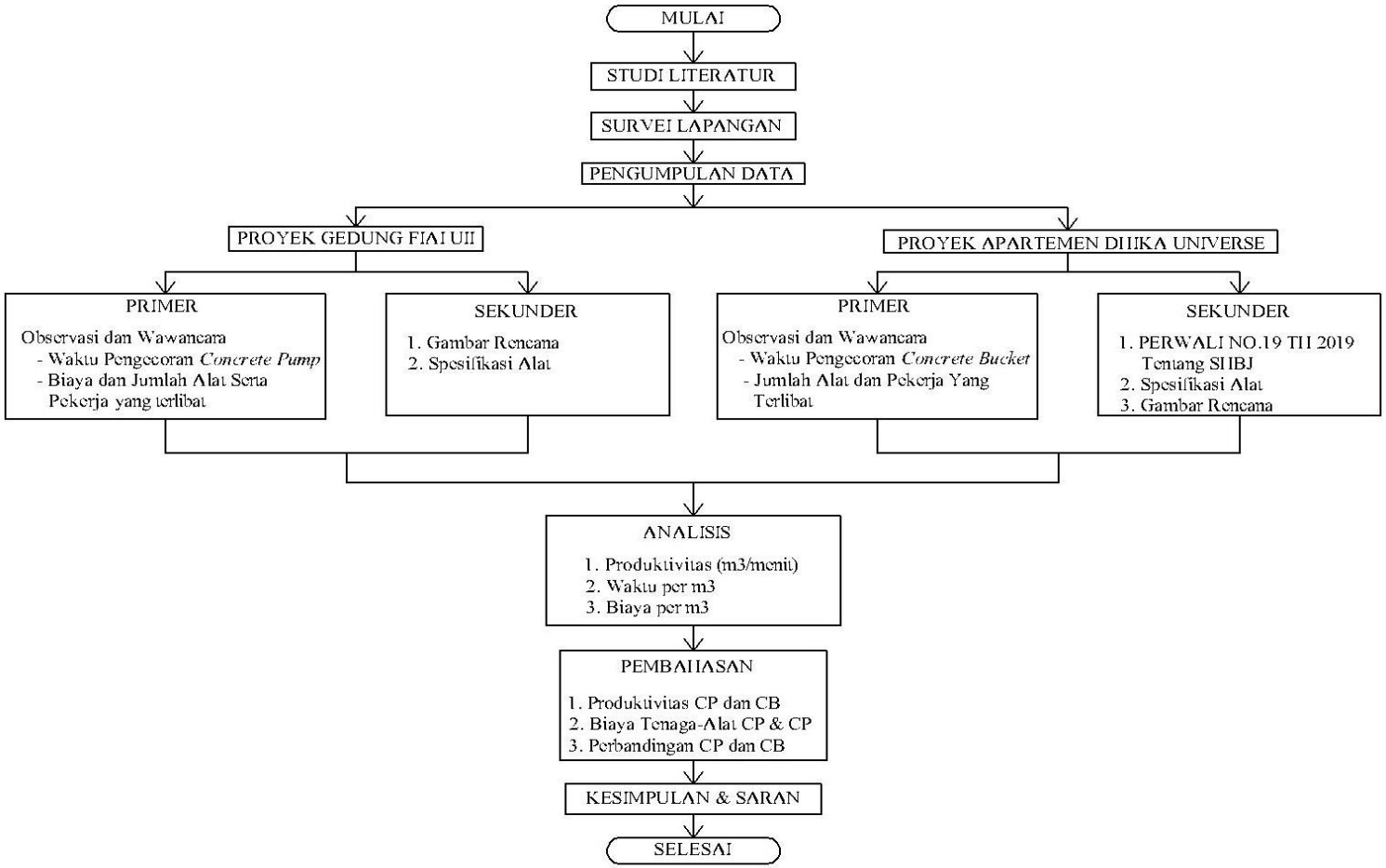
2. Biaya Alat

   Biaya alat adalah total biaya yang harus dikeluarkan untuk menyewa atau membeli alat yang digunakan dalam proses pengecoran, di antarnya *concrete pump*, *tower crane*, dan *vibrator.*

Setelah diketahui total biaya yang dibutuhkan, kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui biaya alat-pekerja dalam pengecoran per m^3.

4.6.4 Perbandingan Produktivitas, dan Biaya Antara *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai produktivitas dan biaya pengecoran per m^3 dari *concrete pump* dan *concrete bucket.* Langkah selanjutnya adalah membandingkan produktivitas dan biaya pengecoran menggunakan *concrete pump* dan *concrete bucket* untuk mengetahui alat mana yang lebih memiliki keunggulan. Dari prosedur penelitian yang sudah dijelaskan sebelumnya, proses penelitian tugas akhir ini dapat dilihat dalam bentuk bagan air (*flowchart*) pada Gambar 4.3 berikut ini.



Gambar 4.3 Bagan Air (*Flowchart*) Penelitian

BAB V
ANALISIS DATA

5.1 Data Proyek

Peneliti melakukan pengamatan di dua lokasi berbeda, yaitu di Proyek Pembangunan Gedung Kampus FIAI UII dan Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe. Berikut adalah data kedua proyek tersebut.

5.1.1 Data Umum Proyek

Data umum proyek ditunjukkan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Data Proyek

No	Nama Proyek	Lokasi Proyek	Pemilik Proyek	Metode Pengecoran	Alat Bantu Pengecoran
1	Pembangunan Gedung FIAI UII	Kompleks Kampus Terpadu UII	Yayasan Badan Wakaf UII	Cor *Insitu* dengan Beton *Ready Mix*	*Concrete Pump*
2	Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe	Jl. Prof. DR. Sardjito, Terban, Yogyakarta.	Adhi Persada Properti	Cor *Insitu* dengan Beton *Ready Mix*	*Tower Crane* & *Concrete Bucket*

5.1.2 Data Biaya Sewa Alat Bantu Pengecoran

Data biaya sewa alat bantu pengecoran oleh peneliti dikategorikan sesuai lokasi pengamatan pengecoran sebagaimana berikut ini.

1. Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII

   Pada pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII, alat bantu pengecoran yang digunakan adalah *Concrete Pump Truck* dan Vibrator. *Concrete Pump Truck* disewa dalam satuan harian (per-hari), begitu juga dengan *Vibrator*. Namun, dalam penghitungan biaya sewa alat bantu pengecoran akan lebih dirinci oleh peneliti hingga ke satuan per-jam. Data ini didapatkan oleh peneliti melalui proses wawancara kepada pelaksana proyek.

Berikut adalah perhitungan biaya sewa alat bantu pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

a. Biaya Sewa Per Hari :

1) *Concrete Pump Truck* = Rp3.500.000,00

2) Vibrator = Rp100.000,00

b. Biaya Sewa Per-Jam :

1) *Concrete Pump Truck* $= \frac{\text{Biaya sewa per hari}}{24 \text{ jam}}$

$= \frac{\text{Rp3.500.000,00}}{24 \text{ jam}}$

= Rp145.833,33

2) Vibrator $= \frac{\text{Biaya sewa per hari}}{24 \text{ jam}}$

$= \frac{\text{Rp100.000,00}}{24 \text{ jam}}$

= Rp4.166,67

Rekapitulasi data biaya sewa alat bantu pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Rekap Data Biaya Sewa Alat Bantu Pengecoran Pada Proyek Gedung FIAI UII

NO	NAMA	JUMLAH	SEWA PER HARI	SEWA PER JAM
		(Buah)	(Rp)	(Rp)
1	*Concrete Pump Truck*	1	Rp3.500.000,00	Rp145.833,33
2	Vibrator	1	Rp100.000,00	Rp4.166,67

2. Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe

Pada pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe, alat bantu pengecoran yang digunakan adalah *Concrete Bucket* , *Tower Crane*, dan Vibrator. *Concrete Bucket* dan *Tower Crane,* disewa dalam satuan bulanan

(per-hari), sedangkan Vibrator disewa dalam satuan harian (per-hari). Namun, dalam penghitungan biaya sewa alat bantu pengecoran akan lebih dirinci oleh peneliti hingga ke satuan per-jam. Data ini didapatkan oleh peneliti melalui proses wawancara kepada perusahaan penyewaan alat berat dan kepada pelaksana proyek.

Biaya sewa *Tower Crane* (TC) terdiri dari biaya sewa, *erection-dismantling* (bongkar-pasang), mobilisasi-demobilisasi (mob-demob), listrik, operator, asuransi, dan perizinan.

Berikut adalah perhitungan biaya sewa *Tower Crane* (TC) di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

a. Rencana Penyelesaian Proyek = 24 bulan

b. Rincian Biaya Sewa *Tower Crane* (TC) :

1) Pondasi & Angkur	(Ls)	= Rp177.000.000x 1	= Rp	177.000.000
2) *Tower Crane*	(Bulan)	= Rp90.000.000 x 24	= Rp	2.160.000.000
3) Listrik & BBM	(Bulan)	= Rp64.600.000 x 24	= Rp	1.550.400.000
4) *Erection-Dismantling*	(Ls)	= Rp65.000.000 x 1	= Rp	65.000.000
5) Mob-Demob	(Ls)	= Rp100.000.000 x 1	= Rp	100.000.000
6) Operator	(Bulan)	= Rp15.000.000 x 24	= Rp	360.000.000
7) Asuransi Alat	(Ls)	= Rp20.000.000 x 1	= Rp	20.000.000
8) Perizinan Disnaker	(Ls)	= Rp15.000.000 x 1	= Rp	15.000.000
Total Biaya Selama 24 Bulan			**= Rp**	**4.447.400.000**

c. Biaya Sewa Per Bulan $= \frac{\text{Total Biaya Selama 24 Bulan}}{24}$

$= \frac{Rp4.447.400.000}{24}$

= Rp185.308.333,33

d. Biaya Sewa Per-Hari $= \frac{\text{Biaya Sewa Per Bulan}}{\text{Jumlah Hari Dalam 1 Bulan}}$

$= \frac{Rp185.308.333,33}{28}$

= Rp6.618.154,76

Satu bulan dihitung selama 28 hari, karena dengan pembagi yang kecil akan didapatkan biaya sewa harian terbesar.

e. Biaya Sewa Per-Jam $= \frac{\text{Biaya Sewa Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam 1 Hari}}$

$= \frac{\text{Rp6.618.154,76}}{24}$

= Rp275.756,46

Rekapitulasi perhitungan biaya sewa *Tower Crane* dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut

Tabel 5.3 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Sewa *Tower Crane* Pada Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe

BIAYA SEWA TOWER CRANE					
No	**Komponen Biaya**	**Satuan**		**Harga**	**Subtotal**
				(Rp)	**(Rp)**
1	Pondasi dan Angkur	Ls	1	Rp177.000.000,00	Rp177.000.000,00
2	Sewa Tower Crane	Bulan	24	Rp90.000.000,00	Rp2.160.000.000,00
3	Listrik dan BBM	Bulan	24	Rp64.600.000,00	Rp1.550.400.000,00
4	*Erection* & *Dismantling*	Ls	1	Rp65.000.000,00	Rp65.000.000,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp100.000.000,00	Rp100.000.000,00
6	Operator	Bulan	24	Rp15.000.000,00	Rp360.000.000,00
7	Asuransi Alat	Ls	1	Rp20.000.000,00	Rp20.000.000,00
8	Perizinan Disnaker	Ls	1	Rp15.000.000,00	Rp15.000.000,00
TOTAL BIAYA SELAMA 24 BULAN					Rp4.447.400.000,00
BIAYA PER BULAN					Rp185.308.333,33
BIAYA PER HARI					Rp6.618.154,76
BIAYA PER JAM					Rp275.756,45

Concrete Bucket yang digunakan memiliki kapasitas sebesar 1 m^3. Biaya sewa *Concrete Bucket* terdiri dari biaya sewa bulanan dan mobilisasi-demobilisasi (mob-demob).

Berikut adalah perhitungan biaya sewa *Concrete Bucket* (CB) di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

a. Rincian Biaya Sewa *Concrete Bucket* (CB) Per-Bulan:

1) Sewa Bulanan (Bulan)= Rp4.500.000 x 24 = Rp108.000.000
2) Mob-Demob (Ls) = Rp1.000.000 x 1 = Rp 1.000.000 +

Total Biaya Selama 24 Bulan = Rp109.000.000

b. Biaya Sewa Per Bulan $= \frac{\text{Total Biaya Selama 24 Bulan}}{24}$

$= \frac{Rp109.000.000}{24}$

= Rp4.541.666,67

c. Biaya Sewa Per-Hari $= \frac{\text{Biaya Sewa Per Bulan}}{\text{Jumlah Hari Dalam 1 Bulan}}$

$= \frac{\text{Rp4.541.666,67}}{28}$

= Rp156.609,20

Satu bulan dihitung selama 28 hari, karena dengan pembagi yang kecil akan didapatkan biaya sewa harian terbesar.

d. Biaya Sewa Per-Jam $= \frac{\text{Biaya Sewa Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam 1 Hari}}$

$= \frac{\text{Rp156.609,20}}{24}$

= Rp6.525,38

Rekapitulasi perhitungan biaya sewa *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Sewa *Concrete Bucket* Pada Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe

BIAYA SEWA CONCRETE BUCKET					
No	**Komponen Biaya**	**Satuan**		**Harga (Rp)**	**Subtotal (Rp)**
1	Sewa *Concrete Bucket*	Bulan	24	Rp4.500.000,00	Rp108.000.000,00
2	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp1.000.000,00	Rp1.000.000,00
TOTAL BIAYA SELAMA 24 BULAN					Rp109.000.000,00
TOTAL BIAYA PER BULAN					Rp4.541.666,67
BIAYA PER HARI					Rp156.609,20
BIAYA PER JAM					Rp6.525,38

Harga sewa vibrator terdiri dari biaya sewa harian. Vibrator tidak memerlukan biaya mobilisasi dan demobilisasi karena kegiatan tersebut dapat dilakukan secara mandiri menggunakan kendaraan angkut milik kontraktor, mengingat ukuran vibrator yang tidak sebesar TC ataupun CB yang butuh alat angkut khusus.

Berikut adalah perhitungan biaya sewa Vibrator di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

a. Rincian Biaya Sewa Vibrator Per-Hari :

1) *Concrete Bucket* (Hari) = Rp100.000 x 1 = Rp100.000

Total Biaya Selama 1 Hari = Rp100.000

b. Biaya Sewa Per-Jam $= \frac{\text{Biaya Sewa Per Hari}}{\text{Jumlah Jam Dalam 1 Hari}}$

$= \frac{\text{Rp100.000,00}}{24}$

= Rp4.166,67

Rekapitulasi perhitungan biaya sewa Vibrator dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Sewa Vibrator Pada Proyek Apartemen Dhika Universe

BIAYA SEWA VIBRATOR					
No	**Komponen Biaya**	**Satuan**		**Harga (Rp)**	**Subtotal (Rp)**
1	Sewa Vibrator	Hari	1	Rp100.000,00	Rp100.000,00
BIAYA PER HARI					Rp100.000,00
BIAYA PER JAM					Rp4.166,67

Rekapitulasi data biaya sewa alat bantu pengecoran di Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Data Biaya Sewa Alat Bantu Pengecoran Pada Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe

NO	NAMA	JUMLAH	SEWA PER HARI	SEWA PER JAM
		(Buah)	(Rp)	(Rp)
1	*Tower Crane*	1	Rp6.618.154,76	Rp275.756,45
2	*Concrete Bucket*	1	Rp156.609,20	Rp6.525,38
3	*Vibrator*	1	Rp100.000,00	Rp4.166,67

5.1.3 Data Biaya Upah Tenaga Kerja

Data biaya upah tenaga kerja oleh peneliti dikategorikan sesuai lokasi pengamatan pengecoran sebagaimana berikut ini.

1. Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII

   Pada pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII, tenaga kerja yang terlibat antara lain Mandor, Tukang, dan Pekerja/Tenaga/Laden. Pembayaran upah tenaga kerja ini dihitung dalam satuan harian (per-hari). Namun, dalam perhitungan biaya upah tenaga kerja pengecoran akan lebih dirinci oleh peneliti hingga ke satuan per-jam. Data ini didapatkan oleh peneliti melalui proses wawancara kepada pelaksana proyek.

   Berikut adalah perhitungan biaya upah sewa tenaga kerja pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

   a. Biaya Upah Tenaga Kerja Per Hari :

      1) Mandor = Rp100.000,00
      2) Tukang = Rp90.000,00
      3) Laden / Pekerja = Rp85.000,00

   b. Biaya Upah Tenaga Kerja Per-Jam :

      1) Mandor $= \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jumlah jam dalam sehari}}$

         $= \frac{\text{Rp100.000,00}}{\text{24 jam}}$

         = Rp4.166,67

      2) Tukang $= \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jumlah jam dalam sehari}}$

         $= \frac{\text{Rp90.000,00}}{\text{24 jam}}$

         = Rp3.750,00

      3) Laden / Pekerja $= \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jumlah jam dalam sehari}}$

         $= \frac{\text{Rp85.000,00}}{\text{24 jam}}$

         = Rp3.541,67

Rekapitulasi data biaya upah tenaga kerja pengecoran pada Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Rekapitulasi Data Biaya Upah Tenaga Kerja Pengecoran Pada Proyek Gedung FIAI UII

NO	NAMA	UPAH PER HARI	UPAH PER JAM
		(Rp)	(Rp)
1	Mandor	Rp100,000.00	Rp4,166.67
2	Tukang	Rp90,000.00	Rp3,750.00
3	Pekerja/Laden	Rp85,000.00	Rp3,541.67

2. Proyek Pembanngunan Gedung Apartemen Dhika Universe

   Pada pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe, tenaga kerja yang terlibat antara lain Mandor, Surveyor, Tukang, dan Pekerja/Tenaga/Laden. Pembayaran biaya upah tenaga kerja ini dihitung dalam satuan harian (per-hari). Namun, dalam penghitungan biaya upah tenaga kerja pengecoran akan lebih dirinci oleh peneliti hingga ke satuan per-jam. Data ini didapatkan oleh peneliti melalui sumber sekunder yakni Peraturan Wali Kota (Perwali) No. 19 Tahun 2019 Tentang Standar Harga Barang dan Jasa Pada Pemerintah Kota Yogyakarta. Penggunaan sumber sekunder oleh peneliti disebabkan peneliti tidak diberikan akses wawancara mengenai data biaya upah pekerja oleh pihak pelaksana proyek.

   Berikut adalah perhitungan biaya upah tenaga kerja pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

   a. Biaya Upah Tenaga Kerja Per Hari :
      1) Mandor = Rp93.000,00
      2) Surveyor = Rp192.000,00
      3) Tukang = Rp90.000,00
      4) Laden / Pekerja = Rp75.000,00

b. Biaya Upah Tenaga Kerja Per-Jam :

1) Mandor $= \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jumlah jam dalam sehari}}$

$= \frac{\text{Rp93.000,00}}{\text{24 jam}}$

= Rp3.875,00

2) Surveyor $= \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jumlah jam dalam sehari}}$

$= \frac{\text{Rp192.000,00}}{\text{24 jam}}$

= Rp8.000,00

3) Tukang $= \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jumlah jam dalam sehari}}$

$= \frac{\text{Rp90.000,00}}{\text{24 jam}}$

= Rp3.750,00

4) Laden / Pekerja $= \frac{\text{Upah per hari}}{\text{Jumlah jam dalam sehari}}$

$= \frac{\text{Rp75.000,00}}{\text{24 jam}}$

= Rp3.125,00

Rekapitulasi data biaya upah tenaga kerja pengecoran di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Rekapitulasi Data Biaya Upah Tenaga Kerja Pengecoran Pada Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe

NO	NAMA	UPAH PER HARI	UPAH PER JAM
		(Rp)	(Rp)
1	Mandor	Rp93,000.00	Rp3,875.00
2	Surveyor	Rp192,000.00	Rp8,000.00
3	Tukang	Rp90,000.00	Rp3,750.00
4	Pekerja/Laden	Rp75,000.00	Rp3,125.00

5.2 Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek konstruksi gedung bertingkat di dua lokasi, yakni Proyek Pembangunan Gedung Kampus FIAI UII dan Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe.

Penilitian berfokus pada perbandingan produktivitas, biaya, dan waktu pengecoran objek struktur horizontal (Pelat dan Balok) dan objek struktur vertikal (Kolom) antara menggunakan alat *Concrete Pump* (Proyek FIAI UII) dan *Concrete Bucket* (Proyek Dhika Universe).

Metode pengumpulan data waktu pengecoran dilakukan melalui sumber primer yakni pengamatan secara langsung dengan mencatat waktu pengecoran sebuah objek dari awal hingga selesai, baik waktu kerja maupun waktu tunda (*delay*).

Sedangkan metode pengumpulan data biaya upah tenaga kerja dan sewa alat dilakukan dengan dua cara, dari sumber primer, yakni wawancara langsung dengan pihak pelaksana proyek dan sumber sekunder yakni Peraturan Wali Kota Yogyakarta (PERWALI) No. 19 Tahun 2019 Tentang Standar Harga Jasa Pada Pemerintah Kota Yogyakarta.

Metode pengumpulan data biaya secara primer dilakukan pada Proyek Kampus FIAI, sedangkan metode pengumpulan data biaya secara sekunder dilakukan pada Proyek Apartemen Dhika Universe, dikarenakan pihak Pelaksana menolak untuk diwawancarai dan merekomendasikan untuk menggunakan data dari sumber sekunder. Dalam mengolah data untuk mendapatkan nilai produktivitas menggunakan metode MPDM (*Method Productivity Delay Model*).

5.3 Tahapan Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran

5.3.1 Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran Dengan Menggunakan Pompa Beton (*Concrete Pump*)

Pengecoran Pelat, Balok, dan Kolom di Proyek FIAI UII menggunakan alat *Concrete Pump* (CP) sebagai alat bantu pengecoran. Proses pengecoran menggunakan *Concrete Pump* terbagi dalam tiga tahapan, yakni persiapan awal, pengecoran, dan persiapan akhir, untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada rincian berikut.

1. Persiapan Awal

   Pada tahap persiapan awal ini akan dilakukan beberapa pekerjaan, antara lain :

   a. Truk CP datang ke lokasi kemudian diposisikan (parkir) di tempat yang ditentukan. Tempat tersebut merupakan tempat yang dinilai paling ideal dan dekat untuk mengalirkan beton ke lokasi pengecoran.
   b. Dilakukannya pengaturan pada penyangga Truk CP, hal ini untuk memastikan ban Truk CP tidak meletus karena menjadi satu-satunya tumpuan saat dilakukan proses pengecoran,
   c. Lengan (*boom*) Truk CP dirangkai, lalu diarahkan ke lokasi struktur yang hendak dicor. Apabila lokasi struktur yang hendak dicor masih tidak terjangkau, maka *boom* akan diperpanjang dengan pipa-pipa penyambung, yang tiap pipanya sepanjang 1,50 m hingga sampai di lokasi struktur yang hendak dicor.
   d. Kemudian akan dilakukan proses pemanasan dan pancingan. Proses ini dilakukan dengan mencampurkan semen dan air pada saluran masuk (*inlet*) Truk CP yang kemudian campuran tersebut akan dialirkan hingga ujung pipa. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk membuat licin saluran pipa baik pada lengan (*boom*) maupun pada pipa sambungan. Dengan kondisi pipa yang sudah licin dan basah diharapkan saat proses pengecoran dilakukan, beton segar (*ready mix concrete*) dapat dialirkan dengan lancar dan tidak tersumbat di dalam pipa.

2. Pengecoran

   Pada tahap pengecoran ini, akan dilakuan beberapa pekerjaan antara lain :

   a. Truk *Mixer* (TM) datang, kemudian dilakukan persiapan dengan menyesuaikan saluran buang (*outlet*) TM dengan saluran masuk (*inlet*) Truk CP.
   b. Kemudian dilakukan pengecekan dengan memastikan ujung *boom* atau pipa sudah mengarah tepat ke lokasi struktur yang hendak dicor. Apabila struktur yang hendak dicor merupakan struktur vertikal, akan dipasangkan pipa tremi di ujung boom atau pipa dengan tujuan mencegah segregasi karena tinggi jatuh beton segar (*ready mix concrete*) yang terlalu tinggi.
   c. Setelah semua dipastikan siap, dilakukan penuangan beton dari TM ke Truk CP yang kemudian menyalurkan beton segar (*ready mix concrete*) ke struktur yang hendak dicor.
   d. Setelah beton segar (*ready mix concrete*) sampai ke struktur yang hendak dicor, pekerja akan melakukan pemadatan menggunakan alat vibrator yang dilanjutkan dengan dilakukannya perataan beton oleh tukang spesialis pengecoran.
   e. Proses pengecoran tidak dilakukan dengan menghabiskan muatan TM dalam satu waktu. Terdapat beberapa kali stop-cor yang dilakukan, baik disengaja maupun tidak disengaja. Stop cor yang disengaja merupakan penundaan (*delay*) yang dilakukan saat hendak mengarahkan pipa dari kolom yang selesai dicor ke kolom yang hendak dicor selanjutnya, dari sebuah area Pelat-balok yang sudah mendapatkan beton dan hendak diratakan oleh pekerjanya, atau stop cor karena adzan shalat berkumandang. Stop cor yang kedua adalah stop cor yang tidak disengaja, hal ini terkait dengan gangguan teknis yang mungkin terjadi, semisal pipa atau *boom* Truk CP tersumbat, sehingga harus dilakukan perbaikan oleh operator Truk CP terlebih dahulu.

f. Apabila sebuah seluruh muatan TM telah dituangkan, maka proses pengecoran akan berhenti sejenak. Setelah itu, TM akan mengangkat saluran buangnya untuk kemudian meninggalkan lokasi untuk digantikan TM lainnya. Pengecoran akan berhenti secara total atau selesai disaat volume pengecoran sudah sesuai dengan yang direncanakan, hal ini ditunjukkan juga dengan tidak adanya TM baru yang datang untuk menuangkan beton segar (*ready mix concrete*) lagi.

3. Persiapan Akhir

Pada tahap persiapan akhir ini, akan dilakuan beberapa pekerjaan antara lain :

a. Pipa-pipa sambungan (bila digunakan) akan dilepaskan dari *boom*.
b. *Boom* akan diturunkan ke bawah untuk dirangkai ulang.
c. Dilakukan pembersihan dengan air pada saluran masuk Truk CP agar saluran bersih dari sisa-sisa beton.
d. Penyangga Truk CP diturunkan, sehingga Truk CP kembali menumpu pada roda.
e. Setelah persoalan administrasi dengan pelaksana proyek yang *stand-by* di proyek selesai, Truk CP meninggalkan lokasi proyek.

Dari ketiga tahapan tersebut, perhitungan siklus dimulai pada tahap pengecoran. Pada tahap pengecoran, banyaknya siklus didasarkan pada banyaknya TM yang menuangkan muatannya dari awal pengecoran hingga selesai. Pada tahap ini, 1 siklus meliputi waktu kerja dan waktu tundaan (*delay*), dihitung dari awal TM menuangkan muatannya hingga TM selanjutnya mulai menuangkan muatannya. Tahap persiapan awal dan persiapan akhir tidak dimasukkan ke dalam hitungan siklus, karena hanya terjadi masing-masing sekali dalam proses pengecoran dimana hal ini bertentangan dengan arti siklus yang berarti pengulangan atau terjadi berulang kali.

5.3.2 Pelaksanaan Pekerjaan Pengecoran Dengan Menggunakan *Concrete Bucket* dan *Tower Crane*

Pengecoran Pelat, Balok, Kolom, dan *Shearwall* di Proyek Gedung Apartemen Dhika Universe menggunakan alat *Concrete Bucket* (CB) sebagai alat bantu pengecoran. Proses pengecoran menggunakan CB terbagi dalam tiga tahapan, yakni persiapan awal, pengecoran, dan persiapan akhir, untuk lebih lengkapnya bisa dilihat pada rincian berikut.

1. Persiapan Awal

   Pada tahap persiapan awal, akan dilakukan pekerjaan antara lain :

   a. Tali penggantung (sling baja) dipasangkan ke CB yang kemudian disambungkan pula ke tali katrol *Tower Crane* (TC). Pada pekerjaan ini dipastikan tali penggantung terpasang dengan sempurna.
   b. Pipa tremi dipasang pada CB. Hal ini dilakukan apabila struktur yang hendak dicor adalah kolom atau *shearwall*.

   Waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan persiapan memang hanya sebentar, karena penggunaan TC dan CB dalam pengecoran sedari awal tidak membutuhkan banyak pekerjaan persiapan dibanding pengecoran menggunakan *Concrete Pump* (CP). Hal ini disebabkan oleh posisi TC yang sudah tetap di lokasi proyek dan posisi CB yang sedari awal diletakkan dekat TC apabila sedang tidak digunakan.

2. Pengecoran

   Dalam pengecoran menggunakan CB, secara umum terdapat delapan tahapan pekerjaan yang akan dilakukan antara lain :

   a. Penuangan. TM ke CB : Truck *Mixer* (TM) datang, kemudian mengarahkan saluran buangnya (*outlet*) ke dalam *Concrete Bucket* (CB). Setelah diarahhkan secara sempurna yang kemudian dilakukan adalah penuangan beton segar (*ready mix concrete*).
   b. Penarikan CB : Setelah CB diisi hingga penuh, maka TC akan menarik CB ke atas hingga ketinggian lokasi struktur yang hendak dicor.

c. TC Swing Naik : Setelah CB ditarik hingga ketinggian tertentu, maka TC akan melakukan ayunan (*swing*) untuk memosisikan tepat di lokasi struktur yang hendak dicor.
d. Pemosisian Tremi (Turun) : Setelah CB sampai di lokasi struktur yang hendak dicor, maka akan diturunkannya pipa tremi yang awalnya masih tergulung di CB. Pipa tremi akan diturunkan untuk diposisikan tepat di lokasi struktur yang hendak dicor. Penggunaan pipa tremi bertujuan untuk mencegah beton segar (*ready mix concrete*) mengalami segregasi akibat tinggi jatuh yang terlalu tinggi. Tahapan pemosisian tremi hanya ada pada saat pengecoran struktur vertikal, seperti kolom atau *shearwall*. Pada pengecoran struktur horizontal seperti Pelat dan balok, pipa tremi tidak dibutuhkan, karena CB akan diposisikan rendah tepat di atas Pelat atau balok yang hendak dicor.
e. Penuangan Beton : Setelah CB tepat berada di atas lokasi struktur dan pipa tremi telah diposisikan dengen baik (khusus hanya pada pengecoran kolom atau *shearwall*), maka pekerja yang berada di atas CB akan menarik tuas untuk membuka saluran keluar (*outlet*) untuk mengalirkan beton segar (*ready mix concrete*). Proses ini akan dilakukan hingga beton yang dibawa CB sudah dituangkan seluruhnya.
f. Pemosisian Tremi (Naik) : Setelah beton dituangkan seluruhnya, maka tuas untuk mengatur bukaan saluran keluar (*outlet*) akan ditutup. Setelah itu pipa tremi akan digulung naik seperti sebelum beton dituangkan. Proses ini hanya dilakukan pada saat pengecoran struktur kolom atau *shearwall*.
g. TC Swing Turun : Setelah pipa tremi digulung, maka TC akan bergerak mengarahkan CB ke samping lokasi bangunan, tepat di atas lokasi awal CB saat diisi muatan beton. Tujuannya agar CB dapat diturunkan setelah mencapai samping bangunan.
h. Penurunan CB : Setelah CB telah berada di samping bangunan, tepat di atas lokasi awal sebelum ditarik naik, maka CB akan diturunkan hingga mencapai lokasi awal untuk diisi lagi dengan beton segar (*ready mix concrete*).

Satu siklus dihitung mulai dari kegiatan a (Penuangan TM ke CB) sampai dengan kegiatan h (Penurunan CB). Pada pengecoran Pelat dan balok terdapat kekhususan, yakni jumlah tahapan siklus yang hanya berjumlah tujuh, antara lain:

a. Waktu Penuangan TM ke CB (Tuang Beton),
b. Waktu Penarikan CB (CB Naik),
c. Waktu TC Swing Naik,
d. Waktu Pemosisian CB (Pemosisian CB)
e. Waktu Penuangan Beton dari CB (Cor),
f. Waktu TC Swing Turun,
g. Waktu Penurunan CB (CB Turun)

Perbedaan jumlah tahapan siklus terletak pada tidak adanya kegiatan pemosisisan tremi turun dan pemosisian tremi naik. Namun ada tambahan kegiatan baru, yakni pemosisian CB.

Hal ini disebabkan karena pada pengecoran Pelat dan balok tidak digunakan tremi karena tinggi jatuh beton yang tidak terlalu tinggi sehingga tidak dikhawatirkan terjadia segregasi. Sedangkan adanya tahapan baru, yakni pemosisian CB disebabkan saat CB sudah sampai ke lokasi pengecoran, akan tetap diarahkan terlebih dahulu oleh pekerja sebelum pengecoran dilakukan.

3. Persiapan Akhir

Pada tahap persiapan akhir akan dilakukan pekerjaan antara lain :

a. Pelepasan kait sling baja yang diikat pada CB. Hal ini dilakukan saat CB selesai menuangkan muatan beton terakhir.
b. Pipa tremi dilepaskan dari CB.
c. Kemudian, pekerja akan membersihkan CB dan pipa tremi dari sisa beton yang masih menempel dengan menyiramkan air pada bagian dalam CB dan pipa tremi.

5.4 Analisis Data Produktivitas Pengecoran

5.4.1 Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung Kampus FIAI UII

Pelaksana Proyek : Swakelola Badan Wakaf UII

Jenis Pengecoran : *Cast Insitu* dengan *Ready-Mix*

Volume Pekerjaan : 26 m3

Elevasi Pekerjaan : 24,9 m

Mutu Beton : FC'30 MPa dengan Slump 10 +/- 2

Jenis Alat Bantu : *Concrete Pump* Model IPF 100B *Long Boom* (Chassis Truk Nissan Diesel)

Proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Proses Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

1. Data Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*

   Berikut adalah contoh Perhitungan durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP).

   a. Siklus

      Sebagai contoh, perhitungan dilakukan pada siklus satu yang merupakan saat dimana CP melakukan pengecoran menggunakan muatan dari *Truck Mixer* (TM) pertama.

   b. Durasi Kerja

      Durasi kerja merupakan waktu yang dihitung selama ada pekerjaan yang dilakukan. Pada siklus satu, durasi kerja yang dihitung adalah saat melakukan pengecoran menggunakan muatan dari *Truck Mixer* (TM) pertama. Berikut adalah perhitungan durasi kerja.

      1) CP Melakukan Pengecoran = Waktu Selesai-Waktu Mulai
         = 03:04:25-03:02:12
         = 00:02:13
         = (2*60)+13
         = 133 detik
      2) CP Melakukan Pengecoran = Waktu Selesai-Waktu Mulai
         = 03:11:35-03:09:43
         = 00:01:52
         = (1*60)+52
         = 112 detik
      3) CP Melakukan Pengecoran = Waktu Selesai-Waktu Mulai
         = 03:17:28-03:15:00
         = 00:02:28
         = (2*60)+28
         = 148 detik

4) CP Melakukan Pengecoran = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 03:22:13-03:20:06
= 00:02:07
= (2*60)+7
= 127 detik

5) **Total Durasi Kerja Siklus 1** = Total waktu kerja siklus 1
= 133+122+148+127
= 520 detik

c. Durasi Tunda

Durasi tunda merupakan waktu yang dihitung saat tidak pekerjaan yang dilakukan sehingga menyebabkan tundaan (*delay*). Pada siklus satu, durasi tunda yang dihitung adalah sesaat setelah CP berhenti mengecor karena menunggu TM datang dan proses pemindahan arah pipa menuju kolom yang hendak dicor.

Dalam memudahkan penggolongan jenis penundaan, peneliti menggunakan kode berikut ini. Kodifikasi jenis penundaaan dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Kodifikasi Jenis Penundaan

Kategori	Kode
Lingkungan	A
Alat	B
Tenaga Kerja	C
Material	D
Manajemen	E

Berikut ini adalah perhitungan durasi tunda siklus 1.

1) Tundaan 1 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 03:09:43-03:04:25
= 00:05:18
= (5*60)+18
= 318 detik

Penyebab Tundaan 1 = Pindah kolom

Kategori = Peralatan

Kode = B

2) Tundaan 2 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 03:15:00-03:11:35
= 00:03:25
= (3*60)+25
= 205 detik

Penyebab Tundaan 2 = Pindah kolom
Kategori = Peralatan
Kode = B

3) Tundaan 3 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 03:20:06-03:17:28
= 00:02:38
= (2*60)+38
= 158 detik

Penyebab Tundaan 3 = Pindah kolom
Kategori = Peralatan
Kode = B

4) Tundaan 4 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 03:35:13-03:22:13
= 00:13:00
= (13*60)+0
= 780 detik

Penyebab Tundaan 4 = Tunggu TM Datang
Kategori = Material
Kode = D

5) **Total Durasi Tunda -Siklus 1** = Total waktu kerja siklus 1
= 318+205+158+780
= 1461 detik

d. Waktu Produksi Siklus

Waktu produksi siklus adalah durasi yang dibutuhkan *Concrete Pump* dalam menyelesaikan sebuah siklus, baik saat *Concrete Pump* melakukan persiapan sebelum dan sesudah pengecoran maupun saat melakukan pengecoran.

Waktu produksi didapatkan dengan menjumlahkan durasi kerja dan durasi tunda dalam satu siklus.

1) Waktu Produksi Siklus 1 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
= 520+1461
= 1981 detik

Contoh perhitungan durasi pengecoran kolom pada siklus 1 menggunakan *Concrete Pump* (CP) dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Contoh Perhitungan Durasi Pengecoran Kolom Pada Siklus 1 Menggunakan *Concrete Pump*

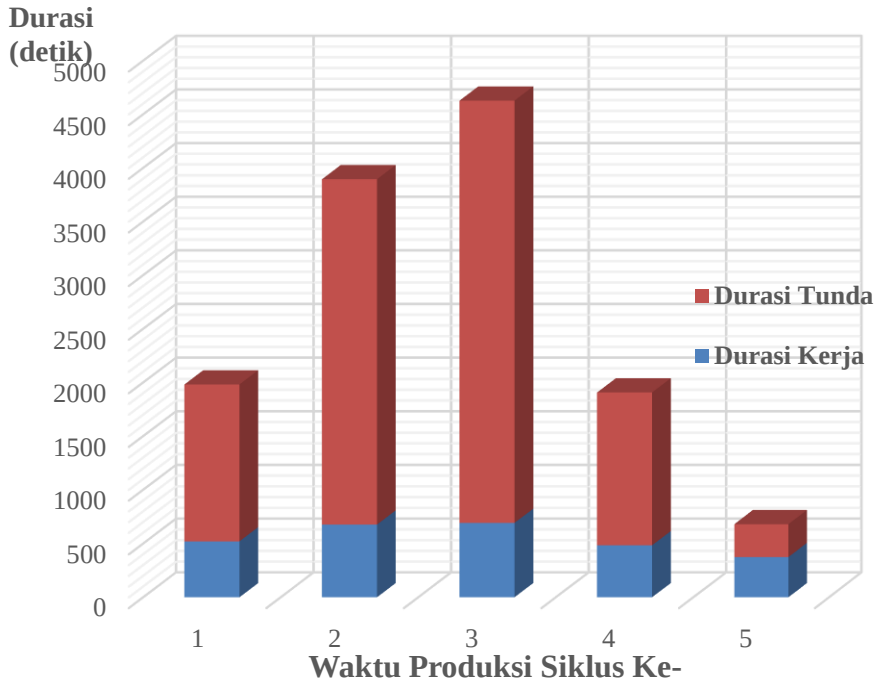
Siklus	Kegiatan	Durasi Kerja		Durasi Tunda		Ket	Kode	Waktu Produksi
		(menit)	(detik)	(menit)	(detik)			
TM 1 (6 m3) Siklus 1	**TM 1 Datang**			**AWAL PENGECORAN**				
	Pengecoran	0:02:13	133					1981
	Delay			0:05:18	318	Pindah Kolom	B	
	Pengecoran	0:01:52	112					
	Delay			0:03:25	205	Pindah Kolom	B	
	Pengecoran	0:02:28	148					
	Delay			0:02:38	158	Pindah Kolom	B	
	Pengecoran	0:02:07	127					
	Delay			0:13:00	780	Tunggu TM	D	
	TM 1 Keluar			**JEDA ANTAR TM**				

Rekap perhitungan durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan CP

Kendaraan	Siklus	Volume Pengecoran	Durasi Kerja	Durasi Tunda	Waktu Produksi
		(m3)	(detik)	(detik)	(detik)
TM 1	1	6	520	1461	1981
TM 2	2	6	676	3219	3895
TM 3	3	6	692	3936	4628
TM 4	4	4	484	1423	1907
TM 5	5	4	374	306	680

Histogram durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.2 Histogram Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

2. Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

   Berikut adalah contoh perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran kolom menggunakan C*oncrete Pump* (CP).

   a. Waktu produksi siklus adalah durasi yang dibutuhkan *Concrete Pump* dalam menyelesaikan sebuah siklus. Waktu produksi didapatkan dengan menjumlahkan seluruh durasi kerja dan durasi tunda yang ada dalam satu siklus seperti pada Tabel 5.10 di atas.

      1) Waktu produksi siklus 1 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
         = 520+1461
         = 1981 detik

      2) Waktu produksi siklus 2 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
         = 676+3219
         = 3895 detik

b. Dalam kegiatan ini terdapat dua kategori penundaaan yang terjadi, yakni penundaan karena faktor alat dan material.

   Penundaan karena faktor alat adalah saat proses pemindahan pipa talang setelah menyelesaikan pengecoran di sebuah kolom dan hendak melanjutkan pengecoran ke kolom selanjutnya.

   Penundaan karena faktor material adalah saat sebuah *Truck Mixer* selesai melakukan pengecoran namun *Truck Mixer* selanjutnya terlambat datang sehingga pengecoran harus tertunda.

   1) Faktor Alat = 8713 detik
   2) Faktor Material = 1632 detik

c. Waktu siklus tak tertunda adalah durasi bersih produksi yang dibutuhkan *Concrete Pump* dalam menyelesaikan sebuah siklus.

   1) Waktu siklus tak tertunda Siklus 1 =Waktu produksi siklus ke-1 – Waktu tundaan siklus ke-1
      = 1981-(681+780)
      = 520 detik

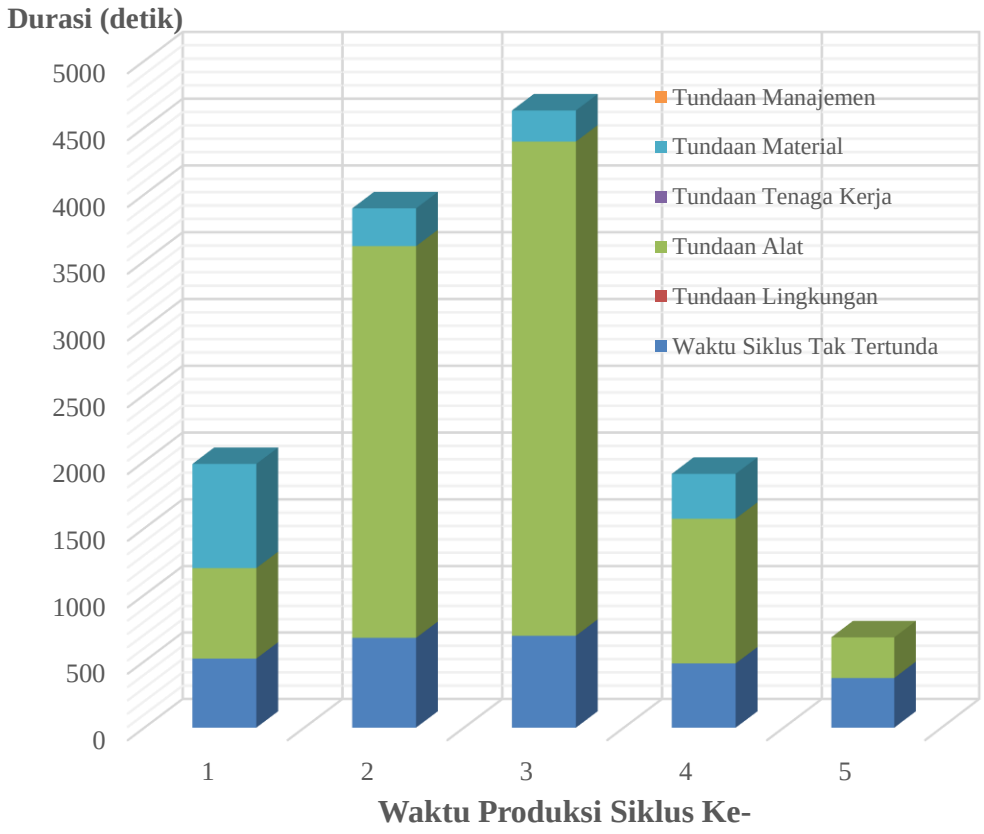
   2) Waktu siklus tak tertunda Siklus 2 =Waktu produksi siklus ke-2– Waktu tundaan siklus ke-2
      = 3895-(2936+283)
      = 676 detik

Rekap perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran kolom menggunakan C*oncrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*

Kendaraan	Nomor Siklus		Volume	Waktu Produksi	*Delay*					Ket	Waktu Siklus Tak tertunda
					Lingkungan	Alat	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
			(m3)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)		(Detik)
CP	TM 1	1	6	1981		681		780		***Delay***	520
	TM 2	2	6	3895		2936		283		***Delay***	676
	TM 3	3	6	4628		3703		233		***Delay***	692
	TM 4	4	4	1907		1087		336		***Delay***	484
	TM 5	5	4	680		306		0		***Delay***	374
Jumlah Waktu Produksi			**(Detik)**	13091		8713		1632			
Rata-Rata Waktu Produksi			**(Detik)**	2618		1742,6		326,4			
Total Waktu Tundaan (*Delay*)			**(Detik)**	10345							

Histogram penundaan siklus produksi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Histogram Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*

3. Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM

   Berikut adalah contoh perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran kolom menggunakan C*oncrete Bucket* (CP) dapat dilihat berikut ini.

   a. Siklus produksi tak tertunda

      1) Waktu produksi total adalah jumlah durasi siklus produksi yang tak tertunda.

         Waktu produksi total = 0 detik (karena semua siklus terdapat tundaan)

      2) Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda.

         Jumlah siklus produksi tak tertunda = 0 siklus

3) Rata-rata waktu siklus adalah waktu produksi total dibagi jumlah siklus.

   Rata-rata waktu siklus = $\frac{0}{0}$ = 0 detik

4) $\frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu siklus tak tertunda}}{\text{n}} = \frac{0}{0}$ = 0 detik

b. Siklus produksi keseluruhan

1) Waktu produksi total adalah jumlah durasi siklus produksi secara keseluruhan.

   Waktu produksi total = 1981+3895+4628+1907+680

   = 13091 detik

2) Jumlah siklus keseluruhan adalah banyaknya siklus keseluruhan.

   Jumlah siklus produksi keseluruhan = 5 siklus

3) Rata-rata waktu siklus adalah waktu produksi total dibagi jumlah siklus.

   Rata-rata waktu siklus = $\frac{13091}{5}$ = 2618,200 detik

4) $\frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu siklus tak tertunda}}{\text{n}}$

   $= \frac{[1981-0]+[3895-0]+[4628-0]+[1907-0]+[680-0]}{5}$

   = 2618,200 detik

Rekap Perhitungan lembar kerja proses MPDM pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Rekap Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*

Alat	Unit	Waktu Produksi Total (detik)	Jumlah Siklus	Rata-Rata Waktu Siklus (detik)	Σ[|Waktu Siklus Produksi - Rata-Rata Waktu Siklus Tak Tertunda|]/n (detik)
CP	Siklus Produksi Tak Tertunda	0	0	-	0
	Siklus Produksi Keseluruhan	13091	5	2618,2	2618,2

4. Perhitungan Informasi Penundaan

   Berikut adalah contoh perhitungan informasi penundaan pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP).

   a. Kejadian adalah jumlah siklus yang mengalami penundaan pada faktor lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen.
      1) Alat = 5 siklus
      2) Material = 4 siklus
   b. Total penambahan waktu adalah total dari setiap tipe penundaan yang terjadi pada semua siklus.
      1) Alat = 8713 detik
      2) Material = 1632 detik
   c. Kemungkinan kejadian adalah kejadian (a) dibagi jumlah siklus keseluruhan.
      1) Alat = $\frac{5}{5}$ = 1,000
      2) Material = $\frac{4}{5}$ = 0,800
   d. *Relative severity* adalah (total penambahan waktu (b) dibagi kejadian (a)) dibagi dengan rerata siklus produksi keseluruhan.
      1) Alat = $\left(\frac{8713}{5}\right)$: 2618,200 = 0,666
      2) Material = $\left(\frac{1632}{4}\right)$: 2618,200 = 0,156
   e. Perkiraan % waktu penundaan per siklus produksi adalah kemungkinan kejadian dikali *relative severity* dikali 100%.
      1) Alat = 1,000 x 0,666 x 100% = 66,657 %
      2) Material = 0,800 x 0,156 x 100% = 12,467 %

   Rekap Perhitungan informasi penundaan pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Rekap Perhitungan Informasi Penundaan Pada Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*

Alat	Informasi Penundaan					
		Lingkungan	Alat	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
CB	Jumlah Siklus	5				
	Kejadian	0	5	0	4	0
	Total Penambahan Waktu	0	8713	0	1632	0
	Kemungkinan Kejadian	0,000	1,000	0,000	0,800	0,000
	Relative Severity	0,000	0,666	0,000	0,156	0,000
	Perkiraan % Waktu Penundaan Persiklus Produksi	0,000	66,557	0,000	12,467	0,000

5. Perhitungan Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump*

   Dalam menghitung produktivitas sebuah pekerjaan digunakan rumus sebagai berikut ini.

   a. Produktivitas Ideal

      Produktivitas ideal adalah produktivitas yang dihitung berdasarkan waktu produksi tak tertunda.

      $$\text{Prod.ideal} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus ideal}} \text{ x rerata volume tak tertunda}$$

   b. Produktivitas Keseluruhan

      Produktivitas keseluruhan adalah produktivitas yang dihitung berdasarkan waktu produksi keseluruhan.

      $$\text{Prod.keseluruhan} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}} \text{ x rerata volume total}$$

   Perhitungan produktivitas keseluruhan juga bisa menggunakan rumus berikut ini:

   Produktivitas keseluruhan = Produktivitas ideal x $(1-E_{en}-E_{eq}-E_{la}-E_{mt}-E_{mm})$

   Produktivitas ideal = 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

E_{mm} = Perkiraan % penundaan akibat manajemen / 100

Dengan menggunakan rumus di atas, berikut ini adalah perhitungan produktivitas pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump*.

Diketahui :

1) Rerata waktu siklus total $= \frac{\text{Waktu Total Produksi}}{\text{Jumlah Siklus}}$

$= \frac{13091 \text{ detik}}{5 \text{ siklus}}$

$= 2618{,}200$ detik

2) Rerata volume keseluruhan $= \frac{\text{Total Volume Cor}}{\text{Jumlah Siklus}}$

$= \frac{26 \text{ m3}}{5 \text{ siklus}}$

$= 5{,}200 \text{ m}^3$

3) Produktivitas keseluruhan $= \frac{\text{rerata volume siklus keseluruhan}}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}}$

$= \frac{5{,}200 \text{ m3}}{2618{,}200 \text{ detik}} \text{x } 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \text{x} 60 \frac{\text{detik}}{\text{menit}}$

$= 0.001986097 \frac{\text{m3}}{\text{detik}} \text{ x } 3600$

$= 7{,}150 \text{ m}^3/\text{jam}$

4) Produktivitas ideal $= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{(1-\text{Een}-\text{Eeq}-\text{Ela}-\text{Emt}-\text{Emm})}$

$= \frac{7{,}150 \text{ m3/jam}}{1-((0+66{,}557+0+12{,}467+0)/100)}$

$= \frac{7{,}150 \text{ m3/jam}}{0{,}790}$

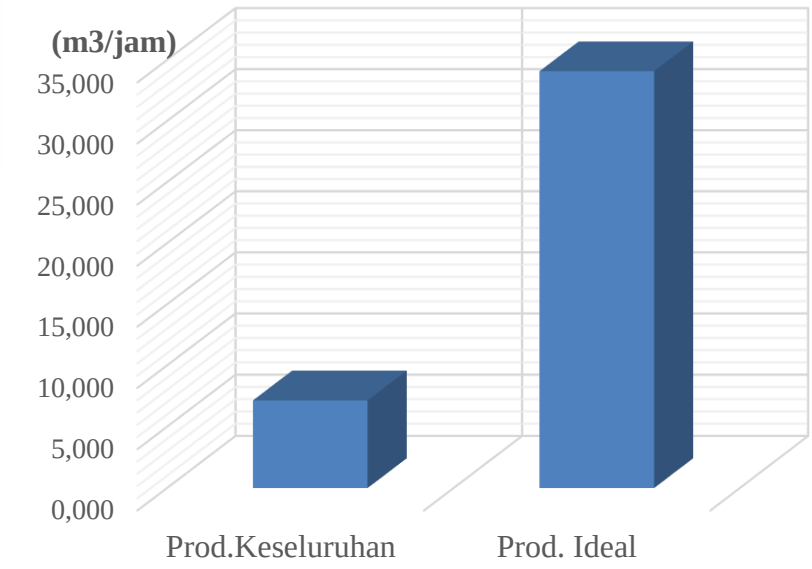
$= 34{,}086 \text{ m}^3\text{/jam}$

Produktivitas ideal dan produktivitas keseluruhan pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut ini.

Tabel 5.15 Rekap Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *CP*

Alat	Rerata Waktu Siklus Keseluruhan	Rerata Volume Keseluruhan	Produktivitas Keseluruhan	Produktivitas Ideal
	(Detik)	(m3)	(m3/jam)	(m3/jam)
CP	2618,200	5,2	7,150	34,086

Histogram rekap produktivitas pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Histogram Rekap Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

5.4.2 Produktivitas Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Gedung Kampus FIAI UII

Pelaksana Proyek : Swakelola Badan Wakaf UII

Jenis Pengecoran : *Cast Insitu* dengan *Ready-Mix*

Volume Pekerjaan : 137 m3

Elevasi Pekerjaan : 24.9 m

Mutu Beton : FC'30 MPa dengan Slump 10 +/- 2

Jenis Alat Bantu : *Concrete Pump* Model IPF 100B *Long Boom* (Chassis Truk Nissan Diesel)

Proses pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Proses Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

1. Data Durasi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*

   Berikut adalah perhitungan durasi pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP)

   a. Siklus

      Sebagai contoh, perhitungan dilakukan pada siklus satu yang merupakan waktu dimana CP melakukan pengecoran

   b. Durasi Kerja

      Durasi kerja merupakan waktu yang dihitung selama ada pekerjaan yang dilakukan. Pada siklus satu, durasi kerja yang dihitung adalah saat pengecoran dilakukan. Berikut adalah perhitungan durasi kerja.

      1) Pengecoran 1 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
         = 04:54:58-04:50:42
         = 00:04:16
         = (4*60)+16
         = 256 detik

      2) Pengecoran 2 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
         = 04:59:13-04:55:50
         = 00:03:23
         = (3*60)+23
         = 203 detik

      3) Pengecoran 3 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
         = 05:05:23-05:01:26
         = 00:03:57
         = (3*60)+57
         = 237 detik

      4) Pengecoran 4 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
         = 05:09:38-05:07:31
         = 00:02:07
         = (2*60)+7
         = 127 detik

5) Pengecoran 5 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 05:12:09-05:10:05
= 00:02:04
= (2*60)+4
= 124 detik

6) **Total Durasi Kerja Siklus 1** = Total waktu kerja siklus 2
= 256+203+237+127+124
= 947 detik

c. Durasi Tunda

Durasi tunda merupakan waktu yang dihitung saat tidak pekerjaan yang dilakukan sehingga menyebabkan tundaan (*delay*). Pada siklus satu, durasi tunda yang dihitung adalah saat terjadi stop cor yang terjadi karena meratakan beton cor dan menunggu *Truck Mixer* (TM) datang.

Dalam memudahkan penggolongan jenis penundaan, peneliti menggunakan kode berikut ini. Kodifikasi jenis penundaaan dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Kodifikasi Jenis Penundaan

Kategori	Kode
Lingkungan	A
Alat	B
Tenaga Kerja	C
Material	D
Manajemen	E

Berikut ini adalah perhitungan durasi tunda.

1) Tundaan 1 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 04:55:50-04:54:58
= 00:00:52
= (0*60)+52
= 52 detik

Penyebab Tundaan 1 = Ratakan Beton

Kategori = Alat

Kode = B

2) Tundaan 2 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 05:01:26-04:59:13
= 00:02:13
= (2*60)+13
= 133 detik
Penyebab Tundaan 2 = Ratakan Beton
Kategori = Alat
Kode = B
3) Tundaan 3 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 05:07:31-05:05:23
= 00:02:08
= (2*60)+8
= 128 detik
Penyebab Tundaan = Ratakan Beton
Kategori = Alat
Kode = B
4) Tundaan 4 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 05:10:05-05:09:38
= 00:00:27
= (0*60)+27
= 27 detik
Penyebab Tundaan 4 = Ratakan Beton
Kategori = Alat
Kode = B
5) Tundaan 5 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 05:16:02-05:12:09
= 00:03:53
= (3*60)+53
= 233 detik
Penyebab Tundaan 5 = Tunggu TM
Kategori = Material

Kode = D

6) **Total Durasi Tunda-Siklus 2** = Total waktu delay siklus 2
= 52+133+128+27+233
= 573 detik

d. Waktu Produksi Siklus

Waktu produksi siklus adalah durasi yang dibutuhkan *Concrete Pump* dalam menyelesaikan sebuah siklus.. Waktu produksi didapatkan dengan menjumlahkan durasi kerja dan durasi tunda dalam satu siklus.

1) **Waktu Produksi Siklus 1** = Durasi Kerja + Durasi Tunda
= 947+ 573
= 1392 detik

Contoh perhitungan durasi pengecoran pelat dan balok pada siklus 1 menggunakan *Concrete Pump* (CP) dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

Tabel 5.17 Contoh Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat-Balok Pada Siklus 1 Menggunakan *Concrete Pump*

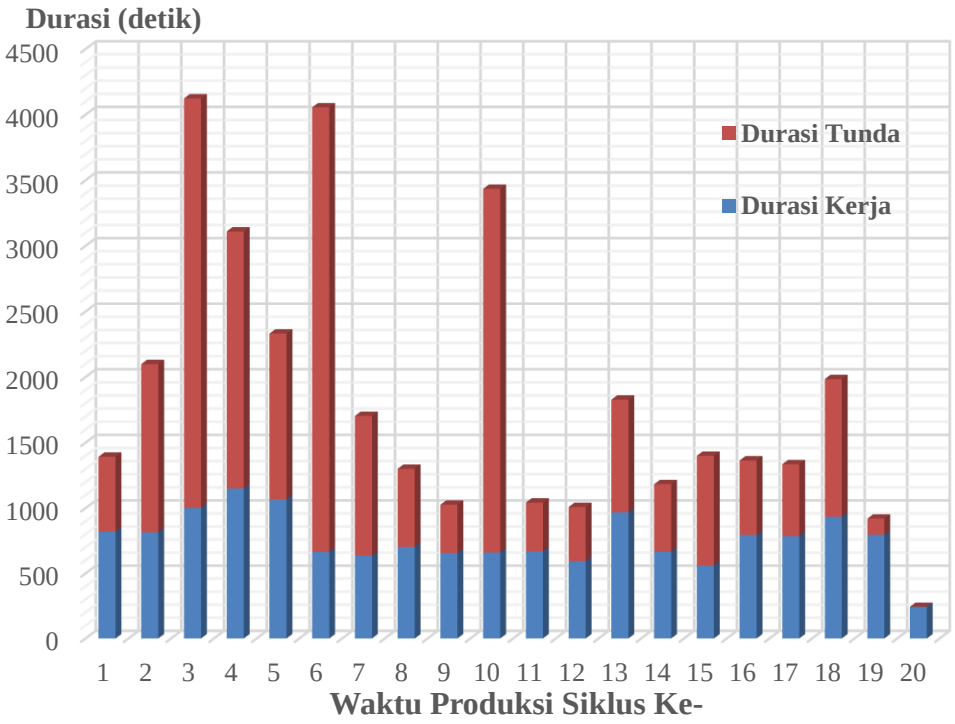
Siklus	Kegiatan	Durasi Kerja		Durasi Tunda		Ket	Kode	Waktu Produksi
		(menit)	(detik)	(menit)	(detik)			
1	**TM 1 Datang**			**AWAL PENGECORAN**				
	Pengecoran	0:04:16	256					1392
	Delay			0:00:52	52	Ratakan Beton	B	
	Pengecoran	0:03:23	203					
	Delay			0:02:13	133	Ratakan Beton	B	
	Pengecoran	0:03:57	237					
	Delay			0:02:08	128	Ratakan Beton	B	
	Pengecoran	0:02:07	127					
	Delay			0:00:27	27	Ratakan Beton	B	
	Pengecoran	0:02:04	124					
	Delay			0:03:53	233	Tunggu TM	D	
	TM 1 Keluar			**JEDA ANTAR TM**				

Rekap perhitungan durasi pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.18 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*

Kendaraan	Siklus	Volume Pengecoran	Durasi Kerja	Durasi Tunda	Waktu Produksi
		(m3)	(Detik)	(Detik)	(Detik)
TM 1	1	7	819	573	1392
TM 2	2	7	814	1284	2098
TM 3	3	7	1001	3122	4123
TM 4	4	7	1150	1959	3109
TM 5	5	7	1070	1261	2331
TM 6	6	7	663	3392	4055
TM 7	7	7	635	1068	1703
TM 8	8	7	703	597	1300
TM 9	9	7	655	371	1026
TM 10	10	7	660	2774	3434
TM 11	11	7	668	374	1042
TM 12	12	7	592	416	1008
TM 13	13	7	968	859	1827
TM 14	14	7	664	519	1183
TM 15	15	7	559	840	1399
TM 16	16	7	793	571	1364
TM 17	17	7	785	550	1335
TM 18	18	7	933	1051	1984
TM 19	19	7	795	124	919
TM 20	20	4	242	0	242

Histogram durasi pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Histogram Durasi Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

2. Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

   Berikut adalah contoh perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran pelat dan balok menggunakan C*oncrete Pump* (CP).

   a. Waktu Produksi Siklus

      Waktu produksi siklus adalah durasi yang dibutuhkan *Concrete Pump* dalam menyelesaikan sebuah siklus. Waktu produksi didapatkan dengan menjumlahkan seluruh durasi kerja dan durasi tunda yang ada dalam satu siklus seperti pada Tabel 5.16 di atas.

      1) Waktu produksi siklus 1 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
         = 947+573
         = 1392 detik

      2) Waktu produksi siklus 2 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
         = 814+1284
         = 2098 detik

b. Waktu Tunda (*Delay*)

Dalam kegiatan ini terdapat dua kategori penundaaan yang terjadi, yakni penundaan karena faktor alat dan material.

Penundaan karena faktor alat adalah saat pekerja meratakan beton yang dicor pada sebuah area pelat/balok dan proses bongkar-pasang pipa untuk memindahkan arah pipa talang setelah menyelesaikan pengecoran di sebuah area pelat/balok dan hendak melanjutkan pengecoran ke area pelat/balok selanjutnya.

Penundaan karena faktor material adalah saat sebuah *Truck Mixer* (TM) selesai melakukan pengecoran namun TM selanjutnya terlambat datang sehingga pengecoran harus tertunda.

1) Faktor Alat = 15950 detik
2) Faktor Material = 5775 detik

c. Waktu Siklus Tak Tertunda

Waktu siklus tak tertunda adalah durasi bersih produksi yang dibutuhkan *Concrete Pump* dalam menyelesaikan sebuah siklus.

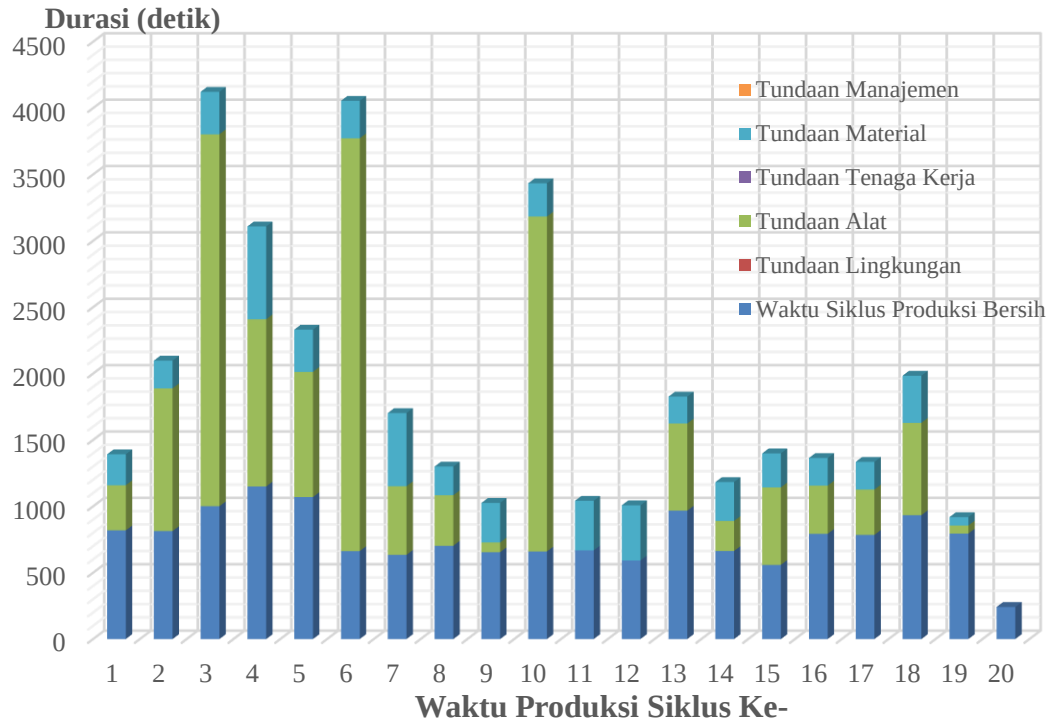
1) Waktu siklus tak tertunda Siklus 1 =Waktu produksi siklus ke-1-Waktu tundaan siklus ke-1
   = 1392-(340+233)
   = 819
2) Waktu siklus tak tertunda Siklus 2 =Waktu produksi siklus ke-2-Waktu tundaan siklus ke-2
   = 2098-(1075+209)
   = 814

Rekap Perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran pelat dan balok menggunakan C*oncrete Pump* (CP) dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

Tabel 5.19 Rekap Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*

Kendaraan	Nomor Siklus	Volume	Waktu Produksi	*Delay*					Ket	Waktu Siklus Produksi Bersih
				Lingkungan	Alat	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
		(m3)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)		(Detik)
CP	1	7	1392		340		233		*Delay*	819
	2	7	2098		1075		209		*Delay*	814
	3	7	4123		2802		320		*Delay*	1001
	4	7	3109		1259		700		*Delay*	1150
	5	7	2331		943		318		*Delay*	1070
	6	7	4055		3110		282		*Delay*	663
	7	7	1703		517		551		*Delay*	635
	8	7	1300		381		216		*Delay*	703
	9	7	1026		73		298		*Delay*	655
	10	7	3434		2523		251		*Delay*	660
	11	7	1042				374		*Delay*	668
	12	7	1008				416		*Delay*	592
	13	7	1827		656		203		*Delay*	968
	14	7	1183		226		293		*Delay*	664
	15	7	1399		584		256		*Delay*	559
	16	7	1364		363		208		*Delay*	793
	17	7	1335		341		209		*Delay*	785
	18	7	1984		696		355		*Delay*	933
	19	7	919		61		63		*Delay*	795
	20	4	242						*Non-Delay*	242
Jumlah Waktu Produksi		**(Detik)**	36874		15950		5755			
Rata-Rata Waktu Produksi		**(Detik)**	1843,700		938,235		302,895			
Total Waktu Tundaan (Delay)		**(Detik)**	21705							

Histogram penundaan siklus produksi pengecoran pelat-balok menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5.7 Histogram Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Pump*

3. Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM

   Berikut adalah contoh perhitungan lembar kerja proses MPDM pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump*.

   a. Siklus produksi tak tertunda

      1) Waktu produksi total adalah jumlah durasi siklus produksi yang tak tertunda.

         Waktu produksi total = 242

      2) Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda.

         Jumlah siklus produksi tak tertunda = 1 siklus

      3) Rata-rata waktu siklus adalah waktu produksi total dibagi jumlah siklus.

         Rata-rata waktu siklus = $\frac{242}{1}$ = 242 detik

4) $\frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu siklus tak tertunda}}{\text{n}}$

$= \frac{|242-242||}{1}$

= 0 detik

b. Siklus produksi keseluruhan

1) Waktu produksi total adalah jumlah durasi siklus produksi secara keseluruhan.

Waktu produksi total = 1392+2098+4123+3109+2331+4055+
1703+1300+1026+3434+1042+1008+1827+
1183+1399+1364+1335+1984+919+242
= 36874 detik

2) Jumlah siklus keseluruhan adalah banyaknya siklus keseluruhan.

Jumlah siklus produksi keseluruhan = 20 siklus

3) Rata-rata waktu siklus adalah waktu produksi total dibagi jumlah siklus.

Rata-rata waktu siklus = $\frac{36874}{20}$ = 1843,700 detik

4) $\frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu siklus tak tertunda}}{\text{n}}$

$= \frac{[1392-242]+[2098-242]+[4123-242]+[3109-242]+[2331-242]}{20}$
$+ \frac{[4055-242]+[1703-242]+[1300-242]+[1026-242]+[3434-242]}{20}$
$+ \frac{[1042-242]+[1008-242]+[1827-242]+[1183-242]+[1399-242]}{20}$
$+ \frac{[1364-242]+[1335-242]+[1984-242]+[919-242]+[242-242]}{20}$

= 1601,700 detik

Rekap perhitungan lembar kerja proses MPDM pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

Tabel 5.20 Rekap Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Pengecoran Pelat & Balok Menggunakan *Concrete Pump*

Alat	Unit	Waktu Produksi Total	Jumlah Siklus	Rata-Rata Waktu Siklus	Σ[|Waktu Siklus Produksi - Rata-Rata Waktu Siklus Tak Tertunda|]/n
		(Detik)		(Detik)	(Detik)
CP	Siklus Produksi Tak Tertunda	242	1	242,000	0,000
	Siklus Produksi Keseluruhan	36874	20	1843,700	1601,700

4. Perhitungan Informasi Penundaan

   Berikut adalah contoh perhitungan informasi penundaan pada pekerjaan pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump*.

   a. Kejadian adalah jumlah siklus yang mengalami penundaan pada faktor lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen.
      1) Alat = 17 siklus
      2) Material = 19 siklus

   b. Total penambahan waktu adalah total dari setiap tipe penundaan yang terjadi pada semua siklus.
      1) Alat = 15950 detik
      2) Material = 5755 detik

   c. Kemungkinan kejadian adalah kejadian (a) dibagi jumlah siklus keseluruhan.
      1) Alat = $\frac{17}{20}$ = 0,850
      2) Material = $\frac{19}{20}$ = 0,950

   d. *Relative severity* adalah (total penambahan waktu (b) dibagi kejadian (a)) dibagi dengan rerata siklus produksi keseluruhan.
      1) Alat = $\left(\frac{15950}{17}\right)$: 1843,700 = 0,509
      2) Material = $\left(\frac{5755}{19}\right)$: 1843,700 = 0,164

e. Perkiraan % waktu penundaan per siklus produksi adalah kemungkinan kejadian dikali *relative severity* dikali 100%.

1) Alat = 0,850 x 0,509 x 100% = 43,255 %

2) Material = 0,950 x 0,164 x 100% = 15,607 %

Rekap perhitungan informasi penundaan pada pekerjaan pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.21 Rekap Perhitungan Informasi Penundaan Pada Pekerjaan Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*

Alat	Informasi Penundaan					
		Lingkungan	**Peralatan**	**Tenaga Kerja**	**Material**	**Manajemen**
CB	Jumlah Siklus	20				
	Kejadian	17	17	17	17	17
	Total Penambahan Waktu	15950	15950	15950	15950	15950
	Kemungkinan Kejadian	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850
	Relative Severity	0,509	0,509	0,509	0,509	0,509
	Perkiraan % Waktu Penundaan Persiklus Produksi	43,255	43,255	43,255	43,255	43,255

5. Perhitungan Produktivitas Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump*

Dalam menghitung produktivitas sebuah pekerjaan digunakan rumus sebagai berikut ini.

a. Produktivitas Ideal

Produktivitas ideal adalah produktivitas yang dihitung berdasarkan waktu produksi tak tertunda.

$$\text{Prod.ideal} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus ideal}} \text{ x rerata volume tak tertunda}$$

b. Produktivitas Keseluruhan

Produktivitas keseluruhan adalah produktivitas yang dihitung berdasarkan waktu produksi keseluruhan.

$$\text{Prod.keseluruhan} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}} \text{ x rerata volume total}$$

Perhitungan produktivitas keseluruhan juga bisa menggunakan rumus berikut ini :

Produktivitas keseluruhan = Produktivitas ideal x (1-E_{en}-E_{eq}-E_{la}-E_{mt} -E_{mm})

Produktivitas ideal = 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

E_{mm} = Perkiraan % penundaan akibat manajemen / 100

Menggunakan rumus di atas, berikut adalah perhitungan produktivitas pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump*.

Diketahui :

1) Rerata waktu siklus total $= \frac{\text{Waktu Total Produksi}}{\text{Jumlah Siklus}}$

$= \frac{36874 \text{ detik}}{20 \text{ siklus}}$

= 1843,700 detik

2) Rerata volume keseluruhan $= \frac{\text{Total Volume Cor}}{\text{Jumlah Siklus}}$

$= \frac{137 \text{ m3}}{20 \text{ siklus}}$

= 6,850 m^3

3) Produktivitas keseluruhan $= \frac{\text{rerata volume siklus keseluruhan}}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}}$

$= \frac{6,850 \text{ m3}}{1843,700 \text{ detik}} \text{x } 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \text{x} 60 \frac{\text{detik}}{\text{menit}}$

$= 0,003715355 \frac{\text{m3}}{\text{detik}}$ x 3600

= 13,375 m^3/jam

4) Produktivitas ideal

$$= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{(1-\text{Een}-\text{Eeq}-\text{Ela}-\text{Emt}-\text{Emm})}$$

$$= \frac{6{,}850\ \text{m3/jam}}{1-((0+43{,}255+0+15{,}607+0)/100)}$$

$$= \frac{6{,}850\ \text{m3/jam}}{0{,}589}$$

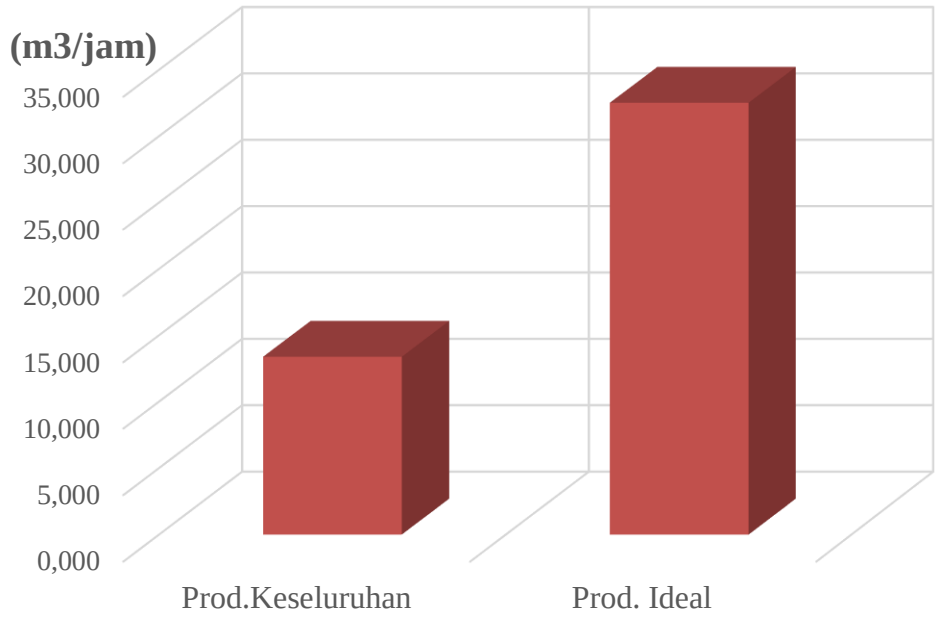
= 32,514 m^3/jam

Produktivitas ideal dan produktivitas keseluruhan pada pekerjaan pengecoran pelat-balok menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut ini.

Tabel 5.22 Rekap Produktivitas Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *CP*

Alat	Rerata Waktu Siklus Keseluruhan (Detik)	Rerata Volume Keseluruhan (m3)	Produktivitas Keseluruhan (m3/jam)	Produktivitas Ideal (m3/jam)
CP	1843,700	6,850	13,375	32,514

Histogram rekap produktivitas pengecoran pelat-balok menggunakan *Concrete Pump* dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Histogram Rekap Produktivitas Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

5.4.3 Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe

Pelaksana Proyek : PT. Adhi Persada Gedung

Jenis Pengecoran : *Cast Insitu* dengan *Ready-Mix*

Volume Pekerjaan : 13 m3

Elevasi Pekerjaan : 32 m

Mutu Beton : FC'30 MPa dengan Slump 10 +/- 2

Jenis Alat Bantu : *Tower Crane* Comansa LC2060–ES72 (Jangkauan 60m) dan *Concrete Bucket* (kapasitas 1m^3)

Proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Gambar 5.9 berikut.



Gambar 5.9 Proses Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

1. Data Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

   Berikut adalah perhitungan durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

   a. Siklus

      Dalam pengecoran menggunakan *Concrete Bucket* (CB), satu siklus merupakan durasi satu kali pergerakan CB dalam satu kali pengenangkutan beton yang akan dicor. Satu siklus dihitung mulai dari *Truck Mixer* (TM) pertama kali menuangkan betonnya pada CB hingga muatannya habis. Satu siklus terdiri dari kegiatan di bawah ini :

      1) Waktu Penuangan TM ke CB (Tuang Beton),
      2) Waktu Penarikan CB (CB Naik),
      3) Waktu TC Swing Naik,
      4) Waktu Pemosisian Tremi Turun (Tremi Turun),
      5) Waktu Penuangan Beton dari CB (Cor),
      6) Waktu Pemosisian Tremi Naik (Tremi Naik),
      7) Waktu TC Swing Turun,
      8) Penurunan CB (CB Turun),
      9) Waktu tundaan yang terjadi selama proses tersebut berlangsung.

   b. Durasi Kerja

      Durasi kerja merupakan waktu yang dihitung selama ada pekerjaan yang dilakukan. Pada siklus satu, durasi kerja yang dihitung terdiri dari total waktu kegiatan satu sampai delapan pada penjelasan tentang siklus di atas. Perhitungan durasi kerja siklus 1 dapat dilihat di bawah ini.

      1) Tuang Beton = Waktu Selesai-Waktu Mulai
         = 00:24:08-00:23:48
         = 00:00:20
         = (0*60)+20
         = 20 detik

2) CB Naik = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:25:27-00:24:50
= 00:00:37
= (0*60)+37
= 37 detik

3) TC Swing Naik = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:26:00-00:25:27
= 00:00:33
= (0*60)+33
= 33 detik

4) Tremi Turun = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:27:50-00:26:00
= 00:01:50
= (1*60)+50
= 110 detik

5) Cor = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:31:48-00:27:50
= 00:03:58
= (3*60)+58
= 238 detik

6) Tremi Naik = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:32:23-00:31:51
= 00:00:32
= (0*60)+32
= 32 detik

7) TC Swing Turun = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:33:12-00:32:23
= 00:00:49
= (0*60)+49
= 49 detik

8) CB Turun = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:33:57-00:33:12
= 00:00:45
= (0*60)+45
= 45 detik

9) **Total Durasi Kerja Siklus 1** = Total waktu kegiatan poin 1 s/d 8
= (20+37+33+110+238+32+49+45)
= 564 detik

c. Durasi Tunda

Durasi tunda merupakan waktu yang dihitung saat tidak pekerjaan yang dilakukan sehingga menyebabkan tundaan (*delay*). Pada siklus satu, durasi tunda yang dihitung adalah saat CB belum diangkat, pindah kolom, tremi belum diangkat, dan CB belum diisi.

Dalam memudahkan penggolongan jenis penundaan, peneliti menggunakan kode berikut ini. Kodifikasi jenis penundaaan dapat dilihat pada Tabel 5.23 berikut.

Tabel 5.23 Kodifikasi Jenis Penundaan

Kategori	Kode
Lingkungan	A
Alat	B
Tenaga Kerja	C
Material	D
Manajemen	E

Berikut ini adalah perhitungan durasi tunda pada sub-siklus 1.

1) Tundaan 1 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:24:50-00:24:08
= 00:00:42
= (0*60)+42
= 42 detik

Penyebab Tundaan 1 = CB belum diangkat

Kategori = Alat

Kode = B

2) Tundaan 2 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:30:10-00:29:48
= 00:00:22
= (0*60)+22
= 22 detik

Penyebab Tundaan 1 = Pindah kolom

Kategori = Alat

Kode = B

3) Tundaan 3 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:24:50-00:24:08
= 00:00:42
= (0*60)+3
= 3 detik

Penyebab Tundaan 1 = Tremi belum diangkat

Kategori = Alat

Kode = B

4) Tundaan 4 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:37:01-00:33:57
= 00:03:04
= (3*60)+4
= 184 detik

Penyebab Tundaan 1 = CB belum diisi

Kategori = Alat

Kode = B

5) **Total Durasi Kerja Siklus 1** = Total waktu tundaan 1 s/d 4
= (42+22+3+184)
= 251 detik

d. Waktu Produksi iklus

Waktu produksi siklus adalah durasi yang dibutuhkan *Concrete Bucket* (CB) dalam menyelesaikan satu siklus, baik saat CB melakukan pekerjaan ataupun saat mengalami tundaan. Waktu produksi didapatkan dengan menjumlahkan durasi kerja dan durasi tunda dalam satu siklus.

1) Siklus 1 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
= 564+251
= 815 detik

Contoh perhitungan durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut.

Tabel 5.24 Contoh Perhitungan Durasi Pengecoran Kolom Pada Siklus 1 Menggunakan *Concrete Bucket*

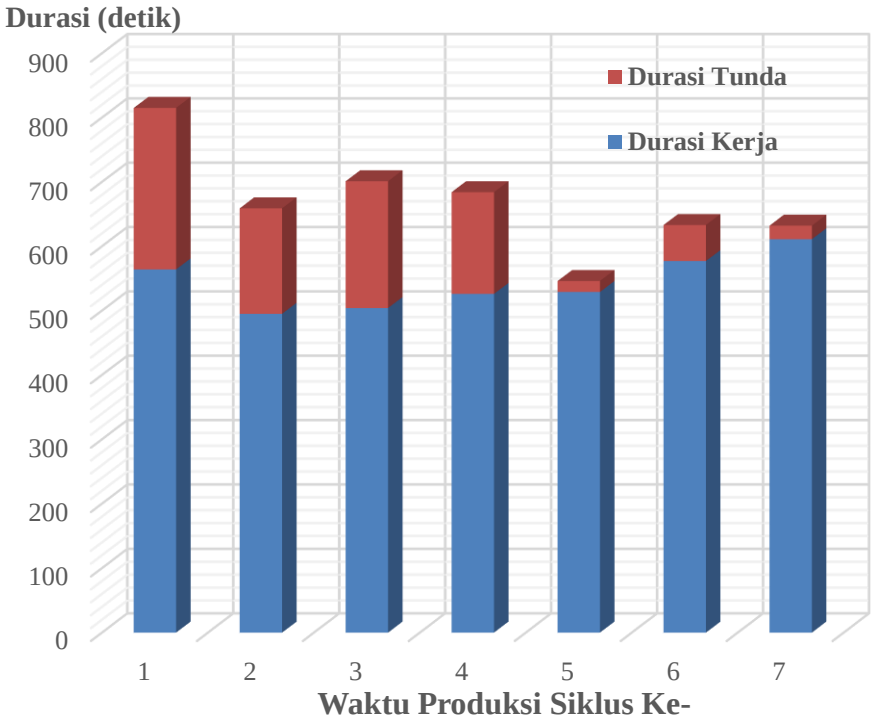
Siklus	Kegiatan	Durasi Kerja		Durasi Tunda		Ket	Kode	Waktu Produksi
		Durasi		Durasi				
		(menit)	(detik)	(menit)	(detik)			
1	**TM Datang**	**AWAL PENGECORAN**						815
	Tuang Beton	0:00:20	20					
	Delay			0:00:42	42	Bucket belum diangkat	B	
	CB Naik	0:00:37	37					
	Delay							
	TC Swing	0:00:33	33					
	Delay							
	Tremi Turun	0:01:50	110					
	Delay							
	Cor	0:03:58	238	0:00:22	22	Pindah Kolom	B	
	Delay			0:00:03	3	Tremi belum diangkat	B	
	Tremi Naik	0:00:32	32					
	Delay							
	TC Swing	0:00:49	49					
	Delay							
	CB Turun	0:00:45	45					
	Delay			0:03:04	184	Bucket belum diisi	B	

Rekap perhitungan durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Tabel 5.25 berikut.

Tabel 5.25 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

Kendaraan	Siklus	Volume Pengecoran	Durasi Kerja	Durasi Tunda	Waktu Produksi
		(m3)	(Detik)	(Detik)	(Detik)
TM 1	1	1	564	251	815
TM 1	2	1	495	164	659
TM 1	3	1	504	197	701
TM 1	4	1	526	158	684
TM 1	5	1	529	17	546
TM 1	6	1	577	56	633
TM 1	7	1	611	21	632

Histogram durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 Histogram Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

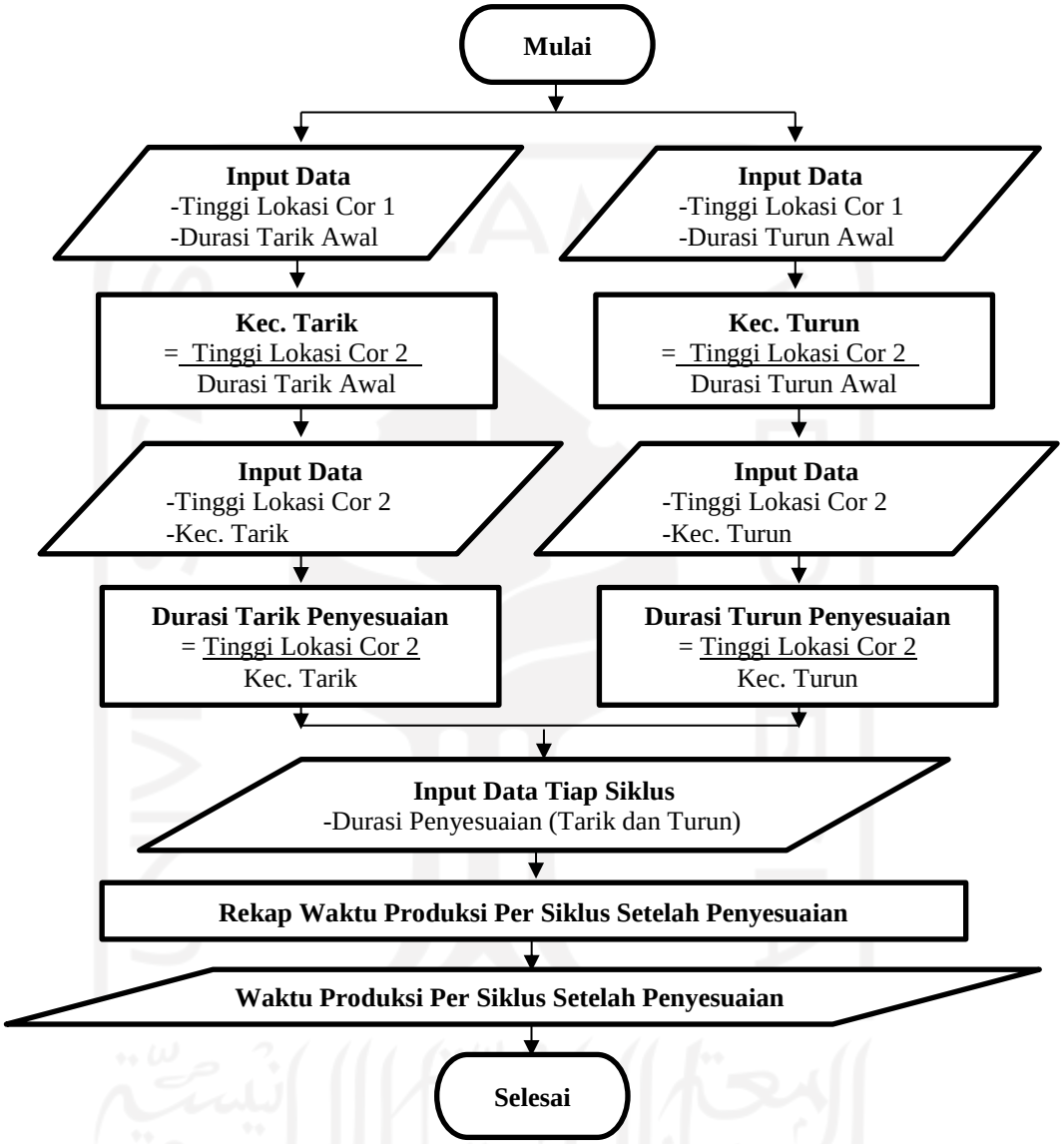
2. Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan dan Penurunan *Concrete Bucket*

   Lokasi pengecoran kolom ini berada pada ketinggian 32 m. Sedangkan pada objek pengecoran menggunakan *Concrete Pump* dilakukan di ketinggian 24,90 m. Dengan adanya perbedaan ketinggian lokasi objek pengecoran maka harus dilakukan penyesuaian terhadap durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket*

   Durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket* perlu disesuaikan karena hanya dua durasi tersebut yang dipengaruhi oleh beda ketinggian lokasi objek pengecoran, dengan begitu analisis produktivitas *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket* dapat dibandingkan secara setara (*apple to apple*).

   Untuk memudahkan penyebutan, selanjutnya tinggi lokasi pengecoran di Proyek Dhika Universe (DU) yang mana menggunakan alat berat *Concrete Bucket* (CB), akan disebut sebeagai "Tinggi Lokasi Cor 1". Sedangkan lokasi pengecoran di Proyek FIAI UII yang menggunakan alat berat *Concrete Pump* (CP), akan disebut sebagai "Tinggi Lokasi Cor 2".

   Prosedur penyesuaian durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada bagan alir di Gambar 5.11 di bawah ini



Gambar 5.11 Bagan Alir Penyesuaian Durasi Penarikan dan Penurunan *Concrete Bucket*

Berikut adalah perhitungan penyesuaian durasi penarikan dan penurunan pada pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket.*

a. Perhitungan Kecepatan Penarikan dan Penurunan *Concrete Bucket*

Perhitungan kecepatan penarikan *Concrete Bucket* (CB) dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Kecepatan Penarikan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 1 (Tinggi CB Cor Kolom Proyek DU)}}{\text{Durasi Tiap Penarikan CB}}$$

Sedangkan perhitungan kecepatan penurunan *Concrete Bucket* (CB) dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kecepatan Penurunan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 1(Tinggi CB Cor Kolom Proyek DU)}}{\text{Durasi Tiap Penurunan CB}}$$

Kecepatan penarikan dan penurunan *Concrete Bucket* akan digunakan untuk proses perhitungan selanjutnya, yakni penyesuaian durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket.*

Berikut adalah contoh perhitungan kecepatan penarikan *Concrete Bucket* pada pengecoran kolom.

1) Tinggi Lokasi Cor 1 adalah ketinggian *Concrete Bucket* saat pengecoran kolom di Proyek DU, yang mana dihitung dari lantai dasar gedung.

   Tinggi Lokasi Cor 1 = Tinggi lokasi pengecoran (kolom) + Tinggi jatuh CB
   = Tinggi lantai 9 Gedung Dhika Universe + Tinggi kolom + Tinggi jatuh CB
   = (3,2+3,2+3,1+3,1+3,1+3,1+3,1+3,1+3,1) +3,1+3,1
   = 32,00 m

2) Durasi Penarikan CB adalah durasi yang dibutuhkan CB saat ditarik dari lokasi *Truck Mixer* (TM) di dasar lantai 1 sampai di lokasi pengecoran.

   Durasi Penarikan CB = Waktu selesai – Waktu mulai
   = 00:25:27 – 00:24:50
   = 37 detik

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

$= \frac{32}{37}$

= 0,86 m/s

Rekap perhitungan kecepatan penarikan *Concrete Bucket* pada pengecoran kolom dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

Tabel 5.26 Rekap Perhitungan Kecepatan Penarikan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Kolom

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 1	Durasi Penarikan CB	Kec. Tarik
			(m)	(Detik)	(m/s)
TM 1	1	Penarikan bucket dari dasar s.d kolom lt.9	32	37	0.86
	2	Penarikan bucket dari dasar s.d kolom lt.9	32	38	0.84
	3	Penarikan bucket dari dasar s.d kolom lt.9	32	39	0.82
	4	Penarikan bucket dari dasar s.d kolom lt.9	32	40	0.80
	5	Penarikan bucket dari dasar s.d kolom lt.9	32	25	1.28
	6	Penarikan bucket dari dasar s.d kolom lt.9	32	37	0.86
	7	Penarikan bucket dari dasar s.d kolom lt.9	32	40	0.80

Berikut adalah contoh perhitungan kecepatan penurunan *Concrete Bucket* pada pengecoran kolom.

1) Tinggi Lokasi Cor 1 adalah ketinggian *Concrete Bucket* saat pengecoran Kolom di Proyek DU, yang mana dihitung dari lantai dasar gedung.

Tinggi Lokasi Cor 1 = Tinggi lokasi pengecoran (kolom) + Tinggi jatuh CB

= Tinggi lantai 9 Gedung Dhika Universe + Tinggi kolom + Tinggi jatuh CB

= 32,00 m

2) Durasi penurunan CB adalah durasi yang dibutuhkan CB saat diturunkan dari lokasi pengecoran sampai ke lokasi *Truck Mixer* (TM) di lantai dasar.

Durasi Penurunan CB = Waktu selesai – Waktu mulai

= 00:33:57 – 00:33:12

= 45 detik

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

$= \frac{32}{45}$

= 0,71 m/s

Rekap perhitungan kecepatan penurunan *Concrete Bucket* pada pengecoran kolom dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut.

Tabel 5.27 Perhitungan Kecepatan Penurunan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Kolom

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 1	Durasi Penurunan CB	Kec. Turun
			(m)	(Detik)	(m/s)
TM 1	1	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	32	45	0.71
	2	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	32	30	1.07
	3	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	32	42	0.76
	4	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	32	41	0.78
	5	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	32	50	0.64
	6	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	32	51	0.63
	7	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	32	50	0.64

b. Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan dan Penurunan *Concrete Bucket* (CB) Pada Pengecoran Kolom

Pehitungan penyesuaian durasi penarikan *Concrete Bucket* (CB) pada pengecoran kolom dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Peny. Durasi Penarikan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 2 (Tinggi Cor Kolom Proyek FIAI)}}{\text{Kecepatan Penarikan CB}}$$

Pehitungan penyesuaian durasi penurunan *Concrete Bucket* (CB) pada pengecoran kolom dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Peny. Durasi Penurunan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 2 (Tinggi Cor Kolom Proyek FIAI)}}{\text{Kecepatan Penurunan CB}}$$

Berikut adalah contoh perhitungan penyesuaian durasi penarikan *Concrete Bucket* (CB) pada pengecoran kolom.

1) Tinggi Lokasi Cor 2 adalah ketinggian lokasi saat pengecoran kolom di Proyek Gedung FIAI UII terhitung dari lantai dasar, dimana *Truck Mixer* (TM) berada.

   Tinggi Lokasi Cor 2 = Tinggi lokasi pengecoran (kolom)
   = Tinggi lantai 6 Gedung FIAI
   = 4,9 + 4 + 4 +4 +4 + 4
   = 24,90 m

2) Kecepatan Penarikan CB didapat dari hasil perhitungan sebelumnya.

   Kecepatan Penarikan CB = 0,86 m/s

3) Penyesuaian Durasi Penarikan $= \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 2}}{\text{Kecepatan Penarikan CB}}$

   $= \frac{24{,}90}{0.86}$

   = 29 detik

Rekap perhitungan penyesuaian durasi penarikan *Concrete Bucket* (CB) pada pengecoran kolom dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut.

Tabel 5.28 Rekap Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan *Concrete Bucket* (CB) Pada Pengecoran Kolom

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 2	Kec. Turun	Peny. Durasi Turun
			(m)	(m/s)	(Detik)
TM 1	1	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.9	24,9	0,86	29
	2	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.9	24,9	0,84	30
	3	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.9	24,9	0,82	30
	4	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.9	24,9	0,80	31
	5	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.9	24,9	1,28	19
	6	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.9	24,9	0,86	29
	7	Penarikan bucket dari dasar ke atas kolom lt.9	24,9	0,80	31

Berikut adalah contoh perhitungan penyesuaian durasi penurunan *Concrete Bucket* (CB) pada pengecoran kolom.

1) Tinggi Lokasi Cor 2 adalah ketinggian lokasi saat pengecoran kolom di Proyek Gedung FIAI UII terhitung dari lantai dasar, dimana *Truck Mixer* (TM) berada.

   Tinggi Lokasi Cor 2 = Tinggi lokasi pengecoran (*kolom)*
   = Tinggi lantai 6 Gedung FIAI
   = 4,9 + 4 + 4 +4 +4 + 4
   = 24,90 m

2) Kecepatan Penurunan CB didapat dari hasil perhitungan sebelumnya.

   Kecepatan Penurunan CB = 0,71 m/s

3) Penyesuaian Durasi Penurunan $= \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 2}}{\text{Kecepatan Penurunan CB}}$

   $= \frac{24{,}90}{0{,}71}$

   = 35 detik

Rekap penyesuaian durasi penurunan *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut.

Tabel 5.29 Rekap Perhitungan Penyesuaian Durasi Penurunan *Concrete Bucket* (CB) Pada Pengecoran Kolom

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 2	Kec. Turun	Peny. Durasi Turun
			(m)	(m/s)	(Detik)
TM 1	1	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	24,9	0,71	35
	2	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	24,9	1,07	23
	3	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	24,9	0,76	33
	4	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	24,9	0,78	32
	5	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	24,9	0,64	39
	6	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	24,9	0,63	40
	7	Penurunan bucket dari kolom lt.9 s.d dasar	24,9	0,64	39

c. Rekapitulasi Data Pengecoran Setelah Penyesuaian

Setelah dilakukan penyesuaian terhadap durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket* (CB) dengan tujuan untuk menyesuaikan tinggi lokasi pengecoran di Proyek Apartement Dhika Universe terhadap tinggi lokasi pengecoran di Proyek Gedung FIAI maka terjadi perubahan dalam durasi waktu pekerjaan per siklus.

Contoh data pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* setelah penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut.

Tabel 5.30 Contoh Data Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* Setelah Proses Penyesuaian

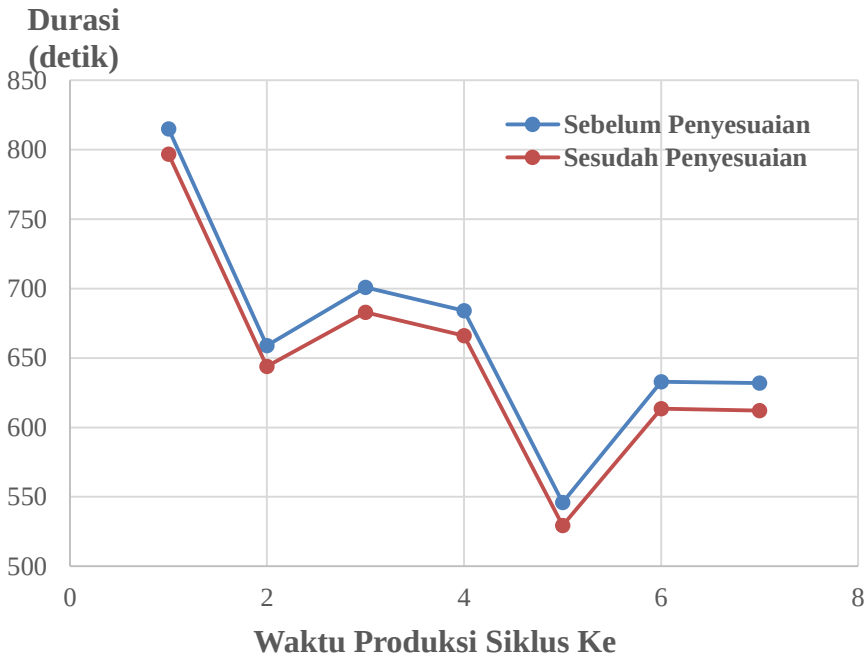
Kendaraan	Siklus	Kegiatan	Rekap Durasi Per Pekerjaan		Rekap Durasi Penundaan (*Delay)*	Kode	Waktu Produksi
			Awal	Setelah Penyesuaian			
			(Detik)	(Detik)	(Detik)		(Detik)
TM 1 (7 m3)		**TM Datang**	**AWAL PENGECORAN**				
	1	**Tuang Beton**	20	20			797
		Delay			42	B	
		CB Naik	37	29			
		Delay					
		TC Swing	33	33			
		Delay					
		Tremi Turun	110	110			
		Delay					
		Cor	238	238	22	B	
		Delay			3	C	
		Tremi Naik	32	32			
		Delay					
		TC Swing	49	49			
		Delay					
		CB Turun	45	35			
		Delay			184	B	

Rekap durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) setelah proses penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 5.31 berikut.

Tabel 5.31 Rekap Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* Setelah Proses Penyesuaian*t*

Kend	Siklus	Volume Pengecoran	Durasi Kerja	Durasi Tunda	Waktu Produksi	
					Sebelum Penyesuaian	Sesudah Penyesuaian
		(m3)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)
TM 1	1	1	546	251	815	797
TM 1	2	1	480	164	659	644
TM 1	3	1	486	197	701	683
TM 1	4	1	508	158	684	666
TM 1	5	1	512	17	546	529
TM 1	6	1	557	56	633	613
TM 1	7	1	591	21	632	612

Grafik perbandingan durasi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* sebelum dan setelah proses penyesuaian dapat dilihat pada Gambar 5.12 berikut.



Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Durasi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* Sebelum dan Setelah Proses Penyesuaian

3. Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

Berikut adalah contoh perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran kolom menggunakan C*oncrete Bucket* (CB).

a. Waktu produksi siklus adalah durasi yang dibutuhkan *Concrete Bucket* (CB) dalam menyelesaikan sebuah siklus, baik saat CB melakukan pekerjaan ataupun saat mengalami tundaan. Waktu produksi siklus didapatkan dari tabel Tabel 5.27 di atas. Berikut sebagai contoh adalah waktu produksi pada siklus 1.

   1) Waktu produksi siklus 1 = 797 detik

b. Dalam kegiatan pengecoran kolom ini terdapat tiga kategori penundaaan yang terjadi, yakni penundaan karena faktor alat, tenaga kerja, dan material.

   Penundaan karena faktor alat terjadi saat CB belum diangkat, pindah lokasi kolom yang akan dicor, dan CB yang belum diisi beton walaupun sudah ada sampai di lokasi pengisian (lantai dasar).

   Penundaan karena faktor tenaga kerja terjadi saat pipa tremi yang belum diangkat walaupun muatan beton di CB sudah habis.

   Penundaan karena faktor material terjadi saat CB yang belum diangkat karena proses penambahan air pada beton.

   Berikut adalah contoh perhitungan waktu tundaan pada siklus 1.

   1) Waktu tunda siklus 1 :

      a) Faktor Alat = 248 detik

      b) Faktor Tenaga Kerja = 3 detik

      Total **=** 251 detik

c. Waktu siklus tak tertunda adalah durasi bersih produksi yang dibutuhkan *Concrete Bucket* dalam menyelesaikan sebuah siklus.

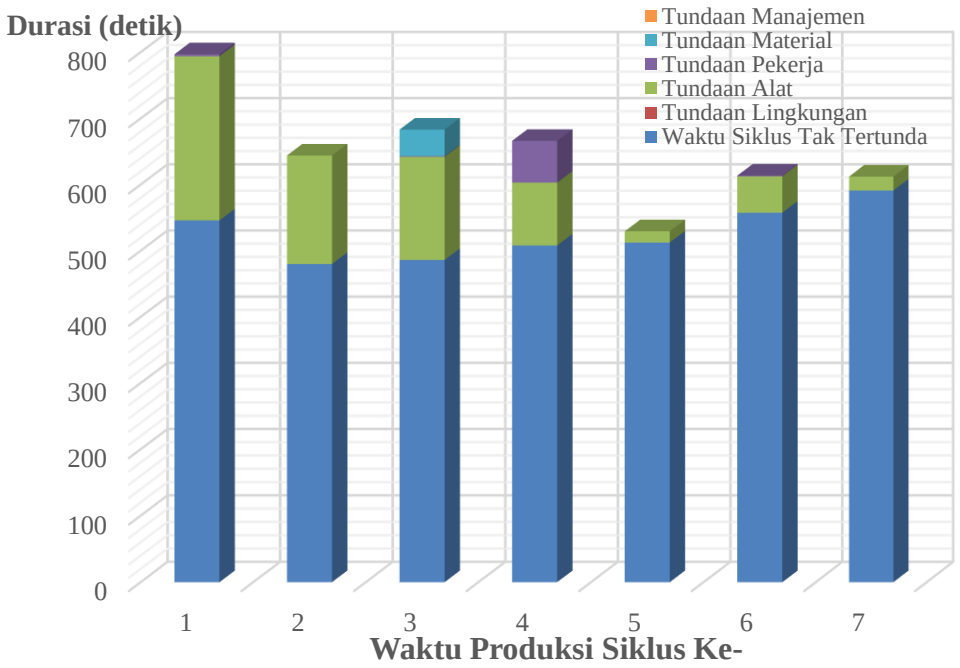
   1) Waktu siklus tak tertunda Siklus 1 =Waktu produksi siklus ke-1 – Waktu tundaan siklus ke-1
      = 797-(248+3)
      = 546 detik

Rekap perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran kolom menggunakan C*oncrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.32 berikut.

Tabel 5.32 Rekap Perhitungan Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

Kendaraan	Siklus	Volume	Jumlah Tenaga Kerja	Waktu Produksi	*Delay*					Ket	Waktu Siklus Tak Tertunda
					Lingkungan	Alat	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
		m3	orang	detik	detik	detik	detik	detik	detik		detik
TM1 (7 m3)	1	1	8	797		248	3			*Delay*	546
	2	1	8	644		164				*Delay*	480
	3	1	8	683		156	1	40		*Delay*	486
	4	1	8	666		95	63			*Delay*	508
	5	1	8	529		17				*Delay*	512
	6	1	8	613		55	1			*Delay*	557
	7	1	8	612		21				*Delay*	591
Jumlah Waktu Produksi (Detik)				4545							
Rata-Rata Waktu Produksi (Detik)				649							

Histogram penundaan siklus produksi pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Gambar 5.13 berikut.



Gambar 5.13 Histogram Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

4. Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM

   Berikut adalah contoh perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran kolom menggunakan C*oncrete Bucket* (CB) dapat dilihat berikut ini.

   a. Siklus produksi tak tertunda

      1) Waktu produksi total adalah jumlah durasi siklus produksi yang tak tertunda.

         Waktu produksi total = 0 detik (karena semua siklus terdapat tundaan)

      2) Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda.

         Jumlah siklus produksi tak tertunda = 0 siklus

      3) Rata-rata waktu siklus adalah waktu produksi total dibagi jumlah siklus.

         Rata-rata waktu siklus = $\frac{0}{0}$ = 0 detik

      4) $\frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu siklus tak tertunda}}{n} = \frac{0}{0}$ = 0 detik

b. Siklus produksi keseluruhan

1) Waktu produksi total adalah jumlah durasi siklus produksi secara keseluruhan.

Waktu produksi total = 797+644+683+666+529+613+612

= 4545 detik

2) Jumlah siklus keseluruhan adalah banyaknya siklus keseluruhan.

Jumlah siklus produksi keseluruhan = 7 siklus

3) Rata-rata waktu siklus adalah waktu produksi total dibagi jumlah siklus.

Rata-rata waktu siklus = $\frac{4545}{7}$ = 649,234 detik

4) $\frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu siklus tak tertunda}}{\text{n}}$

$= \frac{[797-0]+[644-0]+[683-0]+[666-0]+[529-0]+[613-0]+[612-0]}{7}$

= 649,234detik

Rekap Perhitungan lembar kerja proses MPDM pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut.

Tabel 5.33 Rekap Perhitungan Lembar Kerja Proses MPDM Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

Alat	Unit	Waktu Produksi Total (Detik)	Jumlah Siklus	Rata-Rata Waktu Siklus (Detik)	Σ[|Waktu Siklus Produksi - Rata-Rata Waktu Siklus Tak Tertunda|]/n (Detik)
CB	Siklus Produksi Tak Tertunda	0	0	0,000	0,000
	Siklus Produksi Keseluruhan	4545	7	649,234	649,234

5. Perhitungan Informasi Penundaan

Berikut adalah contoh perhitungan informasi penundaan pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CB).

a. Kejadian adalah jumlah siklus yang mengalami penundaan pada faktor lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen.

1) Alat = 7 siklus
2) Tenaga kerja = 4 siklus
3) Material = 1 siklus

b. Total penambahan waktu adalah total dari setiap tipe penundaan yang terjadi pada semua siklus.
1) Alat = 756 detik
2) Tenaga kerja = 68 detik
3) Material = 40 detik

c. Kemungkinan kejadian adalah kejadian (a) dibagi jumlah siklus keseluruhan.
1) Alat = $\frac{7}{7}$ = 1,000
2) Tenaga kerja = $\frac{4}{7}$ = 0,571
3) Material = $\frac{1}{7}$ = 0,431

d. *Relative severity* adalah (total penambahan waktu (b) dibagi kejadian (a)) dibagi dengan rerata siklus produksi keseluruhan.
1) Alat = $\left(\frac{756}{7}\right)$: 649,234 = 0,166
2) Tenaga kerja = $\left(\frac{68}{4}\right)$: 649,234 = 0,026
3) Material = $\left(\frac{40}{1}\right)$: 649,234 = 0,062

e. Perkiraan % waktu penundaan per siklus produksi adalah kemungkinan kejadian dikali *relative severity* dikali 100%.
1) Alat = 1,000 x 0,166 x 100% = 16,635 %
2) Tenaga kerja = 0,571 x 0,026 x 100% = 1,496 %
3) Material = 0,431 x 0,062 x 100% = 0,880 %

Rekap Perhitungan informasi penundaan pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.34 berikut.

Tabel 5.34 Rekap Perhitungan Informasi Penundaan Pada Pekerjaan Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

Alat	Informasi Penundaan					
		Lingkungan	Peralatan	Tenaga Kerja	Material	Manajemen
CB	Jumlah Siklus	7				
	Kejadian	0	7	4	1	0
	Total Penambahan Waktu	0	756	68	41	0
	Kemungkinan Kejadian	0,000	1,000	0,571	0,143	0,000
	Relative Severity	0,000	0,166	0,026	0,062	0,000
	Perkiraan % Waktu Penundaan Persiklus Produksi	0,000	16,635	1,496	0,880	0,000

6. Perhitungan Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

   Dalam menghitung produktivitas sebuah pekerjaan digunakan rumus sebagai berikut ini.

   a. Produktivitas Ideal

      Produktivitas ideal adalah produktivitas yang dihitung berdasarkan waktu produksi tak tertunda.

      $$\text{Prod.ideal} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus ideal}} \text{ x rerata volume tak tertunda}$$

   b. Produktivitas Keseluruhan

      Produktivitas keseluruhan adalah produktivitas yang dihitung berdasarkan waktu produksi keseluruhan.

      $$\text{Prod.keseluruhan} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}} \text{ x rerata volume total}$$

   Perhitungan produktivitas keseluruhan juga bisa menggunakan rumus berikut ini :

   Produktivitas keseluruhan = Produktivitas ideal x $(1-E_{en}-E_{eq}-E_{la}-E_{mt}-E_{mm})$

   Produktivitas ideal = 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

E_{mm} = Perkiraan % penundaan akibat manajemen / 100

Dengan menggunakan rumus di atas, berikut ini adalah perhitungan produktivitas pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket*.

Diketahui :

1) Rerata waktu siklus total $= \frac{\text{Waktu Total Produksi}}{\text{Jumlah Siklus}}$

$= \frac{4545 \text{ detik}}{7 \text{ siklus}}$

$= 649{,}234$ detik

2) Rerata volume keseluruhan $= \frac{\text{Total Volume Cor}}{\text{Jumlah Siklus}}$

$= \frac{7 \text{ m3}}{7 \text{ siklus}}$

$= 1 \text{ m}^3$

3) Produktivitas keseluruhan $= \frac{\text{rerata volume keseluruhan}}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}}$

$= \frac{1 \text{ m3}}{649{,}234 \text{ detik}} \text{x } 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \text{x} 60 \frac{\text{detik}}{\text{menit}}$

$= 0{,}001540276 \frac{\text{m3}}{\text{detik}} \text{ x } 3600$

$= 5{,}545 \text{ m}^3\text{/jam}$

4) Produktivitas ideal $= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{(1-\text{Een}-\text{Eeq}-\text{Ela}-\text{Emt}-\text{Emm})}$

$= \frac{5{,}545 \text{ m3/jam}}{1-((0+16{,}635+1{,}496+0{,}880+0)/100)}$

$= \frac{5{,}545 \text{ m3/jam}}{0{,}810}$

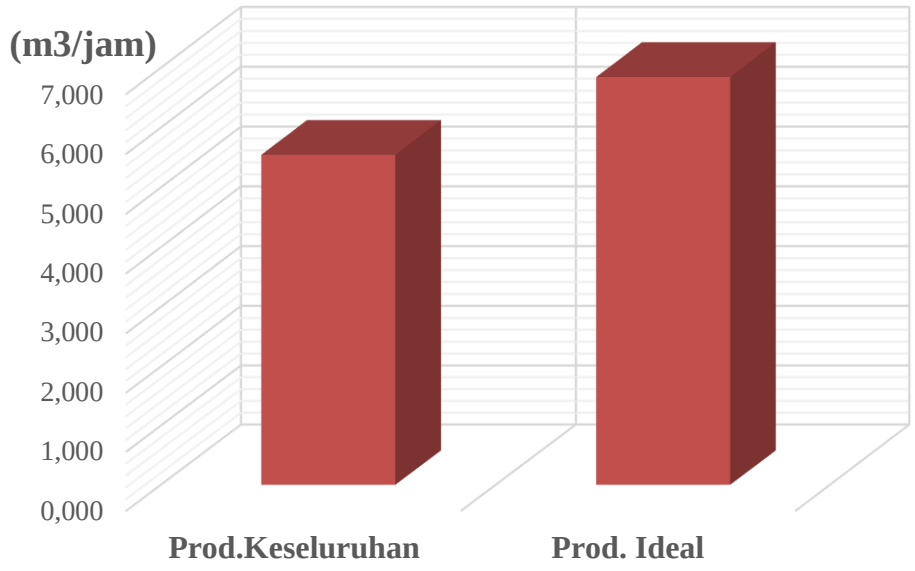
$= 6{,}847 \text{ m}^3\text{/jam}$

Produktivitas ideal dan produktivitas keseluruhan alat dan pekerja pada pekerjaan pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.35 berikut ini.

Tabel 5.35 Rekap Produktivitas Pada Pengecoran Kolom Menggunakan CB

Alat	Rerata Waktu Siklus Keseluruhan	Rerata Volume Keseluruhan	Produktivitas Keseluruhan	Produktivitas Ideal
	(Detik)	(m3)	(m3/jam)	(m3/jam)
CB	649,234	1,000	5,545	6,847

Histogram rekap produktivitas pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Gambar 5.14 berikut.



Gambar 5.14 Histogram Rekap Produktivitas Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

5.4.4 Produktivitas Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket*

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Apartemen Dhika Universe

Pelaksana Proyek : PT. Adhi Persada Gedung

Jenis Pengecoran : *Cast Insitu* dengan *Ready-Mix*

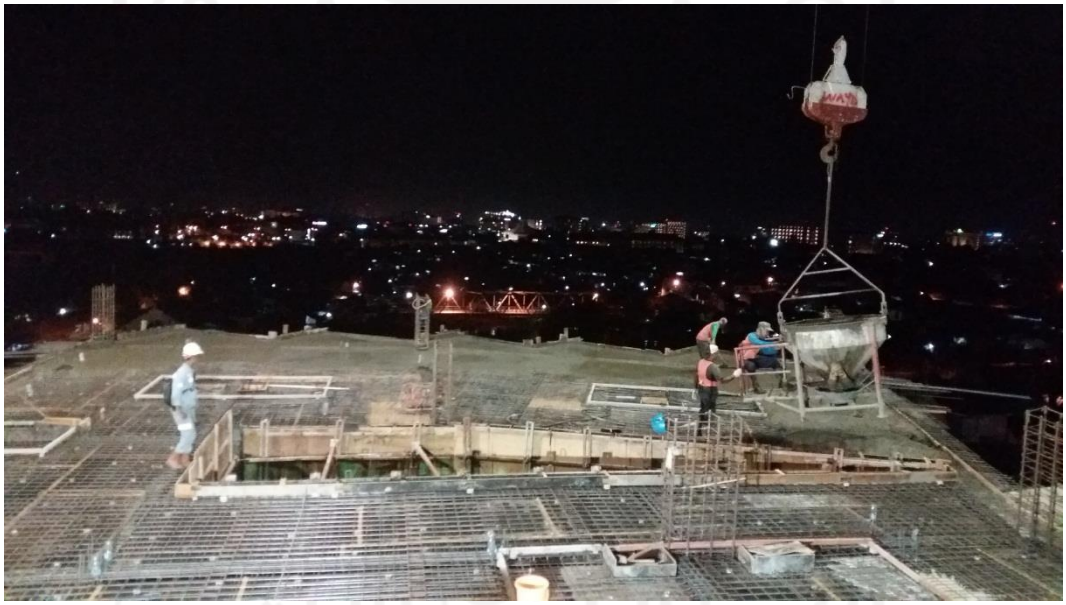
Volume Pekerjaan : 12 m3

Elevasi Pekerjaan : 26,00 m

Mutu Beton : FC'30 MPa dengan Slump 10 +/- 2

Jenis Alat Bantu : *Tower Crane* Comansa LC2060-ES72 (Jangkauan 60m) dan *Concrete Bucket* (kapasitas 1m^3)

Proses pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.15 Proses Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

1. Data Durasi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket*

   Berikut adalah perhitungan durasi pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

   a. Siklus

      Dalam pengecoran menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang ditarik oleh *Tower Crane* (TC), satu siklus merupakan durasi pergerakan CB dalam satu

kali pengangkutan beton yang akan dicor. Satu siklus terdiri dari kegiatan di bawah ini :

1) Waktu Penuangan TM ke CB (Tuang Beton),
2) Waktu Penarikan CB (CB Naik),
3) Waktu TC Swing Naik,
4) Waktu Pemosisian CB (Pemosisian CB)
5) Waktu Penuangan Beton dari CB (Cor),
6) Waktu TC Swing Turun,
7) Waktu Penurunan CB (CB Turun)
8) Waktu tundaan yang terjadi selama proses tersebut berlangsung.

b. Durasi Kerja

Durasi kerja merupakan waktu yang dihitung selama ada pekerjaan yang dilakukan. Pada siklus satu, durasi kerja yang dihitung terdiri dari total waktu kegiatan satu sampai tujuh pada penjelasan tentang siklus di atas. Perhitungan durasi kerja siklus 1 dapat dilihat di bawah ini.

1) Tuang Beton = Waktu Selesai-Waktu Mulai
   = 00:07:20-00:06:26
   = 00:00:54
   = (0*60)+54
   = 54 detik
2) CB Naik = Waktu Selesai-Waktu Mulai
   = 00:08:31-00:08:06
   = 00:00:25
   = (0*60)+25
   = 25 detik
3) TC Swing Naik = Waktu Selesai-Waktu Mulai
   = 00:09:18-00:08:31
   = 00:00:47
   = (0*60)+47
   = 47 detik

4) Pemosisian CB = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:10:05-00:09:18
= 00:00:47
= (0*60)+47
= 47 detik

5) Cor = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:11:26-00:10:05
= 00:01:21
= (1*60)+21
= 81 detik

6) TC Swing Turun = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:12:34-00:11:34
= 00:01:00
= (1*60)+0
= 60 detik

7) CB Turun = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:12:58-00:12:34-
= 00:00:24
= (0*60)+24
= 24 detik

8) **Total Durasi Kerja Siklus 1** = Total waktu kegiatan poin 1 s/d 7
= (54+25+47+47+81+60+24)
= 338 detik

c. Durasi Tunda

Durasi tunda merupakan waktu yang dihitung saat tidak pekerjaan yang dilakukan sehingga menyebabkan tundaan (*delay*). Pada siklus satu, durasi tunda yang dihitung adalah saat CB belum diangkat dan CB belum diisi.

Dalam memudahkan penggolongan jenis penundaan, peneliti menggunakan kode berikut ini. Kodifikasi jenis penundaaan dapat dilihat pada Tabel 5.36 berikut.

Tabel 5.36 Kodifikasi Jenis Penundaan

Kategori	Kode
Lingkungan	A
Alat	B
Tenaga Kerja	C
Material	D
Manajemen	E

Berikut ini adalah perhitungan durasi tunda pada sub-siklus 1.

1) Tundaan 1 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:08:06-00:07:20
= 00:00:46
= (0*60)+46
= 46 detik
Penyebab Tundaan 1 = CB belum diangkat setelah terisi
Kategori = Alat
Kode = B
2) Tundaan 2 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:11:34-00:11:26
= 00:00:08
= (0*60)+8
= 8 detik
Penyebab Tundaan 2 = CB belum diangkat setelah cor
Kategori = Alat
Kode = B
3) Tundaan 3 = Waktu Selesai-Waktu Mulai
= 00:14:09-00:12:58
= 00:01:11
= (1*60)+11
= 71 detik
Penyebab Tundaan 3 = CB belum diisi
Kategori = Alat
Kode = B

4) **Total Durasi Kerja Siklus 1** = Total waktu tundaan 1 s/d 2
= (46+8+71)
= 125 detik

d. Waktu Produksi Siklus

Waktu produksi siklus adalah durasi yang dibutuhkan *Concrete Bucket* (CB) dalam menyelesaikan sebuah siklus, baik saat CB melakukan pekerjaan ataupun saat mengalami tundaan.

1) Waktu Produksi Siklus 1 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
= 338+125
= 463 detik

Contoh perhitungan durasi pengecoran pelat-balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Tabel 5.37 berikut.

Tabel 5.37 Contoh Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat-Balok Pada Siklus 1 Menggunakan *Concrete Bucket*

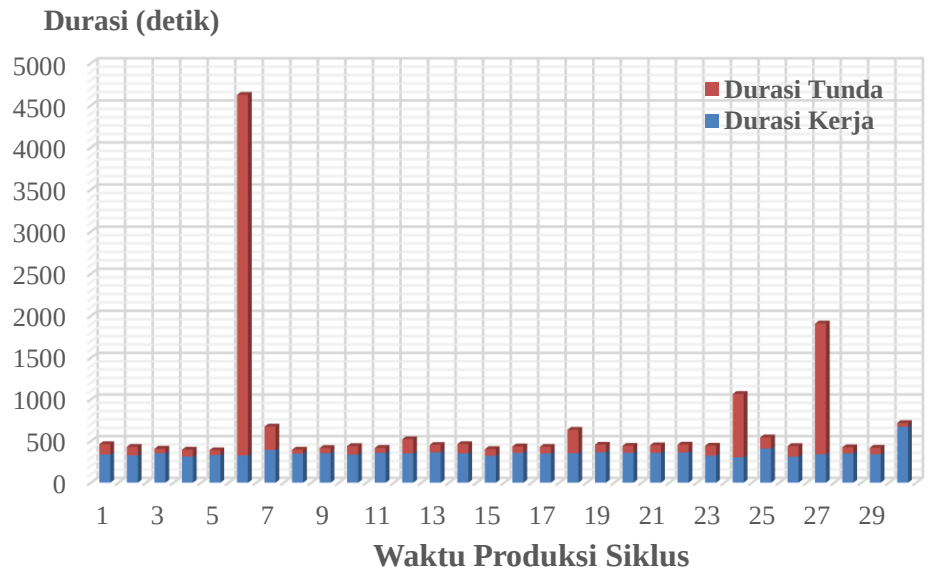
Siklus	Kegiatan	Durasi Kerja		Durasi Tunda		Ket	Kode	Waktu Produksi
		Durasi		Durasi				
		(menit)	(detik)	(menit)	(detik)			
1	**TM Datang**	**AWAL PENGECORAN**						463
	Tuang Beton	0:00:54	54					
	Delay			0:00:46	46	CB belum diangkat	B	
	CB Naik	0:00:25	25					
	Delay							
	TC Swing	0:00:47	47					
	Delay							
	Tremi Turun	0:00:47	47					
	Delay							
	Cor	0:01:21	81					
	Delay			0:00:08	8	CB belum diangkat	B	
	Tremi Naik	0:01:00	60					
	Delay							
	TC Swing	0:00:24	24					
	Delay			0:01:11	71	CB belum diisi	B	
	CB Turun	0:00:54	54					
	Delay			0:00:46	46	CB belum diangkat	B	

Rekap perhitungan durasi pengecoran pelat-balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Tabel 5.38 berikut.

Tabel 5.38 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Bucket*

Kend	Siklus	Volume Pengecoran	Durasi Kerja	Durasi Tunda	Waktu Produksi
		(m3)	(Detik)	(Detik)	(Detik)
TM 1	1	1	338	125	463
TM 1	2	1	329	102	431
TM 1	3	1	353	55	408
TM 1	4	1	314	83	397
TM 1	5	1	333	57	390
TM 1	6	1	327	4298	4625
TM 2	7	1	392	282	674
TM 2	8	1	348	49	397
TM 2	9	1	354	63	417
TM 2	10	1	337	103	440
TM 2	11	1	357	61	418
TM 2	12	1	351	171	522
TM 3	13	1	364	90	454
TM 3	14	1	351	113	464
TM 3	15	1	323	81	404
TM 3	16	1	357	79	436
TM 3	17	1	352	79	431
TM 3	18	1	353	283	636
TM 4	19	1	365	92	457
TM 4	20	1	359	85	444
TM 4	21	1	357	92	449
TM 4	22	1	361	97	458
TM 4	23	1	324	121	445
TM 4	24	1	305	761	1066
TM 5	25	1	411	133	544
TM 5	26	1	312	128	440
TM 5	27	1	341	1567	1908
TM 5	28	1	351	75	426
TM 5	29	1	342	78	420
TM 5	30	1	672	45	717

Histogram durasi pengecoran pelat-balok menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Gambar 5.16 berikut.



Gambar 5.16 Histogram Durasi Pengecoran Pelat-Balok Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

2. Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan dan Penurunan *Concrete Bucket*

   Lokasi pengecoran pelat dan balok ini berada pada ketinggian 26,00 m. Sedangkan pada objek pengecoran menggunakan *Concrete Pump* dilakukan di ketinggian 24,90 m. Dengan adanya perbedaan ketinggian lokasi objek pengecoran maka harus dilakukan penyesuaian terhadap durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket*

   Untuk memudahkan penyebutan, selanjutnya tinggi lokasi pengecoran di Proyek Dhika Universe (DU) yang mana menggunakan alat berat *Concrete Bucket* (CB), akan disebut sebeagai "Tinggi Lokasi Cor 1". Sedangkan lokasi pengecoran di Proyek FIAI UII yang menggunakan alat berat *Concrete Pump* (CP), akan disebut sebagai "Tinggi Lokasi Cor 2".

   Prosedur penyesuaian durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket* sama dengan yang sudah dijelaskan sebelumnya pada bagan alir di Gambar 5.11. Berikut adalah perhitungan penyesuaian durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok.

   a. Perhitungan Kecepatan Penarikan dan Penurunan *Concrete Bucket*

      Perhitungan kecepatan penarikan *Concrete Bucket* (CB) dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Kec. Penarikan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 1 (Tinggi CB Cor Pelat}-\text{Balok Proyek DU)}}{\text{Durasi Tiap Penarikan CB}}$$

Sedangkan perhitungan kecepatan penurunan *Concrete Bucket* (CB) dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kec. Penurunan} = \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 1 (Tinggi CB Cor Pelat}-\text{Balok Proyek DU)}}{\text{Durasi Tiap Penurunan CB}}$$

Kecepatan penarikan dan penurunan *Concrete Bucket* akan digunakan untuk proses perhitungan selanjutnya, yakni penyesuaian durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket.*

Berikut adalah contoh perhitungan kecepatan penarikan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok.

1) Tinggi Lokasi Cor 1 adalah ketinggian *Concrete Bucket* saat pengecoran pelat dan balok dilakukan dihitung dari lantai dasar gedung.

   Tinggi Lokasi Cor 1 = Tinggi lokasi pengecoran (pelat dan balok) +Tinggi jatuh CB
   = Tinggi lantai 8 Gedung Dhika Universe + Tinggi jatuh CB
   = (3,2+3,2+3,1+3,1+3,1+3,1+3,1) +1,0
   = 26 m

2) Durasi Penarikan CB adalah durasi yang dibutuhkan CB saat ditarik dari lokasi *Truck Mixer* (TM) di dasar lantai 1 sampai di lokasi pengecoran.

   Durasi Penarikan CB = Waktu selesai – Waktu mulai
   = 00:08:31 – 00:08:06
   = 25 detik

3) Kecepatan Penarikan CB $= \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 1}}{\text{Durasi Penarikan CB}}$
   $= \frac{26}{25}$
   = 1,04 m/s

Rekap perhitungan kecepatan penarikan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok dapat dilihat pada Tabel 5.39 berikut.

Tabel 5.39 Rekap Perhitungan Kecepatan Penarikan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 1	Durasi Penarikan CB	Kec. Tarik
			(m)	(Detik)	(m/s)
TM 1	1	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	25	1,04
	2	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	30	0,87
	3	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	39	0,67
	4	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	24	1,08
	5	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	29	0,90
	6	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	36	0,72
TM 2	7	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	50	0,52
	8	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	27	0,96
	9	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	28	0,93
	10	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	25	1,04
	11	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	32	0,81
	12	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	34	0,76
TM 3	13	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	26	1,00
	14	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	28	0,93
	15	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	27	0,96
	16	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	17	1,53
	17	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	23	1,13
	18	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	23	1,13
TM 4	19	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	27	0,96
	20	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	23	1,13
	21	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	27	0,96
	22	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	32	0,81
	23	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	29	0,90
	24	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	30	0,87
TM 5	25	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	32	0,81
	26	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	18	1,44
	27	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	28	0,93
	28	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	28	0,93
	29	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	26	1,00
	30	Penarikan bucket dari dasar ke Pelat-balok lt.8	26	29	0,90

Berikut adalah contoh perhitungan kecepatan penurunan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok.

1) Tinggi Lokasi Cor 1 adalah ketinggian *Concrete Bucket* saat pengecoran pelat dan balok dilakukan dihitung dari lantai dasar gedung.

   Tinggi Lokasi Cor 1 = Tinggi lantai 8 Gedung Dhika Universe +Tinggi jatuh CB

   = (3,2+3,2+3,1+3,1+3,1+3,1+3,1+3,1)+1,0

= 26 m

2) Durasi Penurunan CB adalah durasi yang dibutuhkan CB saat diturunkan dari lokasi pengecoran sampai lokasi *Truck Mixer* (TM) di dasar lantai 1.

Durasi Penurunan CB = Waktu selesai – Waktu mulai

= 00:12:58 – 00:12:34

= 24 detik

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

$= \frac{26}{24}$

= 1,08 m/s

Rekap perhitungan kecepatan penurunan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok dapat dilihat pada Tabel 5.40 berikut.

Tabel 5.40 Rekap Perhitungan Kecepatan Penurunan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 1 (m)	Durasi Penurunan CB (Detik)	Kec. Turun (m/s)
TM 1	1	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	24	1,08
	2	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	43	0,60
	3	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	36	0,72
	4	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	28	0,93
	5	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	43	0,60
	6	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	21	1,24
TM 2	7	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	59	0,44
	8	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	66	0,39
	9	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	47	0,55
	10	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	36	0,72
	11	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	60	0,43
	12	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	56	0,46
TM 3	13	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	40	0,65
	14	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	32	0,81
	15	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	38	0,68
	16	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	65	0,40
	17	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	45	0,58
	18	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	38	0,68

Lanjutan Tabel 5.40 Rekap Perhitungan Kecepatan Penurunan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 1	Durasi Penurunan CB	Kec. Turun
			(m)	(Detik)	(m/s)
TM 4	19	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	33	0,79
	20	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	35	0,74
	21	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	57	0,46
	22	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	45	0,58
	23	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	43	0,60
	24	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	48	0,54
TM 5	25	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	47	0,55
	26	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	40	0,65
	27	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	35	0,74
	28	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	44	0,59
	29	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	44	0,59
	30	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	26	43	0,60

b. Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan dan Penurunan *Concrete Bucket*

Pehitungan penyesuaian durasi penarikan *Concrete Bucket* dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Peny. Durasi Tarik} = \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 2 (Tinggi Cor Proyek FIAI)}}{\text{Kecepatan Penarikan CB}}$$

Pehitungan penyesuaian durasi penurunan *Concrete Bucket* dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Peny. Durasi Turun} = \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 2 (Tinggi Cor Proyek FIAI)}}{\text{Kecepatan Penurunan CB}}$$

Berikut adalah contoh perhitungan penyesuaian durasi penarikan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok.

1) Tinggi Lokasi Cor 2 adalah ketinggian lokasi saat pengecoran pelat dan balok di Proyek Gedung FIAI UII terhitung dari lantai dasar, dimana *Truck Mixer* (TM) berada.

Tinggi Lokasi Cor 2 = Tinggi lokasi pengecoran (pelat dan balok)
= Tinggi lantai 6 Gedung FIAI
= 4.9 + 4 + 4 +4 +4 + 4
= 24.90 m

2) Kecepatan Penarikan CB didapat dari hasil perhitungan sebelumnya.

   Kecepatan Penarikan CB = 1,04 m/s

3) Penyesuaian Durasi Penarikan $= \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 2}}{\text{Kecepatan Penarikan CB}}$

$= \frac{24{,}90}{1{,}04}$

= 24 detik

Rekap perhitungan penyesuaian durasi penarikan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok dapat dilihat pada Tabel 5.41 berikut.

Tabel 5.41 Perhitungan Penyesuaian Durasi Penarikan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 2	Kec. Tarik	Peny. Durasi Tarik
			(m)	(m/s)	(Detik)
TM 1	1	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,04	24
	2	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,87	29
	3	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,67	37
	4	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,08	23
	5	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,90	28
	6	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,72	34
TM 2	7	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,52	48
	8	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,96	26
	9	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,93	27
	10	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,04	24
	11	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,81	31
	12	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,76	33
TM 3	13	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,00	25
	14	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,93	27
	15	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,96	26
	16	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,53	16
	17	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,13	22
	18	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,13	22
TM 4	19	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,96	26
	20	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,13	22
	21	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,96	26
	22	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,81	31
	23	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,90	28
	24	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,87	29
TM 5	25	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,81	31
	26	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,44	17
	27	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,93	27
	28	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,93	27
	29	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	1,00	25
	30	Penarikan bucket dari dasar ke pelat-balok lt.8	24,9	0,90	28

Berikut adalah contoh perhitungan penyesuaian durasi penurunan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok.

1) Tinggi Lokasi Cor 2 adalah ketinggian lokasi saat pengecoran pelat dan balok di Proyek Gedung FIAI UII terhitung dari lantai dasar, dimana *Truck Mixer* (TM) berada.

   Tinggi Lokasi Cor 2 = Tinggi lokasi pengecoran (Pelat dan balok*)*
   = Tinggi lantai 6 Gedung FIAI
   = 4.9 + 4 + 4 +4 +4 + 4
   = 24,90 m

2) Kecepatan Penurunan CB didapat dari hasil perhitungan sebelumnya.

   Kecepatan Penurunan CB = 1,08 m/s

3) Penyesuaian Durasi Penurunan $= \frac{\text{Tinggi Lokasi Cor 2}}{\text{Kecepatan Penurunan CB}}$
   $= \frac{24{,}90}{1{,}08}$
   = 23 detik

Rekap perhitungan penyesuaian durasi penurunan *Concrete Bucket* pada pengecoran pelat dan balok dapat dilihat pada Tabel 5.42 berikut.

Tabel 5.42 Perhitungan Penyesuaian Durasi Penurunan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 2	Kec. Turun	Peny. Durasi Turun
			(m)	(m/s)	(Detik)
TM 1	1	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	1,08	23
	2	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,60	41
	3	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,72	34
	4	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,93	27
	5	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,60	41
	6	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	1,24	20
TM 2	7	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,44	57
	8	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,39	63
	9	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,55	45
	10	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,72	34
	11	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,43	57
	12	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,46	54

Lanjutan Tabel 5.42 Perhitungan Penyesuaian Durasi Penurunan *Concrete Bucket* Pada Pengecoran Pelat dan Balok

Kend	Siklus	Kegiatan	Tinggi Lokasi Cor 2	Kec. Turun	Peny. Durasi Turun
			(m)	(m/s)	(Detik)
TM 3	13	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,65	38
	14	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,81	31
	15	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,68	36
	16	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,40	62
	17	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,58	43
	18	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,68	36
TM 4	19	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,79	32
	20	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,74	34
	21	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,46	55
	22	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,58	43
	23	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,60	41
	24	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,54	46
TM 5	25	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,55	45
	26	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,65	38
	27	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,74	34
	28	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,59	42
	29	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,59	42
	30	Penurunan bucket dari pelat-balok lt.8 ke dasar	24,9	0,60	41

c. Rekapitulasi Data Pengecoran Setelah Penyesuaian

Setelah dilakukan penyesuaian terhadap durasi penarikan dan penurunan *Concrete Bucket* (CB) dengan tujuan untuk menyesuaikan tinggi lokasi pengecoran di Proyek Apartement Dhika Universe terhadap tinggi lokasi pengecoran di Proyek Gedung FIAI maka terjadi perubahan dalam durasi waktu pekerjaan per-siklus.

Contoh data pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* setelah penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 5.43 berikut.

Tabel 5.43 Contoh Data Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* Setelah Penyesuaian

Kendaraan	Siklus	Kegiatan	Rekap Durasi Per Pekerjaan		Rekap Durasi Penundaan (*Delay)*	Kode	Waktu Produksi
			Awal	Setelah Penyesuaian			
			(Detik)	(Detik)	(Detik)		(Detik)
TM 1 (6 m3)		**TM Datang**	**AWAL PENGECORAN**				
	1	**Tuang Beton**	54	54			461
		Delay			46	B	
		CB Naik	25	24			
		Delay					
		TC Swing	47	47			
		Delay					
		Pemosisian CB	47	47			
		Delay					
		Cor	81	81			
		Delay			8	B	
		TC Swing	60	60			
		Delay					
		CB Turun	24	23			
		Delay			71	B	
TM 1 (6 m3)	**2**	**Tuang Beton**	41	41			428
		Delay			48	B	
		CB Naik	30	29			
		Delay					
		TC Swing	47	47			
		Delay					
		Pemosisian CB	16	16			
		Delay					
		Cor	107	107			
		Delay			12	B	
		TC Swing	45	45			
		Delay					
		CB Turun	43	41			
		Delay			42	B	

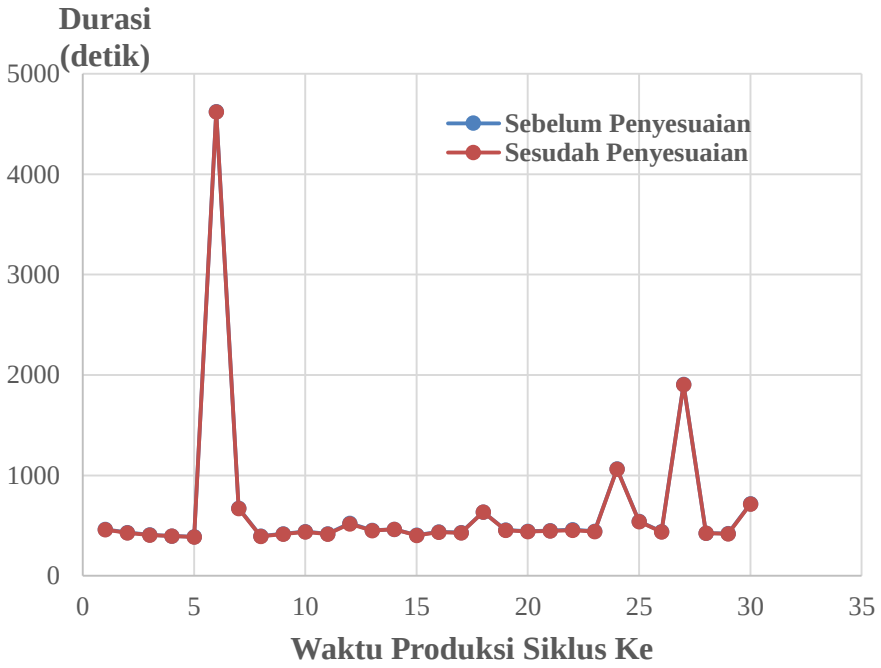
Rekap perhitungan durasi pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) setelah proses penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 5.44 berikut.

Tabel 5.44 Rekap Perhitungan Durasi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* Setelah Proses Penyesuaian

Kend	Siklus	Volume Pengecoran	Durasi Kerja	Durasi Tunda	Waktu Produksi	
					Sebelum Penyesuaian	Sesudah Penyesuaian
		(m3)	(Detik)	(Detik)	(Detik)	(Detik)
TM 1	1	1	336	125	463	461
	2	1	326	102	431	428
	3	1	350	55	408	405
	4	1	312	83	397	395
	5	1	330	57	390	387
	6	1	325	4298	4625	4623
TM 2	7	1	387	282	674	669
	8	1	344	49	397	393
	9	1	351	63	417	414
	10	1	334	103	440	437
	11	1	353	61	418	414
	12	1	347	171	522	518
TM 3	13	1	361	90	454	451
	14	1	348	113	464	461
	15	1	320	81	404	401
	16	1	354	79	436	433
	17	1	349	79	431	428
	18	1	350	283	636	633
TM 4	19	1	362	92	457	454
	20	1	357	85	444	442
	21	1	353	92	449	445
	22	1	358	97	458	455
	23	1	321	121	445	442
	24	1	302	761	1066	1063
TM 5	25	1	408	133	544	541
	26	1	310	128	440	438
	27	1	1667	238	1908	1905
	28	1	348	75	426	423
	29	1	339	78	420	417
	30	1	669	45	717	714

Dari tabel di atas, dapat dilihat antara waktu produksi siklus sebelum dan sesudah penyesuaian tidak tampak berbeda karena pada dasarnya tinggi pengecoran pelat-balok di Proyek FIAI dan Dhika Universe tidak jauh berbeda juga, yakni 26 m dan 24,9 m.

Grafik perbandingan durasi pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* sebelum dan setelah proses penyesuaian dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Durasi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* Sebelum dan Setelah Proses Penyesuaian

4. Perhitungan Penundaan Siklus Produksi

Berikut adalah contoh perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran pelat-balok menggunakan C*oncrete Bucket* (CB).

Proses data :

a. Waktu produksi siklus adalah durasi yang dibutuhkan *Concrete Bucket* (CB) dalam menyelesaikan sebuah siklus, baik saat CB melakukan pekerjaan ataupun saat mengalami tundaan. Waktu produksi siklus diketahui pada perhitungan Tabel 5.39 di atas.

1) Waktu Produksi Siklus 1 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
= 338+125
= 463 detik

2) Waktu produksi siklus 2 = Durasi Kerja + Durasi Tunda
= 329+102
= 431 detik

b. Dalam kegiatan ini terdapat tiga kategori penundaaan yang terjadi, yakni penundaan karena faktor alat, tenaga kerja, dan material.

   Penundaan karena faktor alat terjadi saat proses pengisian dan penarikan *Concrete Bucket* (CB). Tundaan proses pengisian CB terjadi saat CB sudah sampai di bawah setelah pengecoran, tapi tidak langsung diisi beton. Sedangkan tundaan saat penarikan terjadi saat CB telah terisi dengan beton, namun tidak langsung ditarik ke atas menuju lokasi pengecoran.

   Penundaan karena faktor tenaga kerja terjadi saat tiba waktu shalat shubuh. Kondisi proyek yang berdekatan dengan masjid membuat pihak pelaksana mengambil sikap menunda pekerjaan demi kenyamanan jamaah di masjid dan saat CB digantung di atas oleh TC dan tidak bergerak.

   Penundaan karena faktor material terjadi saat proses pergantian antara *Truck Mixer* (TM) yang telah selesai menuangkan muatannya dengan TM lain yang hendak menggantikannya. Selain karena proses pergantian tersebut, tundaan juga terjadi karena muatan TM yang baru harus diuji slump terlebih dahulu.

   1) Siklus 1
      a) Faktor Alat = 125 detik
   2) Siklus 2
      a) Faktor Alat = 102 detik

c. Waktu siklus tak tertunda adalah durasi bersih produksi yang dibutuhkan *Concrete Bucket* (TM) dalam menyelesaikan sebuah siklus.

   1) Waktu siklus tak tertunda Siklus 1 =Waktu produksi siklus ke-1 – Waktu tundaan siklus ke-1
      = 461-125
      = 336 detik
   2) Waktu siklus tak tertunda Siklus 2 =Waktu produksi siklus ke-2 – Waktu tundaan siklus ke-2
      = 428-102
      = 326 detik

Rekap perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.45 berikut.

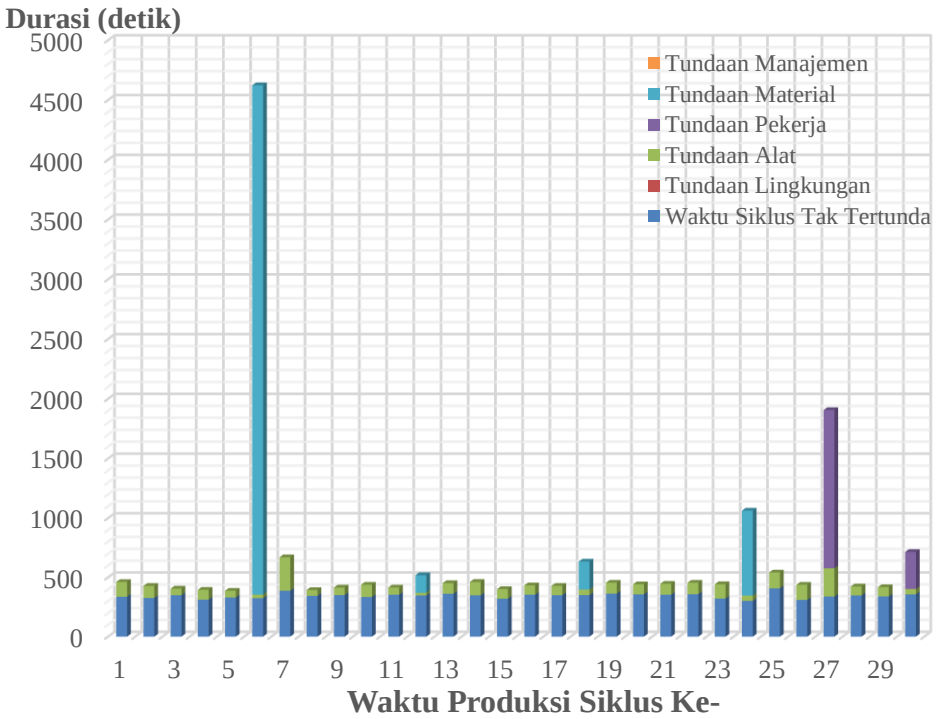
Tabel 5.45 Rekap Perhitungan Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket*

Kendaraan	Siklus	Volume	Jumlah Tenaga Kerja	Waktu Produksi	*Delay*					Ket	Waktu Siklus Tak Tertunda
					Lingkungan	Alat	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
		m3	orang	detik	detik	detik	detik	detik	detik		(Detik)
TM 1	1	1	11	461		125				*Delay*	336
	2	1	11	428		102				*Delay*	326
	3	1	11	405		55				*Delay*	350
	4	1	11	395		83				*Delay*	312
	5	1	11	387		57				*Delay*	330
	6	1	11	4623		30		4268		*Delay*	325
TM 2	7	1	11	669		282				*Delay*	387
	8	1	11	393		49				*Delay*	344
	9	1	11	414		63				*Delay*	351
	10	1	11	437		103				*Delay*	334
	11	1	11	414		61				*Delay*	353
	12	1	11	518		23		148		*Delay*	347
TM 3	13	1	11	451		90				*Delay*	361
	14	1	11	461		113				*Delay*	348
	15	1	11	401		81				*Delay*	320
	16	1	11	433		79				*Delay*	354
	17	1	11	428		79				*Delay*	349
	18	1	11	633		47		236		*Delay*	350

Lanjutan Tabel 5.45 Rekap Perhitungan Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket*

Kendaraan	Siklus	Volume	Jumlah Tenaga Kerja	Waktu Produksi	*Delay*					Ket	Waktu Siklus Tak Tertunda
					Lingkungan	Alat	Tenaga Kerja	Material	Manajemen		
		m3	orang	detik	detik	detik	detik	detik	detik		(Detik)
TM 4	19	1	11	454		92				*Delay*	362
	20	1	11	442		85				*Delay*	357
	21	1	11	445		92				*Delay*	353
	22	1	11	455		97				*Delay*	358
	23	1	11	442		121				*Delay*	321
	24	1	11	1063		45		716		*Delay*	302
TM 5	25	1	11	541		133				*Delay*	408
	26	1	11	438		128				*Delay*	310
	27	1	11	1905		238	1329			*Delay*	338
	28	1	11	423		75				*Delay*	348
	29	1	11	417		78				*Delay*	339
	30	1	11	714		45	312			*Delay*	357
Jumlah Waktu Produksi (Detik)				20090							
Rata-Rata Waktu Produksi (Detik)				669,678							

Histogram penundaan siklus produksi pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.



Gambar 5.18 Histogram Penundaan Siklus Produksi Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket*

5. Perhitungan Lembar Kerja MPDM

   Berikut adalah contoh perhitungan penundaan siklus produksi pada pengecoran Pelat dan balok menggunakan C*oncrete Bucket* (CB) dapat dilihat berikut ini.

   a. Siklus produksi tak tertunda

      1) Waktu produksi total adalah jumlah durasi siklus produksi yang tak tertunda.

         Waktu produksi total = 0 detik (karena semua siklus terdapat tundaan)

      2) Jumlah siklus adalah banyaknya siklus yang tak tertunda.

         Jumlah siklus produksi tak tertunda = 0 siklus

      3) Rata-rata waktu siklus adalah waktu produksi total dibagi jumlah siklus.

         Rata-rata waktu siklus = $\frac{0}{0}$ = 0 detik

      4) $\frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu siklus tak tertunda}}{n} = \frac{0}{0}$ = 0 detik

b. Siklus produksi keseluruhan

1) Waktu produksi total adalah jumlah durasi siklus produksi secara keseluruhan.

Waktu produksi total = 336+326+350+312+330+325+387+344+351+
334+353+347+361+348+320+354+349+350
362+357+353+358+321+302+408+310+338+
348+339+357

= 20090 detik

2) Jumlah siklus keseluruhan adalah banyaknya siklus keseluruhan.

Jumlah siklus produksi keseluruhan = 30 siklus

3) Rata-rata waktu siklus adalah waktu produksi total dibagi jumlah siklus.

Rata-rata waktu siklus = $\frac{20090}{30}$ = 669,678 detik

4) $\frac{\text{Waktu siklus produksi} - \text{rerata waktu siklus tak tertunda}}{\text{n}}$

$$= \frac{[336-0]+[326-0]+[350-0]+[312-0]+[330-0]+[325-0]+[387-0]}{30} + \frac{[344-0]+[351-0]+[334-0]+[353-0]+[347-0]+[361-0]+[348-0]}{30} + \frac{[320-0]+[354-0]+[349-0]+[350-0]+[362-0]+[357-0]+[353-0]}{30} + \frac{[358-0]+[321-0]+[302-0]+[408-0]+[310-0]+[338-0]+[348-0]}{30} + \frac{[339-0]+[357-0]}{30}$$

= 669,678 detik

Rekap perhitungan lembar kerja proses MPDM pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.46 berikut.

Tabel 5.46 Lembar Kerja Proses MPDM Pengecoran Pelat-Balok Dengan CB

Alat	Unit	Waktu Produksi Total	Jumlah Siklus	Rata-Rata Waktu Siklus	Σ[|Waktu Siklus Produksi - Rata-Rata Waktu Siklus Tak Tertunda|]/n
		(Detik)		(Detik)	(Detik)
TC-CB	Siklus Produksi Tak Tertunda	0	0	0,000	0,000
	Siklus Produksi Keseluruhan	20090	30	669,678	669,678

6. Perhitungan Informasi Penundaan

   Berikut adalah contoh perhitungan informasi penundaan pada pekerjaan pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CB).

   a. Kejadian adalah jumlah siklus yang mengalami penundaan pada faktor lingkungan, peralatan, tenaga kerja, material, dan manajemen.
      1) Alat = 30 siklus
      2) Tenaga Kerja = 2 siklus
      3) Material = 4 siklus

   b. Total penambahan waktu adalah total dari setiap tipe penundaan yang terjadi pada semua siklus.
      1) Alat = 2751 detik
      2) Tenaga Kerja = 1641 detik
      3) Material = 5368 detik

   c. Kemungkinan kejadian adalah kejadian (a) dibagi jumlah siklus keseluruhan.
      1) Alat = $\frac{30}{30}$ = 1,000
      2) Tenaga Kerja = $\frac{2}{30}$ = 0,067
      3) Material = $\frac{4}{30}$ = 0,133

   d. *Relative severity* adalah (total penambahan waktu (b) dibagi kejadian (a)) dibagi dengan rerata siklus produksi keseluruhan.
      1) Alat = $\left(\frac{3063}{1}\right)$: 669,678 = 0,137
      2) Tenaga Kerja = $\left(\frac{1329}{2}\right)$: 669,678 = 1,225
      3) Material = $\left(\frac{5368}{4}\right)$: 669,678 = 2,004

   e. Perkiraan % waktu penundaan per siklus produksi adalah kemungkinan kejadian dikali *relative severity* dikali 100%.
      1) Alat = 1,000 x 0,137 x 100% = 13,693 %
      2) Tenaga Kerja = 0,067 x 1,225 x 100% = 8,168 %
      3) Material = 0,133 x 2,004 x 100% = 26,719 %

Rekap perhitungan informasi penundaan pada pekerjaan pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.47 berikut.

Tabel 5.47 Info Penundaan Pada Pengecoran Pelat-Balok Dengan CB

Alat	Informasi Penundaan					
		Lingkungan	**Peralatan**	**Tenaga Kerja**	**Material**	**Manajemen**
CB	Jumlah Siklus					30
	Kejadian	0	30	2	4	0
	Total Penambahan Waktu	0	2751	1641	5368	0
	Kemungkinan Kejadian	0.000	1.000	0.067	0.133	0.000
	Relative Severity	0.000	0,137	1,225	2.004	0.000
	Perkiraan % Waktu Penundaan Persiklus Produksi	0.000	13,693	8,168	26.719	0.000

7. Perhitungan Produktivitas Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket*

   Dalam menghitung produktivitas sebuah pekerjaan digunakan rumus sebagai berikut ini.

   a. Produktivitas Ideal

      Produktivitas ideal adalah produktivitas yang dihitung berdasarkan waktu produksi tak tertunda.

      $$\text{Prod.ideal} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus ideal}} \text{ x rerata volume tak tertunda}$$

   b. Produktivitas Keseluruhan

      Produktivitas keseluruhan adalah produktivitas yang dihitung berdasarkan waktu produksi keseluruhan.

      $$\text{Prod.keseluruhan} = \frac{1}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}} \text{ x rerata volume total}$$

   Perhitungan produktivitas keseluruhan juga bisa menggunakan rumus berikut ini :

   Produktivitas keseluruhan = Produktivitas ideal x $(1-E_{en}-E_{eq}-E_{la}-E_{mt}-E_{mm})$

Produktivitas ideal = 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

E_{mm} = Perkiraan % penundaan akibat manajemen / 100

Menggunakan rumus di atas, berikut adalah perhitungan produktivitas pengecoran Pelat dan Balok menggunakan *Concrete Bucket*.

Diketahui :

1) Rerata waktu siklus total $= \frac{\text{Waktu Total Produksi}}{\text{Jumlah Siklus}}$

$= \frac{20090 \text{ detik}}{30 \text{ siklus}}$

= 669,678 detik

2) Rerata volume keseluruhan $= \frac{\text{Total Volume Cor}}{\text{Jumlah Siklus}}$

$= \frac{30 \text{ m3}}{30 \text{ siklus}}$

= 1 m^3

3) Produktivitas keseluruhan $= \frac{\text{rerata volume keseluruhan}}{\text{rerata waktu siklus keseluruhan}}$

$= \frac{1 \text{ m3}}{669{,}678 \text{ detik}} \text{x } 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \text{x} 60 \frac{\text{detik}}{\text{menit}}$

$= 0{,}001493255 \frac{\text{m3}}{\text{detik}} \text{ x } 3600$

= 5,376 m^3/jam

4) Produktivitas ideal $= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan}}{(1-\text{Een}-\text{Eeq}-\text{Ela}-\text{Emt}-\text{Emm})}$

$= \frac{5{,}376 \text{ m3/jam}}{1-((0+13{,}693+8{,}168+26{,}719+0)/100)}$

$$= \frac{5{,}376 \text{ m3/jam}}{0.514}$$

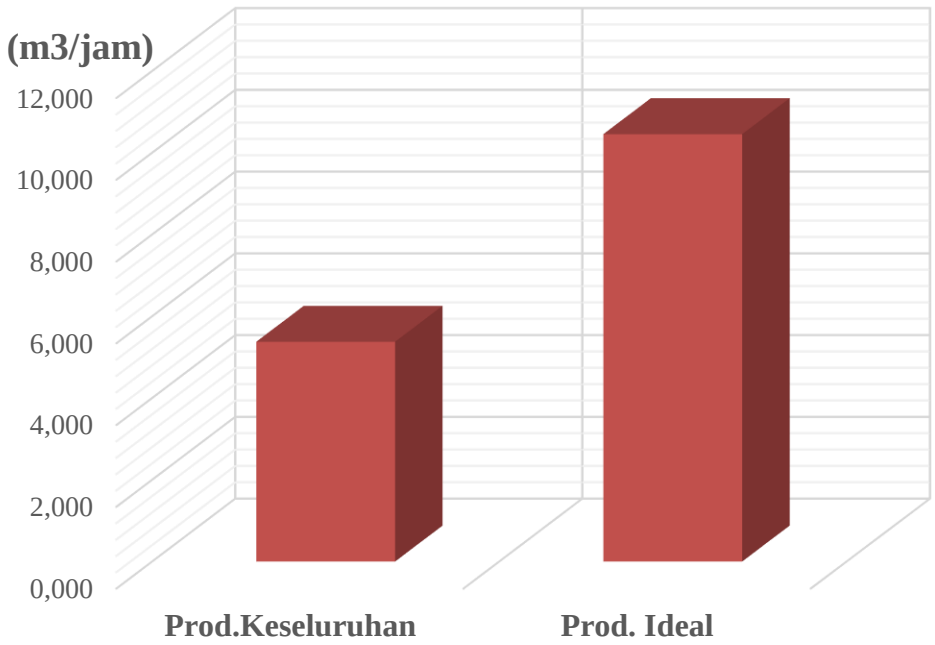
$$= 10{,}455 \text{ m}^3\text{/jam}$$

Produktivitas ideal dan produktivitas keseluruhan pada pekerjaan pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.48 berikut ini.

Tabel 5.48 Produktivitas Pengecoran Pelat-Balok Dengan *Concrete Bucket*

Alat	Rerata Waktu Siklus Keseluruhan	Rerata Volume Keseluruhan	Produktivitas Keseluruhan	Produktivitas Ideal
	(Detik)	(m3)	(m3/jam)	(m3/jam)
CB	669,678	1	5,376	10,455

Histogram rekap produktivitas pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut.



Gambar 5.19 Histogram Rekap Produktivitas Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

5.5 Analisis Data Biaya Pengecoran

Analisis data biaya pengecoran dilakukan menggunakan data primer hasil pengamatan di lokasi pengecoran, meliputi upah tenaga kerja, jumlah tenaga kerja, harga sewa alat, jumlah alat, volume pengecoran, dan durasi pengecoran. Analisis dilakukan terhadap pengecoran kolom dan pelat-balok baik menggunakan *Concrete Pump* maupun *Concrete Bucket.*

5.5.1 Biaya Pengecoran Kolom Mengunakan *Concrete Pump*

Berikut adalah perhitungan biaya pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) pada Proyek FIAI UII

1. Jumlah Tenaga Kerja dan Alat

   Jumlah tenaga kerja dan alat didapatkan dari data primer berupa hasil pengamatan terhadap tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

   a. Tenaga kerja
      1) Mandor = 1
      2) Tukang = 2
      3) Pekerja/Laden =7
   b. Alat
      1) *Concrete Pump* = 1
      2) *Vibrator* = 1

2. Upah dan Sewa Per Jam

   Upah dan Sewa Per Satuan adalah biaya per unit per jam yang dikeluarkan untuk membayar jasa tenaga kerja yang terlibat dan sewa alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII. Data ini didapatkan dari data primer berupa hasil wawancara dengan pelaksana proyek. Nilai sewa alat dan upah tenaga kerja ini merujuk pada penjelasan sebelumnya pada Tabel 5.2 dan 5.7.

a. Tenaga kerja

1) Mandor (Orang/Jam) = Rp4.166,67
2) Tukang (Orang/Jam) = Rp3.750,00
3) Pekerja/Laden (Orang/Jam) = Rp3.541,67

b. Alat

1) *Concrete Pump* (Buah/Jam) = Rp145.833,33
2) *Vibrator* (Buah/Jam) = Rp4.166,67

3. Biaya Cor Per Jam

Biaya cor per jam adalah besaran biaya per jam yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Jumlah Mandor x Upah Per Jam
= 1 x Rp4.166,67
= Rp4.166,67
2) Tukang = Jumlah Tukang x Upah Per Jam
= 2 x Rp3.750,00
= Rp7.500,00
3) Pekerja/Laden = Jumlah Pekerja/Laden x Upah Per Jam
= 7 x Rp3.541,67
= Rp24.791,67

b. Alat

1) *Concrete Pump* = Jumlah *Concrete Pump* x Sewa Per Jam
= 1 x Rp145.833,33
= Rp145.833,33
2) *Vibrator* = Jumlah *Vibrator* x Sewa Per Jam
= 1 x Rp4.166,67
= Rp4.166,67

Total Biaya Cor Per Jam = Rp4.166,67 + Rp7.500,00 + Rp24.792,00 + Rp145.833,33 + Rp4.166,67
= Rp186.458,33

4. Waktu Produksi

   Waktu produksi adalah waktu dalam satuan jam yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump*(CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII. Waktu produksi di sini tidak termasuk waktu persiapan awal dan persiapan akhir CP, karena waktu persiapan tidak dihitung sebagai siklus. Waktu produksi ini didapat dari analisis produktivitas pengecoran kolom menggunakan CP yang telah dilakukan sebelumnya pada subbab 5.4.1.

   Waktu Produksi = 3:38:11
   = {(3x60)/60)+(38/60)+(11/3600)}
   = 3,636 jam

5. Biaya Selama Waktu Produksi

   Biaya selama waktu produksi adalah besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

   a. Tenaga kerja

      1) Mandor = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
      = Rp4.166,67 x 3,636
      = Rp15.151,62

      2) Tukang = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
      = Rp7.500,00 x 3,636
      = Rp27.272,92

      3) Pekerja/Laden = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
      = Rp24.791,67 x 3,636
      = Rp90.152,14

b. Alat

1) *Concrete Pump* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp145.833,33 x 3,636
= Rp530.306,71

2) *Vibrator* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp4.166,67 x 3,636
= Rp15.151,62

Total Biaya Selama Waktu Produksi = Rp15.151,62+ Rp27.272,92 + Rp90.152,14 + Rp530.306,71 + Rp15.151,62
= Rp678.035,01

6. Volume Cor

Volume cor adalah besaran volume beton yang dicor saat proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

Volume Cor = 26 m^3

7. Biaya Selama Waktu Produksi Per Satuan m^3

Biaya selama waktu produksi per satuan m^3 adalah besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII per satu m^3 beton yang dicor.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor
$= \frac{Rp15.151,62}{26}$
= Rp582,75

2) Tukang = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor
$= \frac{Rp27.272,92}{26}$
= Rp1.048,96

3) Pekerja/Laden = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$$= \frac{\text{Rp}90.152,14}{26}$$

= Rp3.467,39

b. Alat

1) *Concrete Pump* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$$= \frac{\text{Rp}530.306,71}{26}$$

= Rp20.396,41

2) *Vibrator* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$$= \frac{\text{Rp}15.151,62}{26}$$

= Rp582,75

Total Biaya Selama Waktu Produksi Per m^3 = Rp582,75+ Rp1.048,96 + Rp3.467,39 + Rp20.396,41 + Rp582,75

= Rp26.078,27

Rekap perhitungan biaya pengecoran kolom menggunakan *Concrete Pump* (CP) pada Proyek FIAI UII dapat dilihat pada Tabel 5.49 berikut.

Tabel 5.49 Rekap Perhitungan Biaya Pengecoran Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

No	Nama	Satuan	Jumlah	Upah dan Sewa Per Jam	Biaya Cor Per Jam	Durasi Cor	Biaya Selama Durasi Cor	Volume Cor	Biaya Selama Durasi Cor Per m3
				(Rp)	(Rp)	(Jam)	(Rp)	(m3)	(Rp)
A	**TENAGA KERJA**								
1	Mandor	Orang/Jam	1	Rp4.166,67	Rp4.166,67	3,64	Rp15.151,62	26,00	Rp582,75
2	Tukang	Orang/Jam	2	Rp3.750,00	Rp7.500,00	3,64	Rp27.272,92	26,00	Rp1.048,96
3	Pekerja/Laden	Orang/Jam	7	Rp3.541,67	Rp24.791,67	3,64	Rp90.152,14	26,00	Rp3.467,39
B	**ALAT BANTU PENGECORAN**								
1	*Concrete Pump*	Buah/Jam	1	Rp145.833,33	Rp145.833,33	3,64	Rp530.306,71	26,00	Rp20.396,41
2	*Vibrator*	Buah/Jam	1	Rp4.166,67	Rp4.166,67	3,64	Rp15.151,62	26,00	Rp582,75
TOTAL					**Rp186.458,33**		**Rp678.035,01**		**Rp26.078,27**

5.5.2 Biaya Pengecoran Pelat dan Balok Mengunakan *Concrete Pump*

Berikut adalah perhitungan biaya pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) pada Proyek FIAI UII

1. Jumlah Tenaga Kerja dan Alat

   Jumlah tenaga kerja dan alat didapatkan dari data primer berupa hasil pengamatan terhadap tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

   a. Tenaga kerja
      1) Mandor = 1
      2) Tukang = 3
      3) Pekerja/Laden = 9

   b. Alat
      1) *Concrete Pump* = 1
      2) *Vibrator* = 1

2. Upah dan Sewa Per Jam

   Upah dan Sewa Per Satuan adalah biaya per unit per jam yang dikeluarkan untuk membayar jasa tenaga kerja yang terlibat dan sewa alat yang digunakan selama proses pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII. Data ini didapatkan dari data primer berupa hasil wawancara dengan pelaksana proyek. Nilai sewa alat dan upah tenaga kerja ini merujuk pada penjelasan sebelumnya pada Tabel 5.2 dan 5.7.

   a. Tenaga kerja
      1) Mandor (Orang/Jam) = Rp4.166,67
      2) Tukang (Orang/Jam) = Rp3.750,00
      3) Pekerja/Laden (Orang/Jam) = Rp3.541,67

   b. Alat
      1) *Concrete Pump* (Buah/Jam) = Rp145.833,33
      2) *Vibrator* (Buah/Jam) = Rp4.166,67

3. Biaya Cor Per Jam

Biaya cor per jam adalah besaran biaya per jam yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

a. Tenaga kerja

1) Mandor	= Jumlah Mandor x Upah Per Jam
	= 1 x Rp4.166,67
	= Rp4.166,67
2) Tukang	= Jumlah Tukang x Upah Per Jam
	= 3 x Rp3.750,00
	= Rp11.250,00
3) Pekerja/Laden	= Jumlah Pekerja/Laden x Upah Per Jam
	= 9 x Rp3.541,67
	= Rp31.875,00

b. Alat

1) *Concrete Pump*	= Jumlah *Concrete Pump* x Sewa Per Jam
	= 1 x Rp145.833,33
	= Rp145.833,33
2) *Vibrator*	= Jumlah *Vibrator* x Sewa Per Jam
	= 1 x Rp4.166,67
	= Rp4.166,67
Total Biaya Cor Per Jam	= Rp4.166,67 + Rp11.250,00 + Rp31.875,00 + Rp145.833,33 + Rp4.166,67
	= Rp197.291,67

4. Waktu Produksi

   Waktu produksi adalah waktu dalam satuan jam yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII. Waktu produksi di sini tidak termasuk waktu persiapan awal dan persiapan akhir CP, karena waktu persiapan tidak dihitung sebagai siklus. Waktu produksi ini didapat dari analisis produktivitas pengecoran pelat dan balok menggunakan CP yang telah dilakukan sebelumnya pada subbab 5.4.2.

   Waktu Produksi = 10:14:34
   = {(10x60)/60)+(14/60)+(34/3600)}
   = 10,243 jam

5. Biaya Selama Waktu Produksi

   Biaya selama waktu produksi adalah besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

   a. Tenaga kerja

      1) Mandor = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
      = Rp4.166,67 x 10,243
      = Rp42.678,24

      2) Tukang = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
      = Rp11.250,00 x 10,243
      = Rp115.231,25

      3) Pekerja/Laden = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
      = Rp31.875,00 x 10,243
      = Rp326.488,54

   b. Alat

      1) *Concrete Pump* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
      = Rp145.833,33 x 10,243
      = Rp1.493.738,43

2) *Vibrator* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp4.166,67 x 10,243
= Rp42.678,24

Total Biaya Selama Waktu Produksi = Rp42.678,24+ Rp115.231,25 + Rp326.488,54 + Rp1.493.738,43+ Rp42.678,24
= Rp2.020.814,70

6. Volume Cor

Volume cor adalah besaran volume beton yang dicor saat proses pengecoran pelat-balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII.

Volume Cor = 137 m^3

7. Biaya Selama Waktu Produksi Per Satuan m^3

Biaya selama Waktu Produksi per satuan m^3 adalah besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII per satu m^3 beton yang dicor.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor
$= \frac{Rp42.678,24}{137}$
= Rp311,52

2) Tukang = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor
$= \frac{Rp115.231,25}{137}$
= Rp841,10

3) Pekerja/Laden = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor
$= \frac{Rp326.488,54}{137}$
= Rp2.383,13

b. Alat

1) *Concrete Pump* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$$= \frac{\text{Rp}1.493.738,43}{137}$$

= Rp10.903,20

2) *Vibrator* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$$= \frac{\text{Rp}42.678,24}{137}$$

= Rp311,52

Total Biaya Selama Waktu Produksi Per m^3 = Rp311,52+ Rp841,10 + Rp2.383,13 + Rp10.903,20 + Rp311,52

= Rp14.750,47

Rekap perhitungan biaya pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Pump* (CP) pada Proyek FIAI UII dapat dilihat pada Tabel 5.50 berikut.

Tabel 5.50 Rekap Perhitungan Biaya Pengecoran Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

No	Nama	Satuan	Jumlah	Upah dan Sewa Per Jam	Biaya Cor Per Jam	Durasi Cor	Biaya Selama Durasi Cor	Volume Cor	Biaya Selama Durasi Cor Per Satuan m3
				(Rp)	(Rp)	(Jam)	(Rp)	(m3)	(Rp)
A	**TENAGA KERJA**								
1	Mandor	Orang	1	Rp4.166,67	Rp4.166,67	10,243	Rp42.678,24	137,000	Rp311,52
2	Tukang	Orang	3	Rp3.750,00	Rp11.250,00	10,243	Rp115.231,25	137,000	Rp841,10
3	Pekerja/Laden	Orang	9	Rp3.541,67	Rp31.875,00	10,243	Rp326.488,54	137,000	Rp2.383,13
B	**ALAT BANTU PENGECORAN**								
1	*Concrete Pump*	Buah	1	Rp145.833,33	Rp145.833,33	10,243	Rp1.493.738,43	137,000	Rp10.903,20
2	*Vibrator*	Buah	1	Rp4.166,67	Rp4.166,67	10,243	Rp42.678,24	137,000	Rp311,52
TOTAL					**Rp197.291,67**		**Rp2.020.814,70**		**Rp14.750,47**

5.5.3 Biaya Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket*

Berikut adalah perhitungan biaya pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) pada Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

1. Jumlah Tenaga Kerja dan Alat

   Jumlah tenaga kerja dan alat didapatkan dari data primer berupa hasil pengamatan terhadap tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

   a. Tenaga kerja
      1) Mandor = 1
      2) Surveyor = 1
      3) Tukang = 2
      4) Pekerja/Laden = 4

   b. Alat
      1) *Tower Crane* = 1
      2) *Concrete Bucket* = 1
      3) *Vibrator* = 1

2. Upah dan Sewa Per Jam

   Upah dan Sewa Per Satuan adalah biaya per unit per jam yang dikeluarkan untuk membayar jasa tenaga kerja yang terlibat dan sewa alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

   Data ini didapatkan dari data primer yakni dari survey kepada penyewaan alat berat dan data sekunder yang bersumber dari Peraturan Wali Kota (Perwali) No. 19 Tahun 2019 Tentang Standar Harga Barang dan Jasa Pada Pemerintah Kota Yogyakarta. Nilai sewa alat dan upah tenaga kerja ini merujuk pada penjelasan sebelumnya pada Tabel 5.6 dan 5.8.

a. Tenaga kerja

1) Mandor (Orang/Jam) = Rp3.875,00
2) Surveyor (Orang/Jam) = Rp8.000,00
3) Tukang (Orang/Jam) = Rp3.750,00
4) Pekerja/Laden (Orang/Jam) = Rp3.125,00

b. Alat

1) *Tower Crane* (Buah/Jam) = Rp275.756,45
2) *Concrete Bucket* (Buah/Jam) = Rp6.525,38
3) *Vibrator* (Buah/Jam) = Rp4.166,67

3. Biaya Cor Per Jam

Biaya cor per jam adalah besaran biaya per jam yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Jumlah Mandor x Upah Per Jam
= 1 x Rp3.875,00
= Rp3.875,00
2) Surveyor = Jumlah Surveyor x Upah Per Jam
= 1 x Rp8.000,00
= Rp8.000,00
3) Tukang = Jumlah Tukang x Upah Per Jam
= 2 x Rp3.750,00
= Rp7.500,00
4) Pekerja/Laden = Jumlah Pekerja/Laden x Upah Per Jam
= 4 x Rp3.125,00
= Rp12.500,00

b. Alat

1) *Tower Crane* = Jumlah *Tower Crane* x Sewa Per Jam
= 1 x Rp275.756,45
= Rp275.756,45

2) *Concrete Bucket* = Jumlah *Concrete Bucket* x Sewa Per Jam
= 1 x Rp6.525,38
= Rp6.525,38

3) *Vibrator* = Jumlah *Vibrator* x Sewa Per Jam
= 1 x Rp4.166,67
= Rp4.166,67

Total Biaya Cor Per Jam = Rp3.875,00 + Rp8.000,00 + Rp7.500,00 + Rp12.500,00 + Rp275.756,45 + Rp6.525,38 + Rp4.166,67
= Rp318.323,50

4. Waktu Produksi

Waktu produksi adalah waktu dalam satuan jam yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe. Waktu produksi didapat dari analisis produktivitas pengecoran kolom yang telah dilakukan sebelumnya pada subbab 5.4.3.

Waktu Produksi = 1:15:44
= {(1x60)/60)+(39/60)+(4/3600)}
= 1,26 jam

5. Biaya Selama Waktu Produksi

Biaya selama waktu produksi adalah besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp3.875,00 x 1,26
= Rp4.891,80

2) Surveyor = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp8.000,00 x 1,26
= Rp10.099,20

3) Tukang = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp7.500,00 x 1,26
= Rp9.468,00

4) Pekerja/Laden = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp12.500,00 x 1,26
= Rp15.780,00

b. Alat

1) *Tower Crane* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp275.756,45 x 1,26
= Rp348.114,99

2) *Concrete Bucket* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp6.525,38 x 1,26
= Rp8.237,64

3) *Vibrator* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp4.166,67 x 1,26
= Rp5.260,00

Total Biaya Selama Waktu Produksi = Rp4.891,80+ Rp10.099,20 + Rp9.468,00 + Rp15.780,00 + Rp348.114,99 + Rp8.237,64 + Rp5.260,00
= Rp401.851,64

6. Volume Cor

Volume cor adalah besaran volume beton yang dicor saat proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

Volume Cor = 7 m^3

7. Biaya Selama Waktu Produksi Per Satuan m^3

Biaya selama waktu produksi per satuan m^3 adalah besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe per satu m^3 beton yang dicor.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp4.891,80}{7}$

= Rp1.466,96

2) Surveyor = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp10.099,20}{7}$

= Rp3.028,57

3) Tukang = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp9.468,00}{7}$

= Rp2.839,29

4) Pekerja/Laden = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp15.780,00}{7}$

= Rp4.732,14

b. Alat

1) *Tower Crane* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp348.114,99}{7}$

= Rp104.393,51

2) *Concrete Bucket* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp8.237,64}{7}$

= Rp41.880,34

3) *Vibrator* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp5.260,00}{7}$

= Rp1.577,38

Total Biaya Selama Waktu Produksi Per m^3 = Rp698,83+ Rp1.442,74 + Rp1.352,57 +Rp2.254,29 + Rp49.731,71 + Rp1.176,81 + Rp751,43

= Rp57.407,38

Rekap perhitungan biaya pengecoran kolom menggunakan *Concrete Bucket* (CB) pada Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe dapat dilihat pada Tabel 5.51 berikut.

Tabel 5.51 Rekap Perhitungan Biaya Pengecoran Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

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)
A	**TENAGA KERJA**								
1	Mandor	Orang/Jam	1	Rp3.875,00	Rp3.875,00	1,26	Rp4.891,80	7,00	Rp698,83
2	Surveyor	Orang/Jam	1	Rp8.000,00	Rp8.000,00	1,26	Rp10.099,20	7,00	Rp1.442,74
3	Tukang	Orang/Jam	2	Rp3.750,00	Rp7.500,00	1,26	Rp9.468,00	7,00	Rp1.352,57
4	Pekerja/Laden	Orang/Jam	4	Rp3.125,00	Rp12.500,00	1,26	Rp15.780,00	7,00	Rp2.254,29
B	**ALAT BANTU PENGECORAN**								
1	*Tower Crane*	Buah/Jam	1	Rp275.756,45	Rp275.756,45	1,26	Rp348.114,99	7,00	Rp49.730,71
2	*Concrete Bucket*	Buah/Jam	1	Rp6.525,38	Rp6.525,38	1,26	Rp8.237,64	7,00	Rp1.176,81
3	*Vibrator*	Buah/Jam	1	Rp4.166,67	Rp4.166,67	1,26	Rp5.260,00	7,00	Rp751,43
TOTAL					**Rp318.323,50**		**Rp401.851,64**		**Rp57.407,38**

5.5.4 Biaya Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket*

Berikut adalah perhitungan biaya pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) pada Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

1. Jumlah Tenaga Kerja dan Alat

   Jumlah tenaga kerja dan alat didapatkan dari data primer berupa hasil pengamatan terhadap tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

   a. Tenaga kerja
      1) Mandor = 1
      2) Surveyor = 1
      3) Tukang = 2
      4) Pekerja/Laden = 7

   b. Alat
      1) *Tower Crane* = 1
      2) *Concrete Bucket* = 1
      3) *Vibrator* = 1

2. Upah dan Sewa Per Jam

   Upah dan Sewa Per Satuan adalah biaya per unit per jam yang dikeluarkan untuk membayar jasa tenaga kerja yang terlibat dan sewa alat yang digunakan selama proses pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

   Data ini didapatkan dari data primer yakni dari survey kepada penyewaan alat berat dan data sekunder yang bersumber dari Peraturan Wali Kota (Perwali) No. 19 Tahun 2019 Tentang Standar Harga Barang dan Jasa Pada Pemerintah Kota Yogyakarta. Nilai sewa alat dan upah tenaga kerja ini merujuk pada penjelasan sebelumnya pada Tabel 5.6 dan 5.8.

a. Tenaga kerja

1) Mandor (Orang/Jam) = Rp3.875,00
2) Surveyor (Orang/Jam) = Rp8.000,00
3) Tukang (Orang/Jam) = Rp3.750,00
4) Pekerja/Laden (Orang/Jam) = Rp3.125,00

b. Alat

1) *Tower Crane* (Buah/Jam) = Rp275.756,45
2) *Concrete Bucket* (Buah/Jam) = Rp6.525,38
3) *Vibrator* (Buah/Jam) = Rp4.166,67

3. Biaya Cor Per Jam

Biaya cor per jam adalah besaran biaya per jam yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Jumlah Mandor x Upah Per Jam
= 1 x Rp3.875,00
= Rp3.875,00
2) Surveyor = Jumlah Surveyor x Upah Per Jam
= 1 x Rp8.000,00
= Rp8.000,00
3) Tukang = Jumlah Tukang x Upah Per Jam
= 2 x Rp3.750,00
= Rp7.500,00
4) Pekerja/Laden = Jumlah Pekerja/Laden x Upah Per Jam
= 7 x Rp3.125,00
= Rp21.875,00

b. Alat

1) *Tower Crane* = Jumlah *Tower Crane* x Sewa Per Jam
= 1 x Rp275.756,45
= Rp275.756,45

2) *Concrete Bucket* = Jumlah *Concrete Bucket* x Sewa Per Jam
= 1 x Rp6.525,38
= Rp6.525,38

3) *Vibrator* = Jumlah *Vibrator* x Sewa Per Jam
= 1 x Rp4.166,67
= Rp4.166,67

Total Biaya Cor Per Jam = Rp3.875,00 + Rp8.000,00 + Rp7.500,00 + Rp21.875,00 + Rp275.756,45 + Rp6.525,38 + Rp4.166,67
= Rp327.698,50

4. Waktu Produksi

Waktu produksi adalah waktu dalam satuan jam yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe. Waktu produksi didapat dari analisis produktivitas pengecoran Pelat dan balok yang telah dilakukan sebelumnya pada subbab 5.4.5

Waktu Produksi = 5:34:50
= {(5x60)/60)+(34/60)+(50/3600)
= 5,58 jam

5. Biaya Selama Waktu Produksi

Biaya selama waktu produksi adalah besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp3.875,00 x 5,58
= Rp21.625,01

2) Surveyor = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp8.000,00 x 5,58
= Rp44.645,19

3) Tukang = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp7.500,00 x 5,58
= Rp41.854,86

4) Pekerja/Laden = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp21.875,00 x 5,58
= Rp122.076,69

b. Alat

1) *Tower Crane* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp275.756,45 x 5,58
= Rp1.538.899,81

2) *Concrete Bucket* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp6.525,38 x 5,58
= Rp36.415,87

3) *Vibrator* = Biaya Cor Per Jam x Waktu Produksi
= Rp4.166,67 x 5,58
= Rp23.252,70

Total Biaya Selama Waktu Produksi = Rp21.625,01+ Rp44.645,19 + Rp41.854,86 + Rp122.076,69 + Rp1.538.899,81 + Rp36.415,87 + Rp23.252,70
= Rp1.828.770,13

6. Volume Cor

Volume cor adalah besaran volume beton yang dicor saat proses pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe.

Volume Cor = 30 m^3

7. Biaya Selama Waktu Produksi Per Satuan m^3

Biaya selama waktu produksi per satuan m^3 adalah besaran biaya yang harus dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja yang terlibat dan alat yang digunakan selama proses pengecoran Pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) yang dilakukan di Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe per satu m^3 beton yang dicor.

a. Tenaga kerja

1) Mandor = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp21.625,01}{30}$

= Rp720,83

2) Surveyor = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp44.645,19}{30}$

= Rp1.488,17

3) Tukang = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp41.854,86}{30}$

= Rp1.395,16

4) Pekerja/Laden = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp122.076,69}{30}$

= Rp4.069,22

b. Alat

1) *Tower Crane* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp1.538.899,81}{30}$

= Rp51.296,66

2) *Concrete Bucket* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp36.415,87}{30}$

= Rp1.213,86

3) *Vibrator* = Biaya Selama Waktu Produksi x Volume Cor

$= \frac{Rp23.252,70}{30}$

= Rp775,09

Total Biaya Selama Waktu Produksi Per m^3 = Rp720,83 + Rp1.488,17 + Rp1.395,16 + Rp4.069,22 + Rp51.296,66 + Rp1.213,86 + Rp775,09

= Rp60.959,00

Rekap perhitungan biaya pengecoran pelat dan balok menggunakan *Concrete Bucket* (CB) pada Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe dapat dilihat pada Tabel 5.52 berikut.

Tabel 5.52 Rekap Perhitungan Biaya Pengecoran Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

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)
A	**TENAGA KERJA**								
1	Mandor	Orang/Hari	1	Rp3.875,00	Rp3.875,00	5,58	Rp21.625,01	30,00	Rp720,83
2	Surveyor	Orang/Hari	1	Rp8.000,00	Rp8.000,00	5,58	Rp44.645,19	30,00	Rp1.488,17
3	Tukang	Orang/Hari	2	Rp3.750,00	Rp7.500,00	5,58	Rp41.854,86	30,00	Rp1.395,16
4	Pekerja/Laden	Orang/Hari	7	Rp3.125,00	Rp21.875,00	5,58	Rp122.076,69	30,00	Rp4.069,22
B	**ALAT BANTU PENGECORAN**								
1	*Tower Crane*	Buah/Hari	1	Rp275.756,45	Rp275.756,45	5,58	Rp1.538.899,81	30,00	Rp51.296,66
2	*Concrete Bucket*	Buah/Hari	1	Rp6.525,38	Rp6.525,38	5,58	Rp36.415,87	30,00	Rp1.213,86
3	*Vibrator*	Buah/Hari	1	Rp4.166,67	Rp4.166,67	5,58	Rp23.252,70	30,00	Rp775,09
TOTAL					**Rp327.698,50**		**Rp1.828.770,13**		**Rp60.959,00**

5.6 Rekapitulasi Produktivitas dan Biaya Pengecoran Antara *Concrete Pump* Dan *Concrete Bucket*

Rekapitulasi hasil analisis produktivitas dan biaya pengecoran kolom, pelat, dan balok, baik menggunakan *Concrete Pump* (CP) ataupun *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Tabel 5.53 dan 5.54 berikut ini.

Tabel 5.53 Rekapitulasi Analisis Produktivitas dan Biaya Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

PROYEK GEDUNG FIAI UII (*CONCRETE PUMP*)							
No	**Pekerjaan**	**Tenaga Kerja**	**Volume**	**Waktu Produksi**	**Produktivitas**		**Biaya**
					Keseluruhan	**Ideal**	
		Orang	**m3**	**Jam**	**m3/jam**	**m3/jam**	**Rp/m3**
1	Cor Kolom	10	26	3,636	7,150	34,086	Rp26.078,27
2	Cor Pelat-Balok	13	137	10,243	13,375	32,514	Rp14.750,47

Tabel 5.54 Rekapitulasi Analisis Produktivitas dan Biaya Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket* (CB)

PROYEK GEDUNG APARTEMEN DHIKA UNIVERSE (*CONCRETE BUCKET*)							
No	**Pekerjaan**	**Tenaga Kerja**	**Volume**	**Waktu Produksi**	**Produktivitas**		**Biaya**
					Keseluruhan	**Ideal**	
		Orang	**m3**	**Jam**	**m3/jam**	**m3/jam**	**Rp/m3**
1	Cor Kolom	8	7	1,262	5,545	6,847	Rp57.407,38
3	Cor Pelat-Balok	11	30	5,581	5,376	10,455	Rp60.959,00

5.6.1 Perbandingan Produktivitas dan Biaya Tenaga-Alat Pada Pengecoran Kolom Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CP) Dan *Concrete Bucket* (CB)

Perbandingan produktivitas dan biaya tenaga kerja-alat pada pengecoran kolom antara menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB) menggunakan perhitungan sebagai berikut.

1. Perbandingan Produktivitas Keseluruhan
   a. Produktivitas Keseluruhan = 7,150 m^3/jam
      dengan *Concrete Pump* (CP)

b. Produktivitas Keseluruhan dengan *Concrete Bucket* (CB) = 5,545 m^3/jam

c. Perbandingan

$$= \frac{\text{Produktivitas Keseluruhan dengan CP}}{\text{Produktivitas Keseluruhan dengan CB}}$$

$$= \frac{7{,}150\ \text{m3/jam}}{5{,}545\ \text{m3/jam}}$$

= 1,289 kali lipat

Dari hasil perbandingan di atas, diketahui bahwa produktivitas keseluruhan pengecoran kolom menggunakan CB 1,289 kali lipat lebih besar dibanding menggunakan CP. Dengan kata lain jika dilihat dari nilai produktivitas keseluruhannya, pengecoran kolom menggunakan CB lebih produktif dibanding menggunakan CP.

2. Perbandingan Produktivitas Ideal

a. Produktivitas Ideal dengan *Concrete Pump* (CP) = 34,086 m^3/jam

b. Produktivitas Ideal dengan *Concrete Bucket* (CB) = 6,847 m^3/jam

c. Perbandingan

$$= \frac{\text{Produktivitas Ideal dengan CP}}{\text{Produktivitas Ideal dengan CB}}$$

$$= \frac{34{,}086\ \text{m3/jam}}{6{,}847\ \text{m3/jam}}$$

= 4,978 kali lipat

Dari hasil perbandingan di atas, diketahui bahwa produktivitas ideal pengecoran kolom menggunakan CP 4,978 kali lipat lebih besar dibanding menggunakan CB. Dengan kata lain jika dilihat dari nilai produktivitas ideal, pengecoran kolom menggunakan CP lebih produktif dibanding menggunakan CB.

3. Perbandingan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pengecoran

a. Biaya Tenaga Kerja-Alat *Concrete Pump* (CP) = Rp26.078,27/m^3

b. Biaya Tenaga Kerja-Alat *Concrete Bucket* (CB) = Rp57.407,38/m^3

c. Perbandingan $= \frac{\text{Biaya dengan CP}}{\text{Biaya dengan CB}}$

$= \frac{\text{Rp26.078,27/m3}}{\text{Rp57.407,38/m3}}$

= 0,454 kali lipat

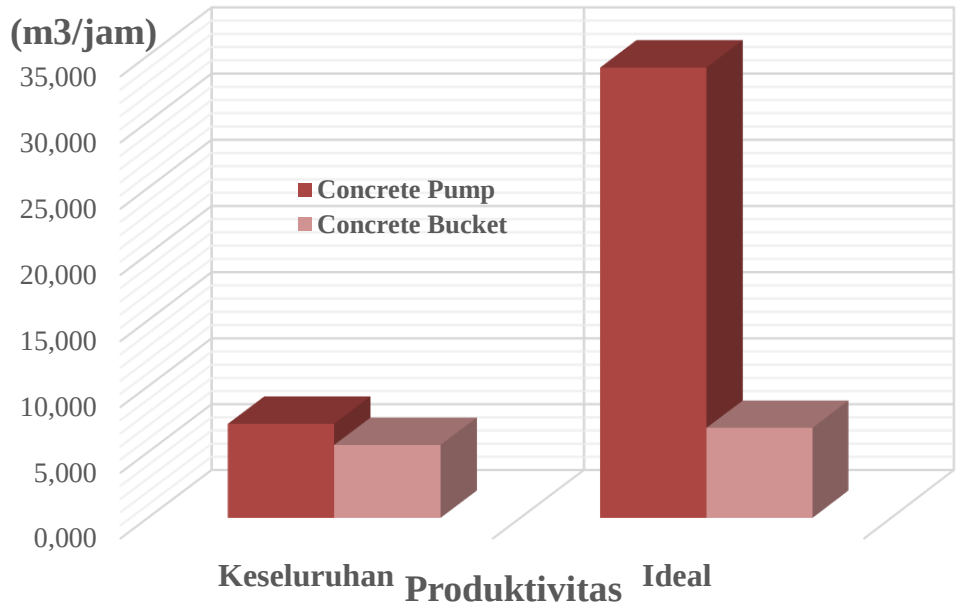
Dari hasil perbandingan di atas, diketahui bahwa biaya tenaga kerja-alat pengecoran kolom menggunakan CP 0,454 kali lipat lebih kecil dibanding menggunakan CB. Dengan kata lain, biaya tenaga kerja-alat pengecoran kolom menggunakan CP lebih murah dibanding menggunakan CB.

Rekapitulasi perbandingan produktivitas dan biaya tenaga kerja-alat pada pengecoran kolom antara menggunakan *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Tabel 5.55 berikut.

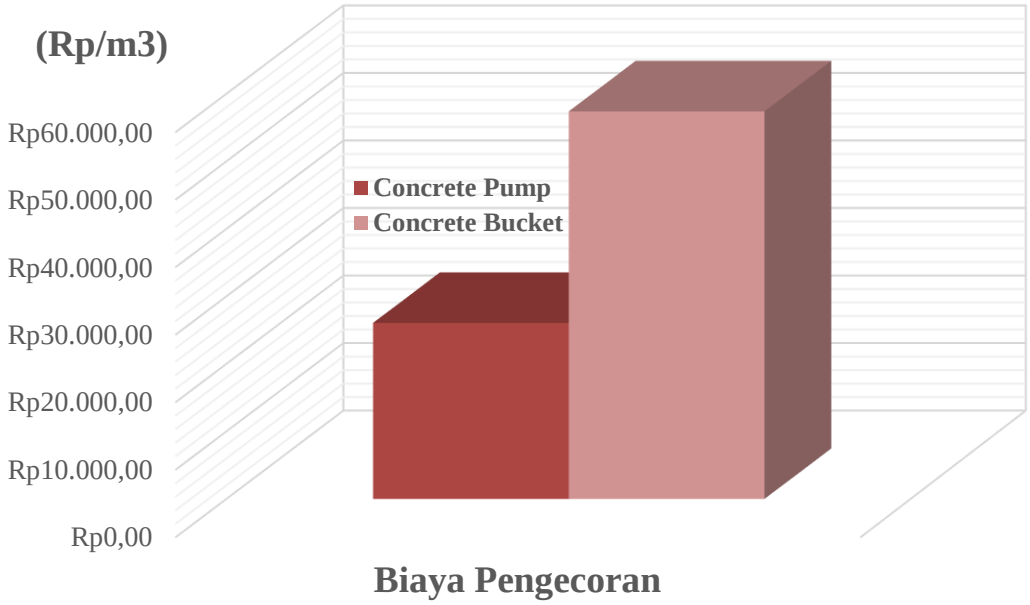
Tabel 5.55 Rekapitulasi Perbandingan Produktivitas dan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Kolom Antara Menggunakan *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*

PERBANDINGAN PENGECORAN KOLOM MENGGUNAKAN *CONCRETE PUMP* VS *CONCRETE BUCKET*							
No	**Alat**	**Produktivitas**		**Biaya**	**Perbandingan (CP/CB)**		
		Keseluruhan	**Ideal**		**Prod. Keseluruhan**	**Prod.Ideal**	**Biaya**
		m3/jam	**m3/jam**	**Rp/m3**	**x-Lipat**	**x-Lipat**	**x-Lipat**
1	CP	7,150	34,086	Rp26.078,27	1,289	4,978	0,454
2	CB	5,545	6,847	Rp57.407,38			

Histogram perbandingan produktivitas dan biaya tenaga kerja-alat pada pengecoran kolom antara menggunakan *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Gambar 5.20 dan Gambar 5.21 berikut.



Gambar 5.20 Histogram Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Kolom Antara *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB)



Gambar 5.21 Histogram Perbandingan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Kolom Antara *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB)

5.6.2 Perbandingan Produktivitas dan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Pelat-Balok Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CP) Dan *Concrete Bucket* (CB)

Perbandingan produktivitas dan biaya tenaga kerja -alat pada pengecoran pelat-balok antara menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB) menggunakan perhitungan sebagai berikut.

1. Perbandingan Produktivitas Keseluruhan
   a. Produktivitas Keseluruhan dengan *Concrete Pump* (CP) = 13,375 m^3/jam
   b. Produktivitas Keseluruhan dengan *Concrete Bucket* (CB) = 5,376 m^3/jam
   c. Perbandingan

$$= \frac{Produktivitas\ Keseluruhan\ dengan\ CP}{Produktivitas\ Keseluruhan\ dengan\ CB}$$

$$= \frac{13{,}375\ \text{m3/jam}}{5{,}376\ \text{m3/jam}}$$

$$= 2{,}488 \text{ kali lipat}$$

Dari hasil perbandingan di atas, diketahui bahwa produktivitas keseluruhan pengecoran pelat-balok menggunakan CP 2,488 kali lipat lebih besar dibanding menggunakan CB. Dengan kata lain jika dilihat dari nilai produktivitas keseluruhannya, pengecoran pelat-balok menggunakan CP lebih produktif dibanding menggunakan CB.

2. Perbandingan Produktivitas Ideal
   a. Produktivitas Ideal dengan *Concrete Pump* (CP) = 32,514 m^3/jam
   b. Produktivitas Ideal dengan *Concrete Bucket* (CB) = 10,455 m^3/jam
   c. Perbandingan

$$= \frac{\text{Produktivitas Ideal dengan CP}}{\text{Produktivitas Ideal dengan CB}}$$

$$= \frac{32{,}514\ \text{m3/jam}}{10{,}455\ \text{m3/jam}}$$

$$= 3{,}110 \text{ kali lipat}$$

Dari hasil perbandingan di atas, diketahui bahwa produktivitas ideal pengecoran pelat-balok menggunakan CP 3,110 kali lipat lebih besar dibanding menggunakan CB. Dengan kata lain jika dilihat dari nilai produktivitas ideal, pengecoran pelat-balok menggunakan CP lebih produktif dibanding menggunakan CB.

3. Perbandingan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pengecoran

   a. Biaya Tenaga Kerja-Alat dengan *Concrete Pump* (CP) = Rp14.750,47/m^3

   b. Biaya Tenaga Kerja-Alat dengan *Concrete Bucket* (CB) = Rp60.959,00/m^3

   c. Perbandingan

$$= \frac{\text{Biaya dengan CP}}{\text{Biaya dengan CB}}$$

$$= \frac{\text{Rp14.750,47/m3}}{\text{Rp60.959,00/m3}}$$

$$= 0{,}242 \text{ kali lipat}$$

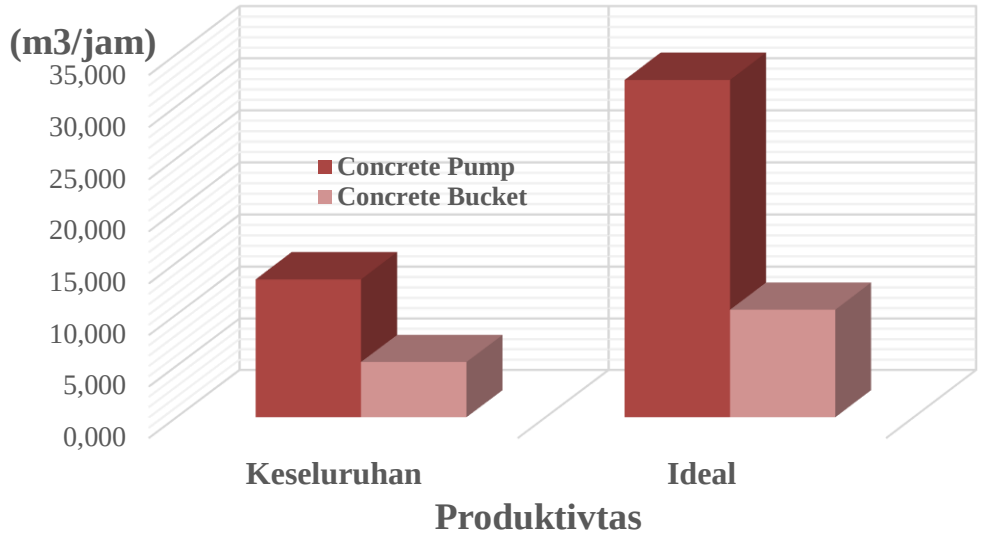
Dari hasil perbandingan di atas, diketahui bahwa biaya tenaga kerja-alat pengecoran pelat-balok menggunakan CP 0,242 kali lipat lebih kecil dibanding menggunakan CB. Dengan kata lain, biaya tenaga kerja-alat pengecoran pelat-balok menggunakan CP lebih murah dibanding menggunakan CB.

Rekapitulasi perbandingan produktivitas dan biaya tenaga kerja-alat pada pengecoran pelat-balok antara menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB) dapat dilihat pada Tabel 5.56 berikut.

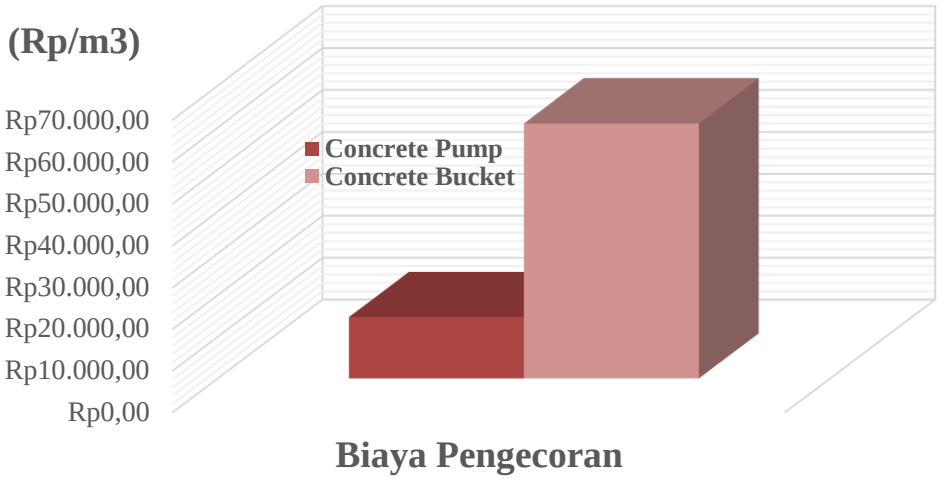
Tabel 5.56 Rekapitulasi Perbandingan Produktivitas dan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Pelat dan Balok Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB)

PERBANDINGAN PENGECORAN PELAT-BALOK MENGGUNAKAN *CONCRETE PUMP* VS *CONCRETE BUCKET*							
No	Alat	Produktivitas		Biaya	Perbandingan (CP/CB)		
		Keseluruhan	Ideal		Prod. Keseluruhan	Prod. Ideal	Biaya
		m3/jam	m3/jam	Rp/m3	x-Lipat	x-Lipat	x-Lipat
1	CP	13,375	32,514	Rp14.750,47	2,488	3,110	0,242
2	CB	5,376	10,455	Rp60.959,00			

Histogram perbandingan produktivitas dan biaya tenaga kerja-alat pada pengecoran pelat dan balok antara menggunakan *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket* dapat dilihat pada Gambar 5.22 dan Gambar 5.23 berikut.



Gambar 5.22 Histogram Perbandingan Produktivitas Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Pelat dan Balok Antara *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB)



Gambar 5.23 Histogram Perbandingan Biaya Tenaga Kerja-Alat Pada Pengecoran Pelat dan Balok Antara *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB)

5.7 Pembahasan

5.7.1 Pengecoran Kolom Pada Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII dan Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe

1. Produktivitas

   Terdapat dua jenis produktivitas sebagai parameter yang digunakan, antara lain:

   a. Produktivitas keseluruhan
      1) *Concrete pump* (CP) = 7,150 m^3/jam
      2) *Concrete bucket* (CB) = 5,545 m^3/jam
      3) Perbandingan = 1,289 kali lipat
   b. Produktivitas ideal
      1) *Concrete pump* (CP) = 34,086 m^3/jam
      2) *Concrete bucket* (CB) = 6,847 m^3/jam
      3) Perbandingan = 4,978 kali lipat

   Pada pengecoran kolom dengan ketinggian lokasi cor +24,90 m dari permukaan tanah, baik berdasarkan analisis produktivitas keseluruhan maupun produktivitas keseluruhan menggunakan CB lebih produktif dibanding CP. Sedangkan berdasarkan analisis produktivitas ideal, penggunaan CP lebih produktif dibanding CB.

   Sejatinya CP memiliki potensi besar untuk lebih produktif lagi, hal ini ditunjukkan dengan nilai produktivitas ideal CP yang unggul jauh dibanding produktivitas keseluruhannya. Namun potensi produktivitas CP tidak bisa terwujud sepenuhnya di lapangan karena adanya waktu tundaan yang yang besar saat menggunakan CP.

   Perbandingan waktu tundaan yang terjadi saat pengecoran kolom menggunakan CP dan CB dapat dilihat pada Tabel 5.57 berikut.

Tabel 5.57 Perbandingan Waktu Tunda Pada Pengecoran Kolom Menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB

PERBANDINGAN WAKTU TUNDAAN COR KOLOM (PER M3 BETON DICOR)						
No	**Alat**	**Waktu Tunda *(Delay)***				
		Lingkungan	**Alat**	**Tenaga Kerja**	**Material**	**Manajemen**
		(Detik)	**(Detik)**	**(Detik)**	**(Detik)**	**(Detik)**
1	CP	0.000	335.115	0.000	62.769	0.000
2	CB	0.000	108.000	9.714	5.714	0.000

Dari tabel di atas, dapat dilihat bahwa waktu tundaan pada CP jauh lebih besar dibanding CB. Jenis tundaan yang durasinya signifikan antara lain :

a. Bongkar pasang pipa tambahan (Faktor Alat)

   Contoh proses bongkar-pasang pipa tambahan pada pengecoran menggunakan *Concrete Pump* (CP) dapat dilihat pada Gambar 5.24 berikut.



Gambar 5.24 Proses Bongkar-Pasang Pipa Tambahan Pada Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump* (CP)

Pipa tambahan (*extention pipe*) adalah pipa yang diperlukan untuk menjangkau lokasi cor ketika lokasi tidak terjangkau oleh lengan (*boom*) dari CP, baik karena ketinggian lokasi maupun karena jarak lokasi yang jauh dari lokasi CP akibat faktor lebar bangunan.

Pipa ini tidak dapat digerakkan langsung oleh lengan (*boom*) karena merupakan tambahan dengan bobot yang berat. Sehingga ketika *boom* hendak bermanuver setelah mengecor sebuah kolom menuju kolom yang lain, pipa tambahan harus dilepas secara manual oleh tukang untuk kemudian dipasang kembali dan diarahkan ke kolom yang akan dicor selanjutnya.

Penggunaan pipa sendiri disebabkan lokasi kolom yang tinggi (+24,90m) dan letak kolom yang tersebar, sehingga walaupun CP yang digunakan adalah jenis yang memiliki lengan terpanjang di kategorinya (*long boom*), tetap tidak dapat menjangkau kolom tanpa bantuan pipa tambahan.

Untuk meminimalisir tundaan ini, bisa dilakukan perangkaian pipa yang memiliki saluran langsung ke tiap kolom yang hendak dicor. Sehingga ketika selesai melakukan pengecoran di sebuah kolom dan hendak berpindah ke kolom lainnya tidak perlu dilakukan pembongkaran pipa satu per-satu untuk kemudian dipasang kembali mengarah ke kolom selanjutnya, tetapi cukup ujung *boom* yang dilepaskan dari jalur pipa menuju kolom yang selesai dicor untuk mengarah ke jalur pipa kolom yang akan dicor selanjutnya. Dengan begitu waktu jeda antar pengecoran kolom tidaklah besar.

Metode ini oleh peneliti belum diteliti efektivitas dan efisiensinya. Mengingat metode ini diperkirakan dapat memangkas waktu tunda yang berefek meningkatkan produktivitas pengecoran kolom menggunakan CP tetapi di sisi lain untuk mewujudkannya diperlukan jumlah pipa yang lebih banyak karena tiap kolom memiliki jalur pipa tersendiri, maka hal ini bisa dijadikan bahasan penelitian baru di kemudian hari.

b. Menunggu kedatangan dan s*etting Truck Mixer* (TM) (Faktor Material)

Pada pengecoran kolom menggunakan CP, terjadi tundaan akibat proses menunggu kedatangan dan *setting* TM. Proses *setting* TM yang dimaksud adalah ketika sebuah TM baru datang dan hendak menggantikan TM sebelumnya yang sudah selesai melakukan pengecoran, dibutuhkan jeda waktu untuk menyambung *outlet* TM dengan *inlet* CP dan juga untuk melakukan uji slump terhadap beton yang dibawa oleh TM tersebut.

Untuk meminimalisir waktu tundaan ini, maka pihak pelaksana harus benar-benar berkoordinsi dengan pihak *Concrete Batching Plant* (CBP) untuk menjadwalkan kedatangan TM dengan lebih cermat lagi. Tujuannya agar kedatangan sebuah TM tepat waktu di saat TM selanjutnya selesai melakukan pengecoran, sehingga tidak ada jeda waktu (*gap time*) yang mengakibatkan penundaan.

2. Biaya tenaga kerja-alat
   a. *Concrete pump* (CP) = Rp26.078,27/m^3
   b. *Concrete bucket* (CB) = Rp57.407,38/m^3
   c. Perbandingan = 0,454 kali lipat

   Pada pengecoran kolom dengan ketinggian lokasi cor +24,90 m dari permukaan tanah, berdasarkan analisis biaya tenaga kerja dan alat, pengecoran menggunakan CP lebih murah dibanding CB, walaupun perbedaan harganya tidak signifikan.
3. Pembahasan dan rekomendasi

   Dari uraian mengenai produktivitas pengecoran kolom pada ketinggian +24,90 m dari permukaan, baik menggunakan *Concrete Pump* (CP) maupun *Concrete Bucket* (CB), diketahui baik dari segi produktivitas maupun biaya CP lebih unggul dibanding CB. Sehingga direkomendasikan untuk menggunakan CP dalam melakukan pengecoran kolom pada ketinggian +24,90 m dari permukaan tanah.

   Penggunaan CP dapat efektif apabila tinggi gedung dan lokasi objek pengecoran masih dapat dijangkau oleh lengan (*boom*). Pada ketinggian +24,90 m,

pengecoran masih dapat menggunakan CP walaupun harus menggunakan pipa tambahan. Diperkirakan di atas ketinggian +24,90 m sudah tidak efektif menggunakan CP, karena pada ketinggian tersebut jangkauan CP sudah maksimum walaupun sudah menggunakan CP jenis *long boom* yang memiliki jangkauan lengan (*boom*) sepanjang 34 m. Terkait dengan pengaruh tinggi dan lokasi objek pengecoran terhadap efektivitas pengecoran bisa menjadi bahasan baru di penelitian selanjutnya di kemudian hari.

5.7.2 Pengecoran Pelat dan Balok Pada Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII dan Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe

1. Produktivitas

   Terdapat dua jenis produktivitas sebagai parameter yang digunakan, antara lain :

   a. Produktivitas keseluruhan
      1) *Concrete pump* (CP) = 13,375 m^3/jam
      2) *Concrete bucket* (CB) = 5,376 m^3/jam
      3) Perbandingan = 2,488 kali lipat
   b. Produktivitas ideal
      1) *Concrete pump* (CP) = 32,514 m^3/jam
      2) *Concrete bucket* (CB) = 10,455 m^3/jam
      3) Perbandingan = 3,110 kali lipat

   Pada pengecoran pelat dan balok dengan ketinggian lokasi cor +24,90 m dari permukaan tanah, berdasarkan analisis produktivitas keseluruhan maupun produktivitas ideal, menggunakan CP lebih produktif dibanding CB.

   Dari segi waktu tundaan, CB lebih banyak mengalami tundaan dibanding CP. Perbandingan waktu tundaan yang terjadi saat pengecoran pelat dan balok menggunakan CP dan CB dapat dilihat pada Tabel 5.58 berikut.

Tabel 5.58 Perbandingan Waktu Tunda Pada Pengecoran Pelat dan Balok Menggunakan *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB)

PERBANDINGAN WAKTU TUNDAAN COR PELAT BALOK (PER M3 BETON DICOR)						
No	**Alat**	**Waktu Tunda *(Delay)***				
		Lingkungan	**Alat**	**Tenaga Kerja**	**Material**	**Manajemen**
		(Detik)	**(Detik)**	**(Detik)**	**(Detik)**	**(Detik)**
1	CP	0.000	116.423	0.000	42.007	0.000
2	CB	0.000	91.700	54.700	178.933	0.000

Dari tabel di atas, dapat dilihat waktu tundaan saat pengecoran menggunakan CB lebih besar dibandingkan CP. Walaupun tundaan akibat alat milik CP lebih besar, namun faktor tundaan lainnya menunjukkan CB lebih mengalami banyak tundaan. Hal ini dapat dilihat dengan adanya tundaan akibat faktor tenaga kerja (istirahat saat ada adzan) dan material (keterlambatan kedatangan TM).

Hal yang membedakan antara pengecoran menggunakan CP pada kolom dan pelat-balok adalah durasi penundaan alat yang jauh lebih kecil durasinya pada saat pengecoran pelat dan balok.

Walaupun dalam pengecoran menggunakan CP di pelat dan balok tetap terjadi bongkar-pasang pipa tambahan, tapi pengecoran pelat-balok tidak mengalami tundaan akibat bongkar-pasang pipa pipa tambahan sebanyak saat pengecoran kolom. Hal ini karena kolom adalah objek vertikal yang terpisah antara satu kolom dengan kolom lainnya sehingga saat pekerja menyelesaikan pengecoran suatu kolom, untuk melanjutkannya harus dilakukan pembongkaran pipa tambahan untuk mengarahkannya ke kolom selanjutnya.

2. Biaya tenaga kerja-alat
   a. *Concrete pump* (CP) = Rp14.750,47/m^3
   b. *Concrete bucket* (CB) = Rp60.959,00/m^3
   c. Perbandingan = 0,242 kali lipat

   Pada pengecoran pelat dan balok dengan ketinggian lokasi cor +24,90 m dari permukaan tanah, berdasarkan analisis biaya tenaga kerja dan alat, pengecoran menggunakan CP jauh lebih murah dibanding CB.
3. Pembahasan dan rekomendasi

   Pada analisis produktivitas dan biaya tenaga-alat pengecoran pelat dan balok jika dilihat dari segi produktivitas keseluruhan dan produktivitas ideal, diketahui bahwa penggunaan CP dalam pengecoran pelat dan balok lebih unggul dibanding CB. Dilihat dari produktivitas idealnya, andaikan CB dapat bekerja di kondisi idealnya sekalipun yakni dengan menihilkan waktu tundaannya tetap saja tidak mampu melampaui produktivitas ideal CP.

   Sedangkan pada analisis biayanya, diketahui bahwa biaya tenaga kerja dan alat CP lebih murah dibanding CB.

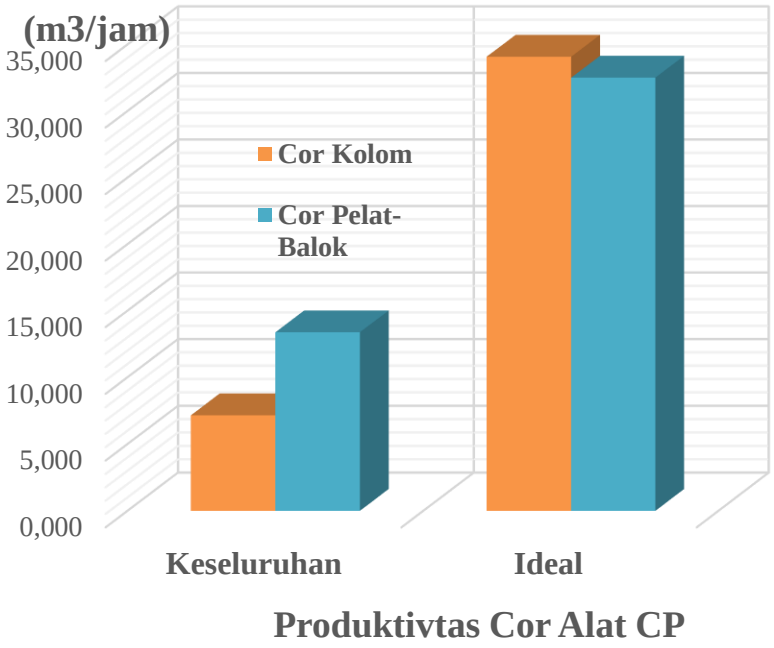
   Sehingga pada pengecoran pelat dan balok di ketinggian +24,90 m direkomendasikan untuk menggunakan CP. Pada pengecoran di ketinggian lebih dari +24,90 m, belum diteliti lebih lanjut oleh peneliti. Sehingga bisa dijadikan bahan penelitian lain di kemudian hari.

BAB VI
KESIMPULAN

6.1 Simpulan

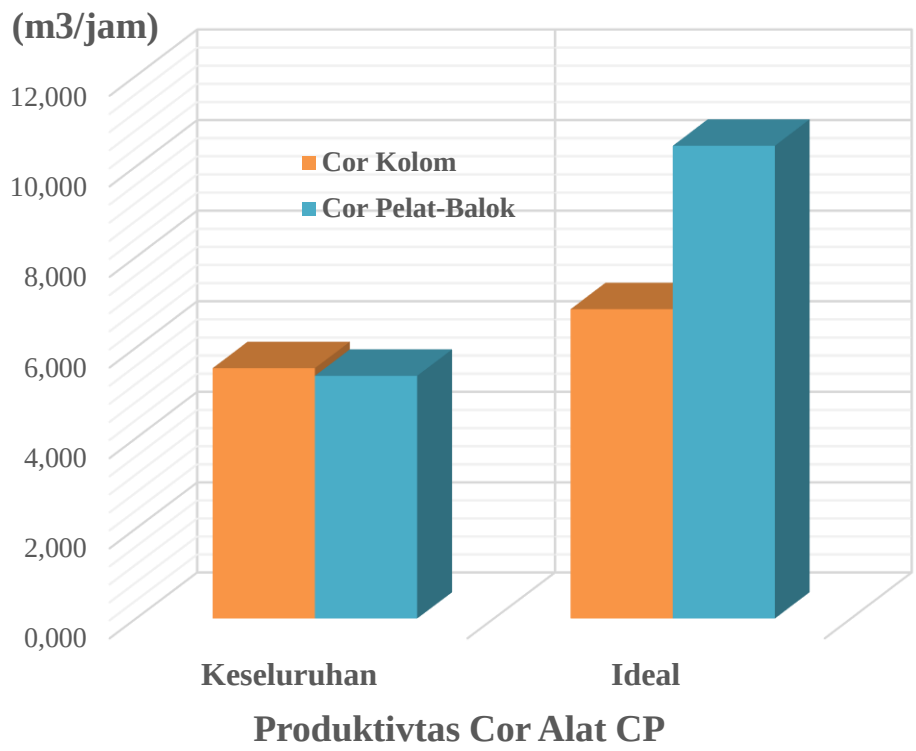
Penelitian mengenai perbandingan produktivitas, biaya, dan waktu pada pekerjaan pengecoran pelat lantai, balok, dan kolom antara alat *Concrete Pump* (CP) dan *Concrete Bucket* (CB) dilakukan dengan pengambilan data di dua proyek berbeda, yakni Proyek Pembangunan Gedung Kampus FIAI UII dan Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Dhika Universe. Berdasarkan hasil pengolahan terhadap data yang kami peroleh, dapat diambil simpulan :

1. Pada pengecoran menggunakan CP, produktivitas keseluruhan saat pengecoran kolom dan pelat-balok berturut-turut sebesar 7,150 m^3/jam dan 13,375 m^3/jam sedangkan produktivitas idealnya berturut-turut sebesar 34,086 m^3/jam dan 32,514 m^3/jam. Histogram perbandingan produktivitas keseluruhan dan ideal alat *Concrete Pump* (CP) antara pada pengecoran kolom dan pelat-dan balok dapat dilihat pada Gambar 5.25 berikut.



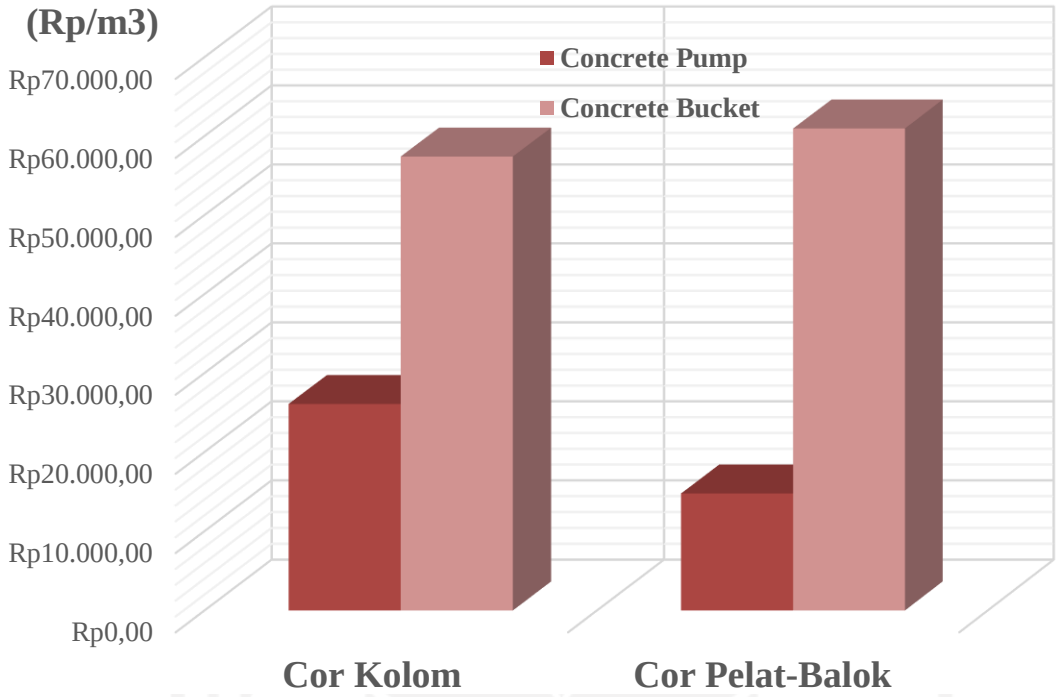
Gambar 5.25 Perbandingan Produktivitas Keseluruhan dan Ideal Alat *Concrete Pump* (CP) Antara Pada Pengecoran Kolom dan Pelat-dan Balok

Sementara pada pengecoran menggunakan CB, produktivitas keseluruhan saat pengecoran kolom dan pelat-balok berturut-turut sebesar 5,545 m^3/jam dan 5,376 m^3/jam sedangkan produktivitas idealnya berturut-turut sebesar 6,847 m^3/jam dan 10,455 m^3/jam. Histogram perbandingan produktivitas keseluruhan dan ideal alat *Concrete Bucket* (CB) antara pada pengecoran kolom dan pelat-dan balok dapat dilihat pada Gambar 5.26 berikut.



Gambar 5.26 Perbandingan Produktivitas Keseluruhan dan Ideal Alat *Concrete Bucket* (CB) Antara Pada Pengecoran Kolom dan Pelat-dan Balok

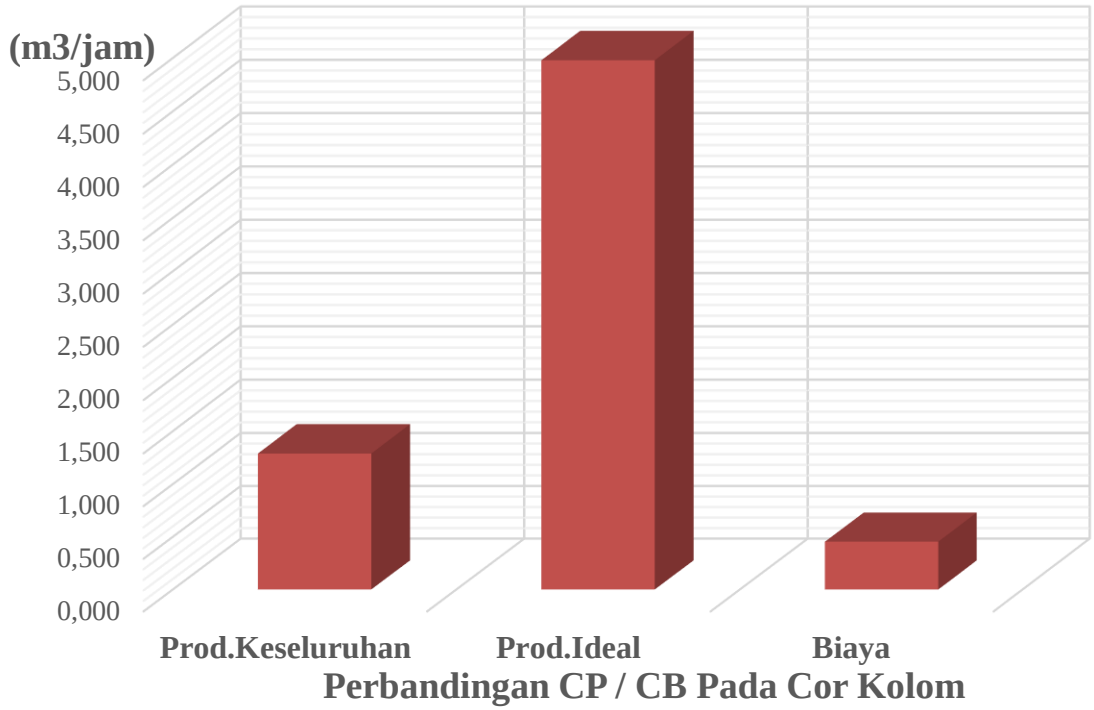
2. Pada pengecoran menggunakan CP, biaya tenaga dan alat per m^3 saat pengecoran kolom dan pelat-balok berturut-turut sebesar Rp26.078,27 dan Rp14.750,47. Sementara pada pengecoran menggunakan CB biaya tenaga dan alat per m^3 saat pengecoran kolom dan pelat-balok berturut-turut sebesar Rp57.407,38 dan Rp60.959,00. Histogram perbandingan biaya pada pengecoran kolom dan pelat-balok antara menggunakan CP dan CB dapat dilihat pada Gambar 5.27 berikut ini.



Gambar 5.27 Perbandingan Biaya Pada Pengecoran Kolom dan Pelat-Balok Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CB) dan *Concrete Bucket* (CB)

3. Pada pengecoran kolom, perbandingan produktivitas keseluruhan, produktivitas ideal, dan biaya tenaga-alat saat pengecoran menggunakan CP dan CB berturut-turut sebesar 1,289, 4,978, dan 0,454. Histogram perbandingan produktivitas keseluruhan, produktivitas ideal, dan biaya pada pengecoran kolom antara menggunakan CP dan CB dapat dilihat pada Gambar 5.28 berikut ini.

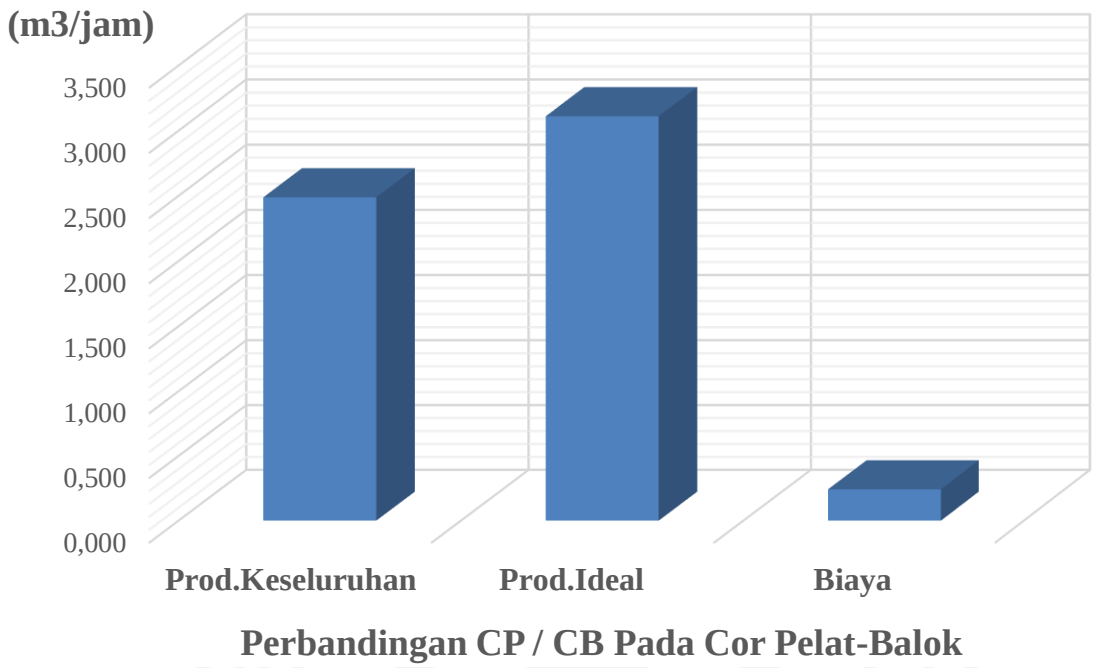
4.



Gambar 5.28 Perbandingan Produktivitas Keseluruhan, Produktivitas Ideal, dan Biaya Pada Pengecoran Kolom Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CB) dan *Concrete Bucket* (CB)

Sementara pada pengecoran pelat dan balok, perbandingan produktivitas keseluruhan, produktivitas ideal, dan biaya tenaga-alat saat pengecoran menggunakan CP dan CB berturut-turut sebesar 2,488, 3,110, dan 0,242.

Histogram perbandingan produktivitas keseluruhan, produktivitas ideal, dan biaya pada pengecoran pelat-balok antara menggunakan CP dan CB dapat dilihat pada Gambar 5.29 berikut ini.



Gambar 5.29 Perbandingan Produktivitas Keseluruhan, Ideal, dan Biaya Pada Pengecoran Pelat-Balok Antara Menggunakan *Concrete Pump* (CB) dan *Concrete Bucket* (CB)

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan, peneliti memberikan saran antara lain :

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penelitian serupa namun dengan tinggi lokasi objek pengecoran di atas +24,90 m untuk mengetahui pengaruh tinggi lokasi objek pengecoran terhadap produktivitas dan biaya alat-tenaga pengecoran.
2. Pada pengecoran kolom menggunakan CP dengan pipa tambahan (*extension pipe*), dapat dilakukan penelitian dengan membandingkan bila pipa tambahan masih bersistem rangkai ke kolom-cor-bongkar-rangkai ke kolom selanjutnya dengan bila pipa tambahan sudah terangkai masing-masing ke tiap kolom yang hendak dicor sedari awal. Hal ini untuk mengetahui metode mana yang lebih besar produktivitasnya dan lebih murah biayanya.

DAFTAR PUSTAKA

Abma, V. (2013). *"Perbandingan Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Cor Kolom Dengan Cara Manual (Konvensional) Dan Dengan Menggunakan Concrete Pump". Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Adrian, J. J. (1974). presentasi thesis kepada University of Illinois, Urbana, dalam memenuhi syarat mendapatkan gelar Ph.D.

Adrian, J. J., & Boyer, L. T. (1976). Modeling Method-Productivity. *J. Construction Division (ASCE), 102 (C01)*, 157-168.

Asroni, A. (2010). *Balok dan Beton Bertulang.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Asroni, A. (2010). *Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang.* Yogyakarta: Graha Ilmu.

Asyurhok, D. S., Ashari, I., & Suparjo. (2014). *"Produktivitas Pengecoran Beton Ready-Mixed Dengan Concrete Pump Dan Concrete Bucket". Tugas Akhir*. Universitas Mataram. Mataram.

Ervianto, W. I. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi.* Yogyakarta: Andi Offset.

Halpin, D. W., & Leland, R. S. (1992). *Planning And Analysis Of Construction Operations.* New York: John Wiley & Sons. Inc.

Istiyati, Y. (2017). *"Analisis Produktivitas Pekerjaan Pemasangan Keramik Pada Daerah Luas dan Sempit Kaitannya dengan RAB dan RAP (Studi Kasus Proyek Pembangunan El Kost Maguwoharjo, Depok, Sleman)". Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Limanto, S. (2013). *"Analisis Produktivitas Concrete Pump Pada Proyek Bangunan Tinggi". Tugas Akhir*. Universitas Kristen Surabaya. Surabaya.

Megayanaputra, P. (2015). *"Perbandingan Produktivitas Pada Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai, Balok, dan Kolom Antara Alat Concrete Pump dan Concrete Bucket". Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Moore, F. G., & Hendrick, T. E. (1989). *Manajemen Produksi dan Operasi 2.* Bandung: Remadja Karya.

Pastiarsa, M. (2015). *Menyusun Estimasi Biaya Proyek.* Yogyakarta: Teknosain.

Rostiyanti, S. F. (2014). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi.* Jakarta: Rineka Cipta.

Sastroatmadja, S. (1984). *Analisas Anggaran Biaya Pelaksanaan.* Bandung: Nova.

Sugiyono. (2005). *Memahami Penelitian Kualitatif.* Bandung: Alfabeta.

Wignjosoebroto, S. (2003). *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu (Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja).* Surabaya: Guna Widya.

LAMPIRAN I

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN: TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS: Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. (0274) 898471, 898472, 896440, 898583, 898585; Fax: 895330
Email: dekanat.ftsp@uii.ac.id, Yogyakarta Kode Pos 55584

Yogyakarta, 21 Agustus 2019

Nomor : 268/Ka. Prodi PSTS/20/TA/VIII/2019
Lampiran : Proposal Penelitian Tugas Akhir
Hal : **Permohonan Izin Penelitian TA & Pengambilan Data untuk TA.**

Yth. Project Manager Pembangunan Gedung Dhika Universe
di tempat

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 di atas, maka dengan ini kami mohon bantuannya untuk dapat memberikan izin penelitian & pengambilan data pada Proyek Pembangunan Gedung Dhika Universe untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah :

Nama	: ALFIAN SATRIO NUGROHO
No. Mhs	: 15511025
Prodi	: Teknik Sipil
Nomor Telepon	: 0896 1921 4252
Judul Tugas Akhir	: Analisis Produktivitas, Biaya, dan Waktu Pada Pekerjaan Pengecoran Pelat, Balok, dan Kolom Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*
Rencana Waktu Penelitian	: 1 Bulan (Bulan September atau Oktober)

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 21 Agustus 2019
Sekretaris Prodi Teknik Sipil

Pradipta Nandhi Wardhana, ST., M.Eng.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

APG
persada gedung
RECEIVED
PROYEK APARTEMEN DHIKA UNIVERSE
YOGYAKARTA SARDJITO
Jl. Prof. Dr. Sardjito Yogyakarta
Date : 22/ 2019 Copy no : 108

LAMPIRAN II

مؤسسة الأوقاف
الجامعة الإسلامية الإندونيسية
PENGURUS YAYASAN BADAN WAKAF
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Nomor : 335/INT-PYBW/V/2019
H a l : *Ijin Penelitian*

Kepada Yth :
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII
Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Memperhatikan surat Saudara nomor 169/Ka.Prodi PSTS/20/TA/V/2019 tanggal 22 Mei 2019 perihal Permohonan Ijin Penelitian TA dan Pengambilan Data untuk TA, Pengurus Yayasan Badan Wakaf UII tidak keberatan dan dapat memberikan ijin mahasiswa a.n. **Alfian Satrio Nugroho** Nomor Mahasiswa 15511025 untuk melaksanakan kegiatan penelitian/pengambilan data di proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Agama Islam UII.

Ijin tersebut diberikan dalam rangka penyusunan Tugas Akhir dengan judul **"Analisis Produktivitas, Biaya dan Waktu pada Pekerjaan Pengecoran Pelat, Blok dan Kolom Antara Alat *Concrete Pump* dan *Concrete Bucket*"**. Untuk pelaksanaannya, mahasiswa yang bersangkutan dapat langsung berkoordinasi dengan *Project Manager* Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Agama Islam UII (Sdr. Arya Wirawan, ST.).

Demikian, atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 24 Mei 2019 M
19 Ramadhan 1440 H

A.n. Ketua Umum.
Sekretaris,

Dr. M. Syamsudin, S.H., M.H.

Tembusan:
1. Ketua Umum PYBW UII (sebagai laporan);
2. *Project Manager* Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII;
3. Sdr. Alfian Satrio Nugroho.

LAMPIRAN III

FORM DURASI PENGECORAN
MENGGUNAKAN CONCRETE PUMP

Lokasi : Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII
Pekerjaan : Pengecoran Kolom Lantai 5
Tanggal : Senin, 17 Juni 2019
Waktu : 09.00 WIB-16.28 WIB

Kendaraan/ Siklus	Kapasitas TM (m3)	Kegiatan	Durasi Pekerjaan		Durasi Tunda		Ket
			Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	
CP/	-	CP Datang	0:00				
		CP Dirakit	0:00:00	0:47:07			
		CP Diposisikan ke lt.	0:47:07	0:54:23			
		Waktu Tunda (*Delay*)			0:54:23	3:02:12	Menunggu TM datang
TM 1/ (Siklus 1)	Persiapan	TM Datang	2:33:34				
	6	Penuangan Beton	3:02:12	3:04:25			
		Waktu Tunda (*Delay*)			3:04:25	3:09:43	Pindah Kolom
		Penuangan Beton	3:09:43	3:11:35			
		Waktu Tunda (*Delay*)			3:11:35	3:15:00	Pindah Kolom
		Penuangan Beton	3:15:00	3:17:28			
		Waktu Tunda (*Delay*)			3:17:28	3:20:06	Pindah Kolom
		Penuangan Beton	3:20:06	3:22:13			
		Waktu Tunda (*Delay*)			3:22:13	3:35:13	Menunggu TM datang
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
	Persiapan	TM Keluar	3:23:00				
TM 2 (Siklus 2)	Persiapan	TM Datang	3:28:08				
	6	Penuangan Beton	3:35:13	3:37:23			
		Waktu Tunda (*Delay*)			3:37:23	3:39:38	Pindah Kolom
		Penuangan Beton	3:39:38	3:41:25			
		Waktu Tunda (*Delay*)			3:41:25	4:01:05	Pindah Kolom, Bongkar-Pasang Pipa
		Penuangan Beton	4:01:05	4:04:12			
		Waktu Tunda (*Delay*)			4:04:12	4:20:17	Pindah Kolom, Bongkar-Pasang Pipa
		Penuangan Beton	4:20:17	4:22:43			
		Waktu Tunda (*Delay*)			4:22:43	4:33:39	Pindah Kolom, Bongkar-Pasang Pipa
		Penuangan Beton	4:33:39	4:35:25			
		Waktu Tunda (*Delay*)			4:35:25	4:40:08	Menunggu TM datang
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
		Penuangan Beton					
		Waktu Tunda (*Delay*)					
	Persiapan	TM Keluar	4:36:28				

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FIAI UII

FORM DURASI PENGECORAN
MENGGUNAKAN TOWER CRANE-CONCRETE BUCKET

Lokasi : Dhika Universe
Pekerjaan : Pengecoran Kolom dan Shearwall Lantai 9 Sisi Utara
Tanggal : Jumat, 20 September 2019
Waktu : 20.00-23.00

Kendaraan/ Siklus	Kapasitas TM (m3)	Sub-Siklus	Kegiatan	Durasi Pekerjaan		Durasi Tunda		Ket
				Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	
TM 1	Persiapan		TM Datang	0:00:00				
	7	1	Penuangan TM ke CB	0:23:48	0:24:08			
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:24:08	0:24:50	Bucket belum diangkat
			Penarikan CB	0:24:50	0:25:27			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			TC Swing Naik	0:25:27	0:26:00			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Pemosisian Tremi (Diturunkan)	0:26:00	0:27:50			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Penuangan Beton dari CB	0:27:50	0:31:48	0:29:48	0:30:10	Pindah Kolom
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:31:48	0:31:51	Tremi belum diangkat
			Pemosisian Tremi (Dinaikkan)	0:31:51	0:32:23			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			TC Swing Turun	0:32:23	0:33:12			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Penurunan CB	0:33:12	0:33:57			
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:33:57	0:37:01	Bucket belum diisi
		2	Penuangan TM ke CB	0:37:01	0:37:21			
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:37:21	0:38:31	Bucket belum diangkat
			Penarikan CB	0:38:31	0:39:09			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			TC Swing Naik	0:39:09	0:39:47			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Pemosisian Tremi (Diturunkan)	0:39:47	0:40:49			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Penuangan Beton dari CB	0:40:49	0:44:43	0:42:11	0:43:00	Pindah Kolom
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Pemosisian Tremi (Dinaikkan)	0:44:43	0:45:26			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			TC Swing Turun	0:45:26	0:45:56			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Penurunan CB	0:45:56	0:46:26			
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:46:26	0:47:11	Bucket belum diisi
		3	Penuangan TM ke CB	0:47:11	0:47:41			
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:47:41	0:48:21	Tambah air ke beton
			Penarikan CB	0:48:21	0:49:00			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			TC Swing Naik	0:49:00	0:49:30			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Pemosisian Tremi (Diturunkan)	0:49:30	0:50:52			
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:50:52	0:50:53	Beton belum dituang
			Penuangan Beton dari CB	0:50:53	0:54:27	0:51:21	0:53:27	Pindah kolom
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Pemosisian Tremi (Dinaikkan)	0:54:27	0:55:00			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			TC Swing Turun	0:55:00	0:55:34			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Penurunan CB	0:55:34	0:56:16			
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:56:16	0:56:46	Bucket belum diisi
		4	Penuangan TM ke CB	0:56:46	0:58:30			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Penarikan CB	0:58:30	0:59:10			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			TC Swing Naik	0:59:10	0:59:48			
			Waktu Tunda (*Delay*)			0:59:48	1:00:51	Tremi belum diturunkan
			Pemosisian Tremi (Diturunkan)	1:00:51	1:01:04			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Penuangan Beton dari CB	1:01:04	1:04:34	1:01:47	1:02:49	Pindah Kolom
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Pemosisian Tremi (Dinaikkan)	1:04:34	1:05:24			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			TC Swing Turun	1:05:24	1:05:54			
			Waktu Tunda (*Delay*)					
			Penurunan CB	1:05:54	1:06:35			
			Waktu Tunda (*Delay*)			1:06:35	1:07:08	Bucket belum diisi

FORM DATA ALAT DAN PEKERJA PENGECORAN MENGGUNAKAN CONCRETE PUMP

Lokasi : Proyek Pembangunan Gedung FIAI UII
Pekerjaan : Pengecoran Kolom Lantai 5
Tanggal : Senin, 17 Juni 2019
Waktu : 09.00 WIB-16.28 WIB

No	Nama	Satuan	Jumlah	Upah/Sewa Per Satuan (Rp)
A	**TENAGA KERJA**			
1	Mandor	Orang/Hari	1	Rp100.000,00
2	Tukang	Orang/Hari	2	Rp90.000,00
3	Pekerja/Laden	Orang/Hari	7	Rp85.000,00
B	**ALAT BANTU PENGECORAN**			
1	*Concrete Pump*	Buah/Hari	1	Rp3.500.000,00
2	*Vibrator*	Buah/Hari	1	Rp100.000,00

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FIAI UII

FORM DATA SEWA PERALATAN
TOWER CRANE

Lokasi : Dhika Universe
Pekerjaan : Pengecoran Kolom dan Shearwall Lantai 9 Sisi Utara
Tanggal : Jumat, 20 September 2019
Waktu : 20.00-23.00

BIAYA SEWA TOWER CRANE					
No	Komponen Biaya	Satuan		Harga (Rp)	Subtotal (Rp)
1	Pondasi dan Angkur	Ls	1	Rp177.000.000,00	Rp177.000.000,00
2	Sewa Tower Crane	Bulan	24	Rp90.000.000,00	Rp2.160.000.000,00
3	Listrik dan BBM	Bulan	24	Rp64.600.000,00	Rp1.550.400.000,00
4	*Erection & Dismantling*	Ls	1	Rp65.000.000,00	Rp65.000.000,00
5	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp100.000.000,00	Rp100.000.000,00
6	Operator	Bulan	24	Rp15.000.000,00	Rp360.000.000,00
7	Asuransi Alat	Ls	1	Rp20.000.000,00	Rp20.000.000,00
8	Perizinan Disnaker	Ls	1	Rp15.000.000,00	Rp15.000.000,00
TOTAL BIAYA SELAMA 24 BULAN					Rp4.447.400.000,00
BIAYA PER BULAN					Rp185.308.333,33
BIAYA PER HARI					Rp6.618.154,76
BIAYA PER JAM					Rp275.756,45

BIAYA SEWA CONCRETE BUCKET					
No	Komponen Biaya	Satuan		Harga (Rp)	Subtotal (Rp)
1	Sewa *Concrete Bucket*	Bulan	24	Rp4.500.000,00	Rp108.000.000,00
2	Mobilisasi dan Demobilisasi	Ls	1	Rp1.000.000,00	Rp1.000.000,00
TOTAL BIAYA SELAMA 24 BULAN					Rp109.000.000,00
TOTAL BIAYA PER BULAN					Rp4.541.666,67
BIAYA PER HARI					Rp156.609,20
BIAYA PER JAM					Rp6.525,38

PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FIAI