

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN GALIAN TANAH**
*(ANALYSIS OF HEAVY EQUIPMENT PRODUCTIVITY
ON EARTH EXCAVATION WORK)*

(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo)

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



Lintang Liddini Hanifa

21511241

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

2025

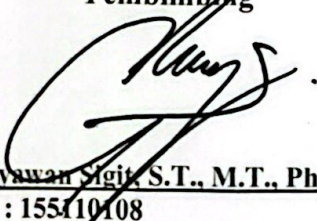
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN GALIAN TANAH
(ANALYSIS OF HEAVY EQUIPMENT PRODUCTIVITY
ON EARTH EXCAVATION WORK)



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

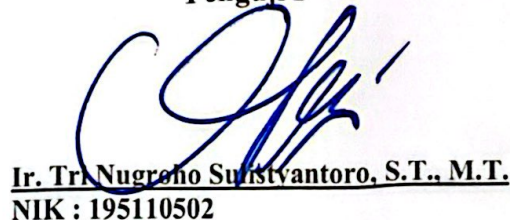
Diuji pada tanggal 2 Juli 2025
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing



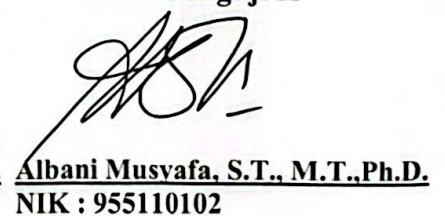
Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 155110108

Penguji I



Ir. Tri Nugroho Sunstvanoro, S.T., M.T.
NIK : 195110502

Penguji II

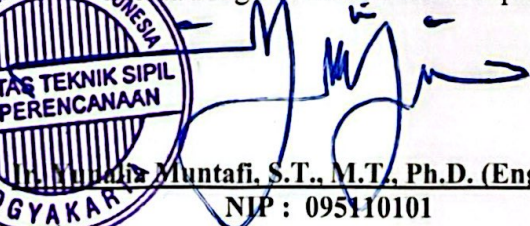


Albani Musvafa, S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 955110102

Mengesahkan,



Dewan Penguji Program Studi Teknik Sipil



Ir. Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM.
NIP : 095110101

18/7/2025
/a

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan 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 laporan Tugas Akhir yang saya kutip merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan 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 laporan 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, 21 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Lintang Liddini Hanifa

(21511241)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran dan kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan mendalam kepada:

1. Bapak Adityawan Sigit, S.T.,M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan serta nasihat dalam akademik maupun kehidupan sosial selama proses penyusunan Tugas Akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Bapak Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T. dan Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji dalam Sidang Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan saran bagi penulis, serta seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu, wawasan, dan bimbingan akademik selama masa studi, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Kedua orang tua penulis, Ibu Siti Darojah. S.Ag., M.Ag. dan Bapak Waruju yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan semangat yang tiada henti dalam setiap proses yang dijalani.
4. Keluarga penulis yang selalu memberi semangat serta dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Teman-teman penulis terkhusus “Berseven” dan teman-teman Teknik Sipil Angkatan 21 yang selalu menemani dan memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan mencari referensi dalam penelitian yang serupa.

Yogyakarta, 21 Juli 2025

Penulis,



Lintang Liddini Hanifa

(21511241)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xviii
<i>ABSTRAK</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.2.1 Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Tanah	5
2.2.2 Analisis Produktivitas Penggunaan Alat Berat Menggunakan Metode Time Study Pada Pekerjaan Timbunan Tanah	6
2.2.3 Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan	7
2.2.4 Analisis Produktivitas <i>Excavator</i> Pada Proyek Pembangunan Embung UII	8

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu	8
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Tinjauan Umum	11
3.2 Proyek Konstruksi	11
3.3 Manajemen Proyek	12
3.4 Manajemen Alat berat	12
3.5 Alat berat	13
3.5.1 Pengertian Alat Berat	13
3.6 Jenis-Jenis Alat Berat	13
3.6.1 Alat Berat Excavator	14
3.6.2 Alat Berat <i>Dump Truck</i>	14
3.7 Produktivitas Alat Berat	15
3.7.1 Waktu Siklus	15
3.7.2 Material Tanah	16
3.7.3 Efisiensi Alat Berat	19
3.7.4 Produktivitas <i>Excavator</i>	19
3.7.5 Produktivitas <i>Dump Truck</i>	24
3.8 Biaya Pengoperasian Alat Berat	29
3.9 Kombinasi Alat Berat	30
BAB IV METODE PENELITIAN	31
4.1 Metode Penelitian	31
4.2 Subjek dan Objek Penelitian	31
4.3 Pengumpulan Data	32
4.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	33
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	37
5.1 Tinjauan Umum	37
5.1.1 Data Umum Proyek	37
5.1.2 Data Teknis Proyek	38
5.2 Analisis Data	39
5.2.1 Volume Pekerjaan Timbunan	39
5.2.2 Biaya Penggunaan Alat Berat	40

5.2.3 Lokasi Timbunan dan Material Timbunan	41
5.2.4 Data Alat Berat <i>Existing</i>	43
5.2.5 Faktor Efisiensi Kerja Alat	46
5.2.6 Faktor <i>Bucket</i>	55
5.3 Analisis Produktivitas Alat Berat	61
5.3.1 Analisis Produktivitas Alat Berat Sesuai Dengan Literatur	61
5.3.2 Analisis Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan	64
5.3.3 Perbandingan Produktivitas Standar dan Produktivitas Aktual Lapangan	81
5.4 Analisis Perhitungan Alternatif Kombinasi Alat Berat	82
5.4.1 Biaya Sewa Alat Berat	82
5.4.2 Analisis Kondisi <i>Existing</i>	83
5.4.3 Perhitungan Alternatif Alat Berat	85
5.4.4 Perbandingan Biaya dan Waktu	89
5.5 Pembahasan	93
5.5.1 Produktivitas Alat Berat	93
5.5.2 Kombinasi Alternatif	96
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1 Kesimpulan	101
6.2 Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	107
LAMPIRAN	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Terdahulu dan Penelitian Sekarang	9
Tabel 3. 1 Faktor Konversi Volume Material	18
Tabel 3. 2 Faktor <i>Bucket (Bucket Fill factor)</i>	21
Tabel 3. 3 Waktu Siklus Standar (<i>Standart Cycle Time</i>) (Detik)	23
Tabel 3. 4 Faktor Konversi Galian (Fv)	23
Tabel 3. 5 Faktor Efisiensi Kerja (F_{aEXC})	23
Tabel 3. 6 Waktu Bongkar <i>Dump Truck</i>	25
Tabel 3. 7 Faktor Efisiensi Alat (F_{aDT}) <i>Dump Truck</i>	28
Tabel 3. 8 Kecepatan Tempuh Rata-Rata Maksimum <i>Dump Truck</i>	28
Tabel 3. 9 Berat Isi Material	28
Tabel 5. 1 Total Volume Timbunan	39
Tabel 5. 2 Harga Sewa Alat Berat	41
Tabel 5. 3 Alat Berat Yang Digunakan	46
Tabel 5. 4 Pengamatan Waktu Alat Berhenti Hari Pertama	49
Tabel 5. 5 Pengamatan Waktu Alat Berhenti Hari Kedua	51
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Efisiensi Kerja <i>Excavator XCMG</i>	52
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Efisiensi Kerja <i>Dump Truck Mitsubishi</i>	53
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Efisiensi Kerja <i>Dump Truck Toyota</i>	54
Tabel 5. 9 Rekapitulasi Efisiensi Kerja <i>Dump Truck Mitsubishi Fuso</i>	55
Tabel 5. 10 Rekapitulasi Efisiensi Kerja Alat	55
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Pengamatan Faktor <i>Bucket Excavator</i>	57
Tabel 5. 12 Waktu Siklus <i>Excavator XCMG Hari Pertama</i>	65
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Waktu Siklus <i>Excavator XCMG XE370 CA</i>	66
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Produktivitas <i>Excavator XCMG</i>	68
Tabel 5. 15 Waktu Siklus <i>Dump Truck Mitsubishi Hari Pertama</i>	69
Tabel 5. 16 Rekapitulasi Waktu Siklus <i>Dump Truck Mitsubishi</i>	70
Tabel 5. 17 Rekapitulasi Produktivitas <i>Dump Truck Mitsubishi</i>	72

Tabel 5. 18 Waktu Siklus Dump Truck Toyota Hari Pertama	73
Tabel 5. 19 Rekapitulasi Waktu Siklus Dump Truck Toyota	74
Tabel 5. 20 Rekapitulasi Produktivitas Dump Truck Toyota	76
Tabel 5. 21 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Fuso Hari Pertama	77
Tabel 5. 22 Rekapitulasi Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Fuso	78
Tabel 5. 23 Rekapitulasi Produktivitas <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso	80
Tabel 5. 24 Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat	81
Tabel 5. 25 Perbandingan Produktivitas Standar dan Aktual di Lapangan	82
Tabel 5. 26 Rekapitulasi Perhitungan Sewa Alat Kondisi <i>Existing</i>	84
Tabel 5. 27 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 1	86
Tabel 5. 28 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 2	87
Tabel 5. 29 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 3	89
Tabel 5. 30 Rekapitulasi Analisis Kombinasi Alat Berat	90
Tabel 5. 31 Perbandingan Biaya dan Waktu Kombinasi Alat Berat	93
Tabel 5. 32 Rekapitulasi Produktivitas Standar Alat Berat	94
Tabel 5. 33 Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat Kondisi Lapangan	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Excavator	14
Gambar 3. 2 Dump Truck	15
Gambar 3. 3 Ilustrasi Siklus <i>Excavator</i>	20
Gambar 3. 4 Ilustrasi Siklus <i>Dump Truck</i>	27
Gambar 5. 1 Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta	39
Gambar 5. 2 Lokasi Timbunan	42
Gambar 5. 3 Jarak Lokasi Timbunan ke Quarry	42
Gambar 5. 4 Material Timbunan	43
Gambar 5. 5 <i>Excavator</i> XCMG	44
Gambar 5. 6 Dump Truck Mitsubishi	44
Gambar 5. 7 <i>Dump Truck</i> Toyota	45
Gambar 5. 8 <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso	46
Gambar 5. 9 <i>Dump Truck</i> Menunggu Atrean	47
Gambar 5. 10 <i>Excavator</i> Berhenti Karena Adanya Pengarahan	47
Gambar 5. 11 Bucket Excavator Memuat Material 85%	56
Gambar 5. 12 <i>Bucket Excavator</i> Memuat Material 75%	56
Gambar 5. 13 Grafik Produktivitas Excavator	69
Gambar 5. 14 Grafik Produktivitas Dump Truck Mitsubishi	73
Gambar 5. 15 Grafik Produktivitas Dump Truck Toyota	77
Gambar 5. 16 Grafik Produktivitas Dump Truck Mitsubishi Fuso	81
Gambar 5. 17 Biaya Kombinasi Alat Berat	90

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penelitian	108
Lampiran 2 Surat Persetujuan Penelitian	109
Lampiran 3 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-1	110
Lampiran 4 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-2	111
Lampiran 5 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-3	112
Lampiran 6 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-4	113
Lampiran 7 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-5	114
Lampiran 8 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-6	115
Lampiran 9 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-7	116
Lampiran 10 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-8	117
Lampiran 11 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-9	118
Lampiran 12 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-10	119
Lampiran 13 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-11	120
Lampiran 14 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-12	121
Lampiran 15 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-13	122
Lampiran 16 Waktu Siklus <i>Excavator</i> Hari ke-14	123
Lampiran 17 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-1	124
Lampiran 18 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-2	124
Lampiran 19 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-3	125
Lampiran 20 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-4	125
Lampiran 21 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-5	126
Lampiran 22 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-6	126
Lampiran 23 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-7	127
Lampiran 24 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-8	127
Lampiran 25 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-9	128
Lampiran 26 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-10	128
Lampiran 27 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-11	129

Lampiran 28 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-12	129
Lampiran 29 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-13	130
Lampiran 30 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Hari ke-14	130
Lampiran 31 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-1	131
Lampiran 32 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-2	131
Lampiran 33 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-3	132
Lampiran 34 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-4	132
Lampiran 35 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-5	133
Lampiran 36 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-6	133
Lampiran 37 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-7	134
Lampiran 38 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-8	134
Lampiran 39 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-9	135
Lampiran 40 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-10	135
Lampiran 41 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-11	136
Lampiran 42 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-12	136
Lampiran 43 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-13	137
Lampiran 44 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Toyota Hari ke-14	137
Lampiran 45 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-1	138
Lampiran 46 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-2	138
Lampiran 47 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-3	139
Lampiran 48 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-4	139
Lampiran 49 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-5	140
Lampiran 50 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-6	140
Lampiran 51 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-7	141
Lampiran 52 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-8	141
Lampiran 53 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-9	142
Lampiran 54 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-10	142
Lampiran 55 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-11	143
Lampiran 56 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-12	143
Lampiran 57 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-13	144
Lampiran 58 Waktu Siklus <i>Dump Truck</i> Mitsubishi Fuso Hari ke-14	144

Lampiran 59 Waktu Berhenti Alat Hari ke-1	145
Lampiran 60 Waktu Berhenti Alat Hari ke-2	145
Lampiran 61 Waktu Berhenti Alat Hari ke-3	146
Lampiran 62 Waktu Berhenti Alat Hari ke-4	146
Lampiran 63 Waktu Berhenti Alat Hari ke-5	147
Lampiran 64 Waktu Berhenti Alat Hari ke-6	147
Lampiran 65 Waktu Berhenti Alat Hari ke-7	148
Lampiran 66 Waktu Berhenti Alat Hari ke-8	148
Lampiran 67 Waktu Berhenti Alat Hari ke-9	149
Lampiran 68 Waktu Berhenti Alat Hari ke-10	149
Lampiran 69 Waktu Berhenti Alat Hari ke-11	150
Lampiran 70 Waktu Berhenti Alat Hari ke-12	150
Lampiran 71 Waktu Berhenti Alat Hari ke-13	151
Lampiran 72 Waktu Berhenti Alat Hari ke-14	151

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Sw	: <i>Swell %</i> (Pengembangan)
Sh	: <i>Shrinkage %</i> (Penyusutan)
B	: Berat jenis tanah keadaan asli
L	: Berat jenis keadaan lepas
C	: Berat jenis keadaan padat
Q	: Produktivitas (m^3/jam)
V	: Kapasitas <i>bucket</i> (m^3)
FaEXC	: Faktor efisiensi alat
Fb	: Faktor <i>bucket</i>
Fv	: Faktor konversi kedalaman galian alat <i>excavator</i>
Ts	: Waktu siklus standar
Cmt (L)	: Waktu muat (menit)
qt	: Kapasitas <i>dump truck</i> (m^3)
ql	: Kapasitas <i>bucket excavator</i> (m^3)
K	: Faktor <i>bucket</i>
Cm	: Waktu siklus pemuat (menit)
Cmt (F)	: Waktu tempuh untuk mengangkat muatan (menit)
Cmt (R)	: Waktu tempuh untuk kembali tanpa muatan (menit)
D	: Jarak angkut (meter)
Qt	: Produktivitas <i>dump truck</i> (m^3/jam)
Qkt	: Produktivitas kasar (m^3/jam)
Cmt	: Waktu siklus <i>dump truck</i> (menit)
Nt	: Jumlah <i>dump truck</i> yang dibutuhkan
E	: Faktor efisiensi
n	: Jumlah siklus alat muat
q1	: Kapasitas alat muat (m^3)
K	: Faktor pengisian alat muat

T1	: Waktu muat (menit)
T2	: Waktu tempuh isi (menit)
T3	: Waktu tempuh kosong (menit)
T4	: Waktu lain-lain (menit)
V_F	: Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)
V_R	: Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)
L	: Jarak angkut
Q	: Kapasitas produksi <i>dump truck</i> (m^3 /jam)
V	: Kapasitas bak <i>dump truck</i>
Fa	: Faktor efisiensi <i>dump truck</i>
BiL	: Berat isi material (lepas,gembur)

ABSTRAK

Pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo merupakan salah satu pelaksanaan program Institusi Jalan Daerah (IID) yang bertujuan meningkatkan konektivitas antarwilayah. Dalam pelaksanaannya, pekerjaan galian tanah menjadi salah satu tahap penting yang memerlukan pemanfaatan alat berat secara optimal, khususnya excavator dan dump truck. Untuk mendukung efisiensi pelaksanaan, dilakukan analisis produktivitas alat berat berdasarkan perbandingan antara kondisi ideal menurut literatur dan kondisi aktual di lapangan, guna menentukan kombinasi alat yang tepat dari segi waktu dan biaya.

Penelitian ini menggunakan data primer berupa waktu siklus dan efisiensi kerja alat berat, serta data sekunder seperti spesifikasi alat, biaya sewa, dan volume pekerjaan. Pengamatan lapangan dilakukan selama 14 hari kerja untuk memperoleh data waktu operasional alat secara langsung. Hasil perhitungan menunjukkan produktivitas excavator sebesar 142,294 m³/jam dan dump truck sebesar 5,533 m³/jam. Berdasarkan nilai tersebut, dilakukan analisis kombinasi alat berat untuk menentukan alternatif yang paling efisien.

Kondisi aktual di lapangan membutuhkan waktu 669 hari dan biaya sebesar Rp15.470.790.000,00. Alternatif 1 mempercepat durasi menjadi 465 hari namun dengan peningkatan biaya sebesar 6,49%. Alternatif 2 merupakan opsi paling efisien, dengan durasi 637 hari dan biaya sedikit lebih rendah dibanding kondisi existing. Sementara itu, Alternatif 3 menunjukkan waktu tercepat, yakni 120 hari, namun disertai peningkatan biaya sebesar 8,04% karena penggunaan jumlah alat yang sangat besar. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan penggunaan alat berat pada proyek konstruksi serupa.

Kata kunci: Produktivitas, alat berat, excavator, dump truck, galian tanah.

ABSTRAK

The construction of the Prambanan–Gayamharjo Road is part of the Presidential Instruction for Regional Roads (IJD) program, aimed at improving interregional connectivity. In its implementation, earth excavation work plays a crucial role and requires the optimal use of heavy equipment, particularly excavators and dump trucks. To support execution efficiency, an analysis of heavy equipment productivity is conducted by comparing ideal conditions based on literature with actual field conditions, in order to determine the most appropriate equipment combination in terms of time and cost.

This study utilized primary data in the form of cycle time and equipment efficiency, along with secondary data such as equipment specifications, rental costs, and excavation volume. Field observations were carried out over 14 working days to directly collect operational data. The results showed that the productivity of the excavator was 142.294 m³/hour and the dump truck was 5.533 m³/hour. Based on these values, several equipment combination alternatives were analyzed to identify the most efficient option.

The actual field condition required 669 days and a total cost of IDR 15,470,790,000.00. Alternative 1 reduced the duration to 465 days but increased the cost by 6.49%. Alternative 2 was the most efficient option, with a duration of 637 days and a slightly lower cost than the existing condition. Meanwhile, Alternative 3 offered the shortest duration, 120 days, but incurred the highest cost due to the large number of equipment used. The results of this study are expected to serve as a reference for planning the use of heavy equipment in similar construction projects.

Keywords: *Productivity, heavy equipment, excavator, dump truck, earth excavation*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur Jalan Prambanan-Gayamharjo merupakan salah satu pelaksanaan program Institusi Jalan Daerah (IJD). Jalan ini merupakan bagian dari jaringan jalan strategis Prambanan–Gayamharjo–Tawang–Ngalang–Gading dengan total panjang mencapai 27,58 kilometer. Keberadaan jalan ini tidak hanya meningkatkan konektivitas antarwilayah, tetapi juga berperan penting dalam memperkuat ketahanan pangan, mengembangkan sektor pariwisata, serta mendorong pertumbuhan ekonomi di wilayah selatan Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). (Bina Marga, 2025)

Dalam proses konstruksinya, pekerjaan galian tanah menjadi salah satu tahapan utama yang memerlukan penanganan teknis secara optimal karena kondisi *existing* merupakan daerah perbukitan. Volume galian yang besar, kondisi medan perbukitan, serta cuaca ekstrem menjadi tantangan tersendiri dalam pelaksanaan proyek (Bina Marga, 2025). Material hasil galian tersebut dimanfaatkan sebagai material timbunan pada proyek Jalan Tol Solo–Yogyakarta Seksi 1 Paket 1.2, tepatnya pada ruas STA 39+700 hingga STA 41+300. Pemanfaatan ini tidak hanya mengurangi kebutuhan material baru, tetapi juga meningkatkan efisiensi antarproyek. Dalam pelaksanaannya pekerjaan ini membutuhkan bantuan alat berat untuk mempercepat proses pekerjaan. Oleh karena itu, analisis produktivitas alat berat seperti excavator dan dump truck menjadi sangat penting untuk menjamin efisiensi pekerjaan, baik dari segi waktu maupun biaya.

Penelitian ini difokuskan pada analisis produktivitas alat berat excavator dan dump truck karena kedua alat ini berperan langsung dan dominan dalam proses pemindahan material dari lokasi galian ke lokasi timbunan, yang menjadi inti dari aktivitas pekerjaan tanah. *Excavator* bertanggung jawab sebagai alat gali dan muat, sedangkan *dump truck* sebagai alat angkut. Efisiensi kerja keduanya sangat

menentukan kecepatan dan kesinambungan siklus kerja dalam proyek galian-timbunan.

Berdasarkan Permen PUPR No.3 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, produktivitas alat berat dipengaruhi oleh sejumlah faktor yaitu kapasitas alat berat, faktor alat, waktu siklus dan kondisi lapangan. Pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo sudah direncanakan pembiayaan dan target pekerjaan dari alat berat. Namun dengan adanya kondisi lapangan, alat berat, dan tenaga kerja yang mengoperasikannya dapat mempengaruhi produktivitas, sehingga hasilnya bisa berbeda dengan perencanaan awal atau standar literatur. Oleh karena itu, diperlukan analisis produktivitas alat berat untuk memastikan efisiensi dan keberhasilan pekerjaan sesuai dengan target yang telah ditentukan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini berfokus pada analisis produktivitas alat berat pada pekerjaan galian tanah di proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo yaitu *excavator* dan *dump truck* sesuai dengan literatur dan dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan. Dengan demikian diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai kinerja masing-masing alat berat untuk memastikan bahwa setiap tahap pekerjaan dapat diselesaikan secara optimal. Melalui analisis ini, diharapkan dapat memberikan informasi terkait tingkat produktivitas dari setiap alat berat yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan galian serta memberikan kontribusi dalam pengambilan keputusan perencanaan alat berat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, rumusan masalah yang dapat dirumuskan adalah:

1. Seberapa besar tingkat produktivitas masing-masing jenis alat berat yang digunakan dalam pekerjaan galian tanah pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo berdasarkan standar literatur?

2. Seberapa besar tingkat produktivitas masing-masing jenis alat berat yang digunakan dalam pekerjaan galian tanah pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo berdasarkan kondisi aktual lapangan?
3. Apa saja faktor yang menyebabkan perbedaan antara produktivitas alat berat berdasarkan kondisi aktual di lapangan dengan produktivitas berdasarkan standar literatur pada pekerjaan galian tanah di proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo?
4. Kombinasi alat berat alternatif apa yang paling optimal dari segi waktu dan biaya untuk pekerjaan galian pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui tingkat produktivitas masing-masing jenis alat berat yang digunakan dalam pekerjaan galian tanah pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo berdasarkan standar literatur.
2. Mengetahui tingkat produktivitas masing-masing jenis alat berat yang digunakan dalam pekerjaan galian tanah pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo kondisi aktual di lapangan.
3. Mengetahui faktor yang menyebabkan perbedaan antara produktivitas alat berat berdasarkan kondisi aktual di lapangan dengan produktivitas berdasarkan standar literatur pada pekerjaan galian tanah di proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo.
4. Mengetahui kombinasi alternatif alat berat yang optimal dari segi waktu dan biaya pada pekerjaan galian pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo.

1.4 Manfaat

Berdasarkan hasil penelitian, diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan wawasan tambahan bagi peneliti mengenai produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan galian, sesuai dengan tujuan penelitian pada kasus ini.
2. Menjadi referensi dalam perencanaan dan pengambilan keputusan oleh manajemen proyek terhadap kombinasi alat berat. Informasi produktivitas aktual yang dihasilkan dapat digunakan untuk validasi estimasi produktivitas perencanaan, serta sebagai dasar efisiensi biaya sewa alat berat pada proyek sejenis.
3. Dengan adanya penelitian mengenai produktivitas alat berat, maka hasil dari penelitian ini dapat menjadi pembaruan dan menambah referensi bagi pembaca atau pengamat selanjutnya yang tertarik dengan topik yang bersangkutan.

1.5 Batasan

Adapun batasan-batasan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan tanah yang ditinjau adalah pekerjaan galian.
2. Penelitian dilakukan pada proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo untuk lokasi galian dan pada Proyek Jalan Tol Solo–Yogyakarta Seksi 1 Paket 1.2 untuk pembuangan material.
3. Alat-alat yang digunakan untuk pekerjaan galian tanah yaitu *Excavator* XCMG XE370CA dengan kapasitas *bucket* 1,6 m³ dan *dump truck* dengan kapasitas bak 7 m³.
4. Data yang digunakan berupa jenis alat berat yang digunakan dan waktu siklus alat.
5. Penelitian dilakukan selama 14 hari.
6. Variabel-variabel yang ditinjau meliputi jenis alat berat, merk alat berat serta siklus kerja alat berat dalam jam efektif.
7. Rumus yang digunakan berdasarkan rumus-rumus yang sudah ada sebelumnya.

8. Variabel yang digunakan pada perhitungan kombinasi alat berat adalah dari segi waktu dan biaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan Pustaka merupakan tahap awal dalam proses penelitian yang mencakup pengumpulan dan analisis literatur yang relevan dengan topik penelitian. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menyajikan referensi dari penelitian sebelumnya serta merangkum informasi yang telah tersedia mengenai topik terkait, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan dan acuan dalam pelaksanaan penelitian.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya diperlukan sebagai referensi dalam menyusun penelitian. Penelitian terdahulu mengacu pada studi atau karya yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya dan telah dipublikasikan. Penelitian sebelumnya mengenai produktivitas alat berat telah dilakukan dengan berbagai metode penelitian, berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan panduan dalam penelitian ini.

2.2.1 Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Tanah

Penelitian ini dilakukan oleh (Mulya, 2024) dari Universitas Islam Indonesia membahas mengenai analisis produktivitas alat berat yang digunakan saat pekerjaan galian dan timbunan di penataan kawasan kampus Universitas Islam Indonesia bagian embung barat. Alat berat yang ditinjau oleh penulis meliputi *excavator*, *dump truck*, dan *bulldozer*. Alat berat yang digunakan pada pekerjaan galian dan timbunan adalah *excavator* dengan kapasitas 0,86 m³, *dump truck* dengan kapasitas 6,5 m³, *bulldozer* dengan kapasitas 0,721 m³. Studi ini dilakukan dengan mengamati waktu operasional masing-masing alat berat serta mengumpulkan data seperti gambar kerja, durasi pekerjaan, spesifikasi alat berat, manajemen alat, dan biaya sewa alat. Dari hasil analisis,

diperoleh volume galian sebesar 3847,689 m³ dan volume timbunan padat sebesar 3769,833 m³. Selanjutnya, dilakukan perhitungan produktivitas rencana dan lapangan, durasi rencana dan lapangan, serta alternatif kombinasi alat berat. Kombinasi alat berat yang paling efisien ditentukan berdasarkan perbandingan biaya dan waktu antara alternatif yang diusulkan dengan kondisi lapangan. Hasil penelitian tersebut diperoleh hasil perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi di lapangan membutuhkan waktu 14 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 97.264.286,00. Sedangkan, alternatif pertama membutuhkan waktu 4 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 56.600.000,00. Alternatif kedua membutuhkan waktu 5 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 59.000.000,00. Alternatif ketiga membutuhkan waktu 7 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 66.493.483,00. Alternatif yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian dan timbunan Proyek Penataan Kawasan Kampus UII bagian Embung Barat adalah Alternatif kedua yang membutuhkan 3 kelompok *dump truck*, 1 unit *excavator*, dan 1 unit *bulldozer*.

2.2.2 Analisis Produktivitas Penggunaan Alat Berat Menggunakan Metode Time Study Pada Pekerjaan Timbunan Tanah

Penelitian ini dilakukan oleh (Aini, 2024) dari Universitas Islam Indonesia. Penelitian ini dilakukan di proyek pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produktivitas alat berat dan menentukan kombinasi yang paling efisien dari jumlah alat berat untuk pekerjaan timbunan dari segi biaya dan waktu. Alat berat yang ditinjau pada penelitian ini yaitu *excavator*, *dump truck*, *bulldozer* dan *vibrator roller*. Hasil penelitian menunjukkan nilai produktivitas alat berat *excavator* adalah sebesar 353,815 m³/jam. Produktivitas alat berat *dump truck* per jam 24,462 m³/jam. Produktivitas alat berat *bulldozer* adalah sebesar 327,518 m³/jam. Produktivitas alat berat *vibrator roller* per jam adalah sebesar 368,37 m³/jam. Setelah didapatkan nilai produktivitas, dapat dilakukan perhitungan kombinasi alat berat. Hasil perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi asli lapangan membutuhkan

waktu 75 hari dengan biaya sebesar Rp6.619.854.444. Berdasarkan analisis, alternatif yang paling efektif dan efisien adalah alternatif 2 dalam hal waktu dan biaya, dengan durasi penyelesaian selama 48 hari. Kombinasi yang digunakan mencakup 4 unit *excavator* Hyundai Hx 300Sl dengan kapasitas 1,27 m³, 58 unit *dump truck* dengan rata-rata kapasitas 7,279 m³, 3 unit bulldozer Komatsu DZ 602 dengan kapasitas *blade* 4,432 m³, serta 3 unit *vibrator roller* dengan lebar efektif pemadatan 1,84 m. Total biaya untuk alternatif ini adalah Rp6.218.699.508,00. Alternatif 2 dapat mempercepat pekerjaan timbunan selama 27 hari dan menghemat biaya sebesar Rp401.154.936,00 (6,059%) dibandingkan dengan kondisi awal.

2.2.3 Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan

Penelitian yang dilakukan oleh (Harjani, 2023) dari Universitas Islam Indonesia menjelaskan mengenai kombinasi alat berat yang efektif dan efisien pada proyek penataan *Landfill* Zona B TPA Regional Piyungan. Penelitian ini melibatkan pengamatan terhadap jam kerja setiap alat berat, serta pencatatan data seperti denah lokasi, durasi pekerjaan, spesifikasi alat berat, dan data lain yang relevan dengan pekerjaan. Selanjutnya, dilakukan analisis untuk menghitung volume timbunan, produktivitas alat berat, biaya sewa, jumlah alat yang dibutuhkan, serta total waktu yang diperlukan untuk berbagai kombinasi alat yang dirancang. Penelitian ini didapatkan hasil perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi di lapangan membutuhkan waktu selama 821 jam dan biaya sebesar Rp1.208.471.400,00. Sementara itu, alternatif kombinasi pertama membutuhkan waktu selama 657 jam dan biaya sebesar Rp1.186.218.000,00. Alternatif kedua membutuhkan waktu selama 493 jam dan biaya sebesar Rp1.186.628.800,00. Alternatif ketiga membutuhkan waktu selama 657 jam dan biaya sebesar Rp1.191.653.600,00. Dari hasil perhitungan tersebut direkomendasikan untuk pekerjaan timbunan Proyek Penataan *Landfill* Zona B TPA Regional Piyungan adalah alternatif kedua yang membutuhkan 4 unit *excavator* Komatsu PC200-8 dan 2 unit *bulldozer* Komatsu D85-10.

2.2.4 Analisis Produktivitas *Excavator* Pada Proyek Pembangunan Embung UII

Penelitian yang dilakukan oleh (Kurniawan, 2021) bertujuan untuk mengetahui kombinasi alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah pada proyek pembangunan Embung Universitas Islam Indonesia yang efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya. Pada penelitian ini dilakukan perhitungan produktivitas alat berat menggunakan beberapa alternatif. Dari hasil analisis, diperoleh tiga alternatif kombinasi alat berat dengan menggunakan *excavator*. Alternatif pertama digunakan sebagai acuan untuk dibandingkan dengan alternatif lainnya. Alternatif pertama membutuhkan waktu 118 jam dengan biaya sebesar Rp 39.940.000, sementara alternatif kedua membutuhkan waktu 59 jam dengan biaya yang sama, yaitu Rp 39.940.000. Perbandingan antara alternatif tersebut dilakukan untuk menentukan kombinasi alat berat yang paling efisien. Hasil analisis menunjukkan bahwa alternatif kedua, yang terdiri dari 2 unit Excavator Komatsu PC-200, menjadi pilihan optimal. Dengan alternatif kedua, durasi pekerjaan dapat dipersingkat hingga 59 jam (pengurangan 50%) tanpa adanya peningkatan biaya dibandingkan dengan alternatif pertama. Oleh karena itu, alternatif kedua direkomendasikan untuk pekerjaan tanah pada proyek pembangunan Embung Universitas Islam Indonesia.

2.3 Perbandingan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa telah banyak studi mengenai produktivitas alat berat dan kombinasi alat berat. Meskipun terdapat kesamaan alat berat yang digunakan pada penelitian tersebut, namun hasil yang ditemukan bervariasi. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan volume pekerjaan, harga sewa alat berat, dan durasi penggunaannya. Perbandingan penelitian sebelumnya dengan penelitian sekarang adalah sebagai berikut.

Tabel 2. 1 Perbandingan Terdahulu dan Penelitian Sekarang

Perspektif	Penelitian				
	Mulya (2024)	Aini (2024)	Harjani (2023)	Kurniawan (2021)	Penulis (2024)
Judul	Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Tanah	Analisis Produktivitas Penggunaan Alat Berat Menggunakan Metode Time Study	Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan	Analisis Produktivitas Excavator Pada Proyek Pembangunan Embung UII	Aanalisis Produktifitas Alat Berat Pekerjaan Galian Tanah
Lokasi	Yogyakarta	Yogyakarta	Yogyakarta	Yogyakarta	Yogyakarta
Metode	Kuantitatif	Time Study	Observasi & Analisis	Deskriptif Evaluasi	Observasi & Analisis
Subyek	Excavator, Dump Truck, Bulldozer	Excavator, Dump Truck, Bulldozer, Vibrator Roller	Excavator, Bulldozer	Excavator	Excavator dan Dump Truck
Hasil	Didapatkan kombinasi alat pada kondisi lapangan dengan hasil 3 alternatif. Alternatif yang direkomendasikan adalah alternatif kedua yang membutuhkan 3 kelompok dump truck, 1 unit excavator, dan 1 unit bulldozer	Berdasarkan analisis, alternatif yang paling efektif dan efisien adalah alternatif 2 dalam hal waktu dan biaya, dengan durasi penyelesaian selama 48 hari. Kombinasi yang digunakan mencakup 4 unit excavator Hyundai Hx 300SI dengan kapasitas 1,27 m ³ , 58 unit dump truck dengan rata-rata kapasitas 7,279 m ³ ,	Alternatif 2 terbukti paling efektif untuk Proyek Penataan Landfill Zona B TPA Piyungan. Dengan 4 unit excavator Komatsu PC200-8 dan 2 unit bulldozer D85-10, proyek selesai dalam 493 jam (71 hari) dengan biaya Rp1.186.628.000,00.	Hasil analisis menunjukkan bahwa alternatif kedua, yang terdiri dari 2 unit Excavator Komatsu PC-200, menjadi pilihan optimal. Dengan alternatif kedua, durasi pekerjaan dapat dipersingkat hingga 59 jam (pengurangan 50%).	Hasil analisis ini mendapatkan nilai produktivitas alat berat berdasarkan kondisi aktual lapangan dan standar literatur, serta kombinasi alternatif alat berat

Berdasarkan penelitian sebelumnya, telah diketahui bahwa terdapat beberapa indikator yang membedakan penelitian ini dengan penelitian terdahulu. Indikator-indikator tersebut meliputi lokasi penelitian, volume pekerjaan yang dianalisis, serta alat berat yang akan ditinjau. Penelitian ini akan dilakukan pada pekerjaan galian tanah pada proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan produktivitas alat berat dan menenukan kombinasi alat berat dengan mempertimbangkan waktu dan biaya. Jenis alat berat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *excavator* dan *dump truck*.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Dalam perencanaan proyek konstruksi yang melibatkan alat berat, produktivitas alat berat menjadi faktor utama yang perlu diperhatikan. Perencanaan ini dirancang untuk memastikan pekerjaan berlangsung sesuai jadwal yang telah ditentukan. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman secara teoritis mengenai perhitungan kapasitas alat berat, kondisi serta jenis yang digunakan. Dengan demikian, estimasi penyelesaian pekerjaan yang dilakukan dengan alat berat dapat dilakukan secara akurat.

3.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan kegiatan yang kompleks dan tidak memiliki keseragaman dengan proyek lain. Oleh karena itu, manajemen proyek konstruksi sangat diperlukan untuk memastikan keberhasilannya. Proyek konstruksi memiliki karakteristik unik, membutuhkan berbagai sumber daya (*man, material, machines, money, method*), serta membutuhkan organisasi. (Ervianto, 2023).

Berikut ini merupakan karakteristik proyek konstruksi menurut (Ervianto, 2023):

1. Bersifat kompleks dan kegiatan tidak berulang.
2. Setiap proyek bersifat unik, sehingga tidak ada yang benar-benar identik.
3. Memiliki tujuan yang spesifik dan telah ditetapkan, dengan hasil akhir berupa produk tertentu.
4. Proyek memiliki siklus hidup yang jelas, dimulai dari titik awal hingga mencapai titik akhir.
5. Karakteristik proyek dapat berubah sepanjang fase siklus hidupnya.
6. Terdapat ketidakpastian dalam hal biaya dan waktu, serta tingkat risiko berbeda.

3.3 Manajemen Proyek

Manajemen proyek melibatkan serangkaian kegiatan mulai dari perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, hingga koordinasi dalam pelaksanaan proyek. mulai dari tahap awal (gagasan) hingga selesai. Tujuan manajemen proyek adalah memastikan proyek terlaksana dengan tepat durasi, sesuai anggaran, serta memenuhi standar kualitas. Sementara itu, manajemen konstruksi adalah upaya untuk memastikan bahwa sumber daya yang terlibat dalam proyek konstruksi dapat digunakan semaksimal mungkin oleh manajer proyek. Sumber daya tersebut meliputi *manpower, material, machines, money, metdhod*. (Ervianto, 2023)

3.4 Manajemen Alat berat

Manajemen pemilihan alat berat merupakan proses yang melibatkan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian penggunaan alat berat guna mencapai target pekerjaan yang telah ditetapkan. Beberapa komponen penting yang harus dipertimbangkan saat memilih alat berat adalah: (Purnomo dan Mulyono, 2023)

1. Fungsi yang dibutuhkan, alat berat diklasifikasikan berdasarkan fungsi utamanya, seperti manggali, mangangkut atau meratakan permukaan.
2. Kapasitas alat, pemilihan alat berat didasarkan pada volume atau berat material yang akan dikerjakan. Alat berat yang dipilih harus sesuai dengan pekerjaan agar dapat diselesaikan dengan tepat waktu.
3. Metode operasi, pemilihan emilihan alat berat dipengaruhi oleh arah gerakan (horizontal atau vertikal), jarak perpindahan, kecepatan, serta frekuensi gerakan alat.
4. Pembatasan metode kerja, faktor seperti aturan lalu lintas, biaya, serta kebutuhan pembongkaran memengaruhi pemilihan alat berat. Selain itu, metode konstruksi yang diterapkan dapat mengubah kebutuhan alat.
5. Aspek ekonomi, selain biaya investasi atau penyewaan alat, biaya operasional dan pemeliharaan menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan alat berat.

6. Jenis proyek, pemilihan alat berat turut dipengaruhi oleh jenis proyek, seperti proyek gedung, jalan, jembatan, irigasi, Pelabuhan, pembukaan lahan, atau bendungan.
7. Lokasi proyek, lokasi proyek menjadi faktor penting. Misalnya, proyek yang terletak di dataran tinggi membutuhkan jenis alat berat yang berbeda dibandingkan dengan proyek yang berlokasi di dataran rendah.
8. Jenis dan kondisi tanah, jenis tanah di area proyek, seperti tanah padat, lepas, atau lembek, harus diperhatikan untuk menentukan alat berat yang tepat.
9. Kondisi lapangan, medan proyek yang sulit maupun yang mudah diakses menjadi faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

3.5 Alat berat

3.5.1 Pengertian Alat Berat

Alat berat merupakan mesin dengan ukuran besar yang dirancang khusus untuk mendukung berbagai aktivitas konstruksi, seperti pembangunan jalan, gedung, perkebunan, dan pertambangan. Dalam bidang teknik sipil, alat berat berperan sebagai alat yang membantu manusia menyelesaikan pekerjaan pada proyek pembangunan infrastruktur. Alat berat merupakan mesin berukuran besar yang dibuat khusus untuk mendukung berbagai aktivitas konstruksi, seperti pembangunan jalan, gedung, perkebunan, dan pertambangan. Dalam teknik sipil, alat berat berfungsi sebagai alat bantu yang memudahkan manusia dalam menyelesaikan pekerjaan pada proyek infrastruktur. Perannya sangat signifikan, terutama pada proyek konstruksi berskala besar, karena mampu meningkatkan efisiensi serta efektivitas pekerjaan. (Syamsuddin, 2021)

3.6 Jenis-Jenis Alat Berat

Dalam proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo, khususnya pada pekerjaan galian menggunakan berbagai alat berat untuk mempermudah pekerjaan seperti *excavator* digunakan untuk memindahkan material ke dalam bak *dump truck*. Selanjutnya *dump truck* digunakan untuk mengangkut material dari *quary* ke area timbunan yaitu Poyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo.

3.6.1 Alat Berat Excavator

Menurut (Sarwandi & Royan, 2021) *Excavator* merupakan salah satu alat berat dalam klasifikasi alat gali hidraulis. *Excavator* digunakan untuk menggali material yang berada dibawah permukaan tempat alat tersebut beroperasi. *Excavator* memiliki lengan *bucket* didepannya dan traktor berupa roda ban atau *crawler* sebagai alat penggerakannya. Dalam beroperasi *excavator* memiliki beberapa Gerakan yang disebut siklus *excavator* yaitu:

1. Mengisi bucket (*land bucket*)
2. Mengayun dengan muatan (*swing loaded*)
3. Membongkar muatan (*dump loaded*)
4. Mengayun kembali tanpa muatan (*swing empty*)

Berikut ini merupakan gambar *excavator* yang digunakan sebagai alat penggali dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Excavator

(Sumber: United Tractors, 2024)

3.6.2 Alat Berat *Dump Truck*

Menurut (Hadi, 2018) *Dump Truck* adalah alat pengangkutan material untuk pemindahan jarak jauh. Dalam melakukan pengisian muatan dump truck memerlukan bantuan alat berat. Namun, dump truck mampu membongkar atau menuang muatannya secara mandiri (*dumping*). Dump truck memiliki siklus kerja antara lain : memuat- mengangkut-membuang-kembali-tunggu.

Berikut ini merupakan contoh *dump truck* jenis *rear dump* yang sudah umum digunakan dalam proyek konstruksi dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Dump Truck
(Sumber; Mbizmarket, 2024)

3.7 Produktivitas Alat Berat

Konsep produktivitas pada dasarnya mengacu pada tingkat efisiensi dalam menghasilkan output dari suatu proses atau aktivitas, dibandingkan dengan jumlah input yang digunakan dalam proses tersebut. Perhitungan produktivitas dapat dilakukan dengan membandingkan rasio antara output dan input (Mulya, 2024). Berdasarkan kamus besar Bahasa Indonesia, produktivitas didefinisikan sebagai kemampuan untuk menghasilkan sesuatu. Sehingga, dapat didefinisikan produktivitas alat berat adalah kemampuan alat berat menghasilkan sesuatu dalam satuan waktu. Produktivitas alat berat dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu waktu siklus, jenis material, dan tingkat efisiensi. (Nur Sahid, 2021)

3.7.1 Waktu Siklus

Waktu siklus adalah durasi yang diperlukan oleh suatu alat untuk beroperasi pada pekerjaan yang sama secara berulang ulang guna menghasilkan suatu produk. Waktu siklus berpengaruh pada kapasitas produksi serta koefisien peralatan.(PUPR, 2023). Menurut (Hadi, 2018), waktu siklus didefinisikan sebagai rangkaian gerakan alat mulai dari gerakan awal hingga kembali lagi ke gerakan awal. Terdapat beberapa unsur dalam waktu siklus diantaranya sebagai berikut (Kurniawan & Nuzola, 2021):

1. Waktu Muat (*Loading Time*)

Waktu muat adalah durasi yang dibutuhkan alat berat untuk mengisi material ke dalam unit angkut hingga kapasitas maksimumnya tercapai. Faktor-faktor yang dapat berpengaruh dalam waktu pemuatan adalah jenis material, metode kerja yang digunakan, kapasitas unit dan efisiensi kinerja alat.

2. Waktu Angkut (*Loading Time*)

Waktu angkut atau *loading time* merujuk pada lamanya waktu yang dibutuhkan oleh alat angkut untuk bergerak dari titik pemuatan menuju lokasi pembongkaran material. Beberapa faktor yang mempengaruhi waktu angkut antara lain, jarak tempuh, kondisi medan, serta performa alat angkut.

3. Waktu Bongkar (*Dumping Time*)

Waktu bongkar adalah durasi saat alat berat membongkar atau menurunkan muatan dilokasi pembongkaran yang telah ditentukan. Durasi pembongkaran dipengaruhi oleh karakteristik material yang dibongkar, jenis alat yang digunakan serta metode pelaksanaan pembongkaran.

4. Waktu Kembali (*Return Time*)

Waktu Kembali atau *return time* adalah durasi yang diperlukan alat berat saat kembali dari area pembongkaran ke area pemuatan. Pada umumnya, waktu Kembali lebih singkat dibandingkan dengan waktu angkut karena alat berat tidak membawa muatan.

5. Waktu Tunggu (*Spotting Time*)

Waktu tunggu merupakan durasi saat alat berat mengantre dan menunggu di area pemuatan untuk dimuat kembali.

3.7.2 Material Tanah

Tanah adalah lapisan paling luar permukaan bumi yang terbentuk dari material asal yang mengalami perubahan alami akibat pengaruh air, udara, serta aktivitas organisme. Tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda di setiap tempat (Mulya, 2024). Menurut (Purnomo dan Mulyono, 2023), sifat tanah akan berbeda dan mengalami proses perubahan volume setelah proses pemindahan, penggusuran, dan pemampatan. Beberapa kondisi tanah yang mempengaruhi volume tanah diantaranya adalah:

1. Material Asli (*Bank Material*)

Material asli merujuk pada material yang terdapat di tempat asalnya tanpa mengalami perubahan atau gangguan seperti penggalian, pemindahan, atau pemadatan. Volume material tanah asli diukur dalam satuan bank cubic meters (bcm) atau bank cubic yards (bcy).

2. Material Lepas (*Loose Material*)

Material lepas adalah kondisi material yang sudah mengalami pengerjaan. Material lepas memiliki volume yang lebih besar dibandingkan volume material asli. Perubahan volume ini disebut dengan pengembangan (*swell*). Volume material lepas diukur dalam satuan *cubic loose meter* (lcm) atau *loose cubic yards* (lcy)

3. Material dipadatkan (*Compacted Material*)

Material yang telah dipindahkan dan dipadatkan disebut *compacted material*. Material tersebut akan mengalami penyusutan volume. Proses pemadatan ini menyebabkan penyusutan volume karena dapat menghilangkan dan mengecilkan pori-pori antar partikel material. Ketika material dipadatkan, udara yang ada di ruang pori antar partikel terdorong keluar, yang dikenal dengan istilah penyusutan atau *shrinkage*. Volume material padat diberi satuan *compacted cubic meters* (ccm) atau *compacted cubic yards* (ccy).

Dalam perhitungan volume tanah yang sudah berubah dari bentuk aslinya perlu dikalikan dengan suatu faktor yang disebut dengan “faktor konversi” yang dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut ini: (Purnomo dan Mulyono, 2023)

Tabel 3. 1 Faktor Konversi Volume Material

Jenis Material	Kondisi Awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Awal	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
Tanah Berpasir (Sand)	(A)	1,00	1,11	0,99
	(B)	0,90	1,00	0,80
	(C)	1,05	1,17	1,00
Tanah Biasa (Sand Clay)	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Tanah Liat (Clay)	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,63
	(C)	1,11	1,59	1,00
Tanah Berkerikil (Gravelly Soil)	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,09	1,00
Kerikil (Grovel)	(A)	1,00	1,13	1,29
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,10	1,00
Kerikil Besar dan Padat	(A)	1,00	1,42	1,03
	(B)	0,70	1,00	0,91
	(C)	0,77	1,10	1,00
Pecahan Batu Kapur, Batu Pasir, Cadas Lunak, Sirtu	(A)	1,00	1,65	1,22
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,35	1,00
Pecahan Granit, Basalt, Cadas Keras	(A)	1,00	1,70	1,31
	(B)	0,59	1,00	0,77
	(C)	0,76	1,30	1,00
Pecahan Cadas, Broken Rock	(A)	1,00	1,75	1,40
	(B)	0,57	1,00	0,8
	(C)	0,71	1,24	1,00
Ledakan Batu Cadas, Kapur Keras	(A)	1,00	1,80	1,30
	(B)	0,56	1,00	0,72
	(C)	0,77	1,38	1,00

(Sumber : Rochmanhadi, 1992)

Keterangan : (A) : Asli

(B) : Gembur

(C) : Padat

Selain faktor konversi volume material tersebut juga terdapat perhitungan volume dari berbagai keadaan tanah sebagai berikut:

1. Pengembangan (*Swelling*)

$$Sw = \left(\frac{B-L}{L} \right) \times 100\% \quad (3.2)$$

2. Penyusutan (*Shrinkage*)

$$Sh = \left(\frac{C-B}{C} \right) \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan :

Sw : *Swell %* (Pengembangan)

Sh : *Shrinkage %* (Penyusutan)

B : Berat jenis tanah keadaan asli

L : Berat jenis keadaan lepas

C : Berat jenis keadaan padat

3.7.3 Efisiensi Alat Berat

Efisiensi merujuk pada ukuran tingkat penggunaan sumber daya dalam suatu proses. Suatu proses dapat dikatakan efisien apabila semakin sedikit atau semakin hemat penggunaan sumber daya (Purnomo & Mulyono, 2023). Menurut (KBBI Daring, 2019) efisiensi didefinisikan sebagai ketepatan dalam melaksanakan suatu kegiatan (seperti usaha atau pekerjaan) dengan cara yang tidak membuang waktu, tenaga, atau biaya, atau dapat juga diartikan sebagai kedayagunaan, ketepatangunaan, atau kesangkilan dalam menghindari pemborosan waktu, tenaga, dan biaya.

Dalam kondisi aktual, produksi suatu peralatan seringkali berbeda dengan hasil perhitungan kapasitas yang sudah dirancang karena terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi. Dalam perhitungan digunakan faktor gabungan untuk mempermudah estimasi besarnya setiap faktor tersebut. Faktor ini disebut sebagai faktor efisiensi kerja alat (F_a). (Harjani, 2023)

3.7.4 Produktivitas *Excavator*

Pada umumnya *excavator* memiliki beberapa bagian utama, yaitu bagian atas (*revolving unit*), bagian bawah (*travel unit*), dan bagian *attachment* yang bisa diganti. Dalam melakukan pekerjaan *excavator* memiliki waktu siklus yang terdiri dari (Harjani,2023):

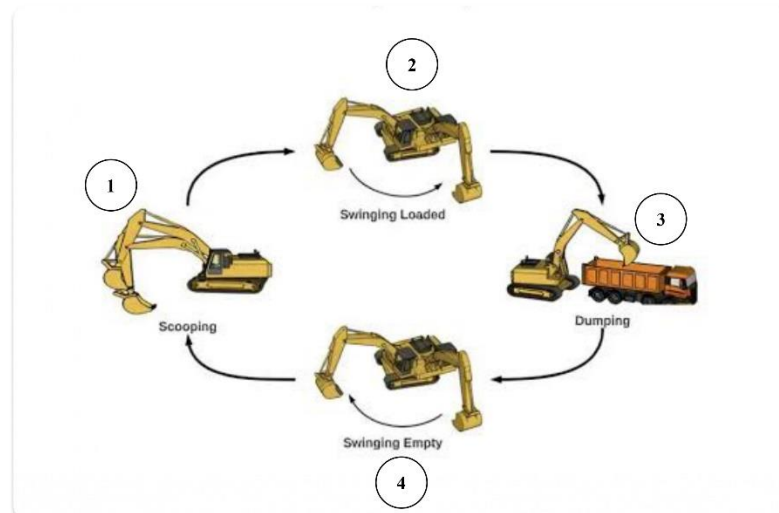
1. Waktu mengisi muatan (*excavating time*)

2. Waktu putar isi muatan (*loaded swing time*)
3. Waktu buang muatan (*dumping time*)
4. Waktu putar kosong (*empty swing time*)

Dengan demikian dapat dihitung waktu siklus pada *excavator* dengan persamaan berikut.

CT = waktu mengisi + waktu putar isi + waktu buang + waktu putar kosong (3.4)

Berikut ini merupakan ilustrasi waktu siklus *excavator* saat melakukan pekerjaan *loading* material ke *dump truck* dapat dilihat pada gambar 3.3



Keterangan :

- | | | | |
|---|-----------------|---|--------------------|
| 1 | Waktu Gali | 3 | Waktu Tuang |
| 2 | Waktu Putar Isi | 4 | Waktu Putar Kosong |

Gambar 3. 3 Ilustrasi Siklus *Excavator*

Setiap ukuran *excavator* memiliki durasi waktu siklus yang berbeda beda tergantung dari ukuran dan kondisi kerjanya. *Excavator* dengan ukuran lebih kecil cenderung memiliki waktu siklus yang lebih cepat dibandingkan dengan yang berukuran besar. Selain itu, kondisi kerja yang baik akan menghasilkan waktu siklus yang lebih singkat dibandingkan dengan kondisi kerja yang lebih sulit.

Berdasarkan Permen PUPR No 8 Tahun 2023 perhitungan produktivitas *excavator* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

$$Q = \frac{V \times FaEXC \times Fb \times 60}{Ts \times Fv} \quad (3.5)$$

Keterangan:

Q : Produktivitas (m³/jam)

V : Kapasitas *bucket* (m³)

FaEXC: Faktor efisiensi alat

Fb : Faktor *bucket*

Fv : Faktor konversi kedalaman galian alat *excavator*

Ts : Waktu siklus standar

60 : Perkalian 1 jam ke menit

Berikut ini merupakan beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi perhitungan produktivitas *excavator* untuk melengkapi perhitungan.

Tabel 3. 2 Faktor *Bucket* (*Bucket Fill factor*)

Kondisi Pemuatan	Kondisi Lapangan	Faktor Bucket
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut Pemuatan material dari <i>stockpile</i> atau material yang sudah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, sehingga tidak memerlukan daya gali dan material dapat langsung dimuat munjung ke dalam <i>bucket</i> . Contoh : Pasir, tanah berpasir, tanah colloidal dengan kadar air sedang, dan lain-lain	1,1 – 1,2

Lanjutan Tabel 3.2 Faktor *Bucket* (*Bucket Fill factor*)

Kondisi Pemuatan	Kondisi Lapangan	Faktor Bucket
Sedang	<p>Tanah biasa berpasir, kering</p> <p>Memuat material tanah lepas dari <i>stockpile</i> dan sehingga lebi susah untuk dikeruk dan dimasukkan ke dalam <i>bucket</i> tetapi dapat dimuat hamper penuh.</p> <p>Contoh : Pasir kering, tanah yang berpasir, tanah campur tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir padat, dan sebagainya atau menggali dan memuat gravel lunak langsung dan bukti asl</p>	1,0 – 1,1
Agak Sulit	<p>Tanah biasa berbatu.</p> <p>Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras, pasir campur gravel, tanah berpasir, tanah colloidal yang liat, tanah liat dengan kadar air yang tinggi, bahan- bahan tersebut telah ada pada <i>stockpile</i> /persediaan sulit untuk mengisi bucket dengan material-material tersebut.</p>	1,0 – 0,9
Sulit	<p>Batu pecah hasil.</p> <p>Batu bongkah besar-besar dengan bentuk tidak beraturan dengan banyak ruangan di antara tumpukannya, batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir campuran batu-batu bundar tersebut, tanah berpasir, tanah campur lempung, tanah liat yang dimuat – gusur ke dalam bucket.</p>	0,9 – 0,8

(Sumber : Permen PUPR, 2023)

Tabel 3. 3 Waktu Siklus Standar (*Standart Cycle Time*) (Detik)

Kapabilitas Bucket (m ³ /heaped)	Kondisi Tanah	Sudut Putar (<i>swing</i>)			
		45° – 90°		90° – 180°	
0,10 – 0,60	Pasir, Kerikil, Tanah Lunak	10, 8	14,6	14,6	18,4
	Tanah Umumnya, Lempung	13,0	17,5	17,5	22,1
	Lempung Keras, Tanah Keras	16,6	22,4	22,4	28,8
0,60 – 1,25	Pasir, Kerikil, Tanah Lunak	14,4	18,2	18,2	22,1
	Tanah Umumnya, Lempung	18,3	23,3	23,3	28,2
	Lempung Keras, Tanah Keras	22,3	28,3	28,3	34,4
1,25 – 2,20	Pasir, Kerikil, Tanah Lunak	16,6	20,4	20,4	24,3
	Tanah Umumnya, Lempung	21,2	26,1	26,1	31,0
	Lempung Keras, Tanah Keras	25,8	31,8	31,8	37,8

(Sumber : Permen PUPR, 2023)

Tabel 3. 4 Faktor Konversi Galian (Fv)

Kondisi Galian (kedalaman galian terhadap kedalaman maksimum)	Kondisi Membuang, Menumpahkan (<i>Dumping</i>)			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit
< 40%	0,5	0,9	1,1	1,4
(40 – 75)%	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(Sumber : Permen PUPR, 2023)

Tabel 3. 5 Faktor Efisiensi Kerja (Fa_{EXC})

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak Kurang	0,67
Kurang	0,58

3.7.5 Produktivitas *Dump Truck*

Produktivitas suatu alat sangat ditentukan dengan waktu siklus. Waktu siklus pada *dump truck* meliputi beberapa tahap, antara lain waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran muatan, waktu perjalanan kembali, dan waktu antre. Menurut (Arsyad, 2021) dalam (Aini, 2024) perhitungan analisis produktivitas *dump truck* dilakukan dengan menghitung kapasitas alat tersebut saat mengangkut atau memindahkan material dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Berikut ini merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi waktu siklus *dump truck*. (Purnomo dan Mulyono, 2023)

1. Waktu Muat

Waktu muat adalah durasi yang diperlukan oleh *dump truck* saat memuat material sesuai dengan kapasitas *dump truck*. Perhitungan waktu muat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Cmt (L)} = \frac{qd}{ql} \times K \times Cm \quad (3.6)$$

Keterangan:

Cmt (L) : Waktu muat (menit)

qt : Kapasitas *dump truck* (m³)

ql : Kapasitas *bucket excavator* (m³)

K : Faktor *bucket*

Cm : Waktu siklus pemuat (menit)

2. Waktu Angkut dan Kembali

Waktu yang dibutuhkan untuk muatan dan Kembali kosong. Waktu angkut tergantung dengan kecepatan yang dapat ditempuh oleh alat muat dari mulai selesainya pemuatan sampai dengan pembuangan tergantung dari jarak angkut. Berikut ini merupakan perhitungan waktu pengangkutan dan Kembali

$$\text{Cmt (F)} = \frac{D}{VF} \quad (3.7)$$

$$\text{Cmt (R)} = \frac{D}{VR} \quad (3.8)$$

Keterangan:

Cmt (F) : Waktu tempuh untuk mengangkut muatan (menit)

Cmt (R) : Waktu tempuh untuk kembali tanpa muatan (menit)

D : Jarak angkut (meter)

VF : Kecepatan rata-rata muatan penuh (m/menit)

VR : Kecepatan rata-rata untuk Kembali (m/menit)

3. Waktu Buang

Waktu buang atau disebut juga *dumping time* adalah waktu yang dibutuhkan *dump truck* saat membongkar material dari dalam *dump truck*. Waktu bongkar material bergantung pada karakteristik dan kondisi material, metode bongkar material, serta jenis alat pengangkutan. Untuk mengetahui waktu pembongkaran *dump truck* dapat dilihat pada Tabel 3.6 Berikut.

Tabel 3. 6 Waktu Bongkar *Dump Truck*

Kondisi Operasi Pekerjaan	T1 (Menit)
Baik	0,5 - 0,7
Sedang	1,0 – 1,3
Kurang	1,5 – 2,0

(Sumber : Purnomo dan Mulyono, 2023)

4. Waktu ke Posisi Muat

Waktu tunggu *dump truck* di tempat pemuatan untuk dimuat kembali. Waktu antre bergantung pada jenis alat pemuat, posisi alat pemuat, dan kemampuan alat pengangkut untuk bermanuver.

Dengan demikian didapatkan rumus untuk menentukan waktu siklus *dump truck* sebagai berikut.

$$Cmt = Cmt (L) + Cmt (F) + t1 + Cmt (R) + t2 \quad (3.9)$$

Dengan adanya data waktu siklus maka dapat dihitung produktivitas *dump truck* menggunakan rumus berikut:

$$Qt = Qkt \times \frac{60}{cmt} \times E \times Nt \quad (3.10)$$

$$Qkt = n(q1)K \quad (3.11)$$

Keterangan:

- Q_t : Produktivitas *dump truck* (m^3/jam)
 Q_{kt} : Produktivitas kasar (m^3/jam)
 C_{mt} : Waktu siklus *dump truck* (menit)
 N_t : Jumlah *dump truck* yang dibutuhkan
 E : Faktor efisiensi
 n : Jumlah siklus alat muat
 q_1 : Kapasitas alat muat (m^3)
 K : Faktor pengisian alat muat

Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, produktivitas *dump truck* yang diisi menggunakan *excavator* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{BiL \times Ts} \quad (3.12)$$

Keterangan:

- Q : Kapasitas produksi *dump truck* (m^3/jam)
 V : Kapasitas bak *dump truck*
 Fa : Faktor efisiensi *dump truck*
 BiL : Berat isi material (lepas, gembur)
 Ts : Waktu siklus (menit), $Ts = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$, terdiri atas

Berikut ini merupakan perhitungan waktu *dump truck* secara manual:

$$T_1 = \frac{V \times 60}{D \times Q_{exc}} \quad (3.13)$$

$$T_2 = \frac{L \times 60}{VF} \quad (3.14)$$

$$T_3 = \frac{L \times 60}{VR} \quad (3.15)$$

$$T_4 = T_1 + T_2 \quad (3.16)$$

Keterangan:

T1 : Waktu muat (menit)

T2 : Waktu tempuh isi (menit)

T3 : Waktu tempuh kosong (menit)

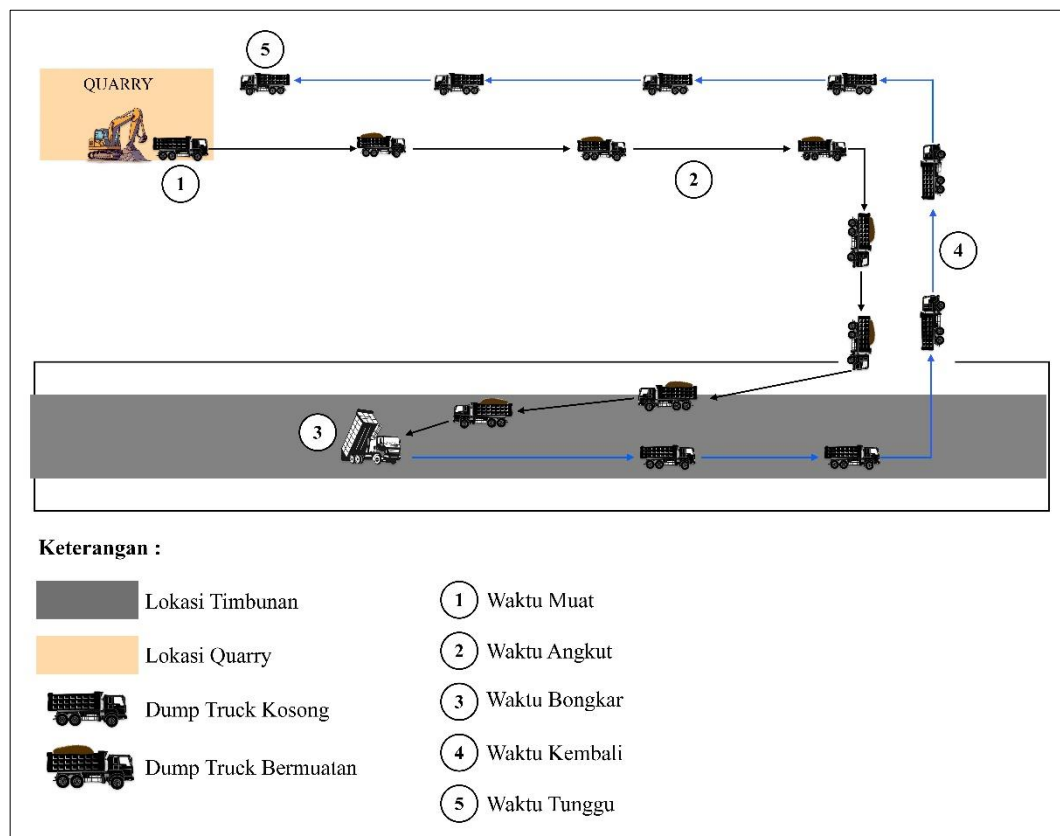
T4 : Waktu lain-lain (waktu penumpahan dan pengambilan posisi) (menit)

V_F : Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)

V_R : Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)

L : Jarak angkut

Berikut ini merupakan ilustrasi siklus *dump truck* saat melakukan pekerjaan *common borrow material* dapat dilihat pada gambar



Gambar 3. 4 Ilustrasi Siklus *Dump Truck*

(Sumber : Penulis, 2025)

Dalam perhitungan produktivitas standar *dump truck* terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu, faktor efisiensi alat, kecepatan rata-rata, jenis material, dan kapasitas bak *dump truck*. Berikut ini merupakan data acuan yang digunakan dalam perhitungan, mengacu pada kondisi operasi alat yang baik dan standar yang umum digunakan di lapangan. Tabel 3.7 menunjukkan nilai faktor efisiensi alat berdasarkan kondisi kerja, sedangkan Tabel 3.8 memberikan estimasi kecepatan tempuh rata-rata maksimum *dump truck* berdasarkan kondisi lapangan dan beban muatan.

Tabel 3. 7 Faktor Efisiensi Alat (F_{ADT}) *Dump Truck*

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang Baik	0,75
Buruk	0,70

(Sumber : Permen PUPR, 2023)

Tabel 3. 8 Kecepatan Tempuh Rata-Rata Maksimum *Dump Truck*

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan (Km/jam)
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

(Sumber : Permen PUPR, 2023)

Tabel 3. 9 Berat Isi Material

No.	Jenis Material	Berat isi (ton/m ³)	Berat isi (ton/m ³)	Kesulitan
1	Tanah biasa	1,040 - 1,145	1,100	1
2	Tanah berbatu	1,300 - 1,500	1,400	1
3	Tanah gambut	0,500 - 0,700	0,600	1

Lanjutan Tabel 3.9 Berat Isi Material

No.	Jenis Material	Berat isi (ton/m ³)	Berat isi (ton/m ³)*	Kesulitan
4	Tanah keras	1,150 - 1,450	1,300	1
5	Tanah lempung	1,200 - 1,400	1,300	1
6	Tanah liat	1,000 - 1,300	1,200	1
7	Tanah organik/humus	0,830 - 0,990	0,900	1
8	Agregat kasar batu pecah/Kerakal	1,196 – 1,263	1,230	1
9	Agregat kasar/split/koral beton	1,263 – 1,283	1,260	1
10	Agregat halus hasil pemecah batu	1,256 - 1,363	1,310	1
11	Batu kali/gunung	0,960 – 0,970	0,965	1
12	Batu belah (kali/gunung)	0,914 - 0,960	0,937	1
13	Pasir beton	1,255 – 1,482	1,370	1
14	Pasir pasang	1,243 – 1,316	1,280	1
15	Pasir urug	1,040 – 1,151	1,100	1
16	Semen Portland (PC)	1,275 – 1,285	1,280	1

(Sumber : Permen PUPR, 2023)

3.8 Biaya Pengoperasian Alat Berat

Menurut (Hadi, 2018) biaya pengoperasian alat merupakan biaya yang dikeluarkan saat alat beroperasi, baik biaya pengeluaran rutin harian maupun biaya berkala. Biaya yang termasuk biaya pengoperasian alat berat meliputi biaya sewa alat, biaya bahan bakar dan biaya operator.

1. Biaya Sewa Alat Berat

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi berskala besar diperlukan adanya bantuan alat berat. Alat berat sewa menjadi solusi yang umum digunakan ketika kebutuhan alat tidak dapat dipenuhi oleh kepemilikan internal kontraktor. Biaya penyewaan alat berat dihitung dalam biaya per jam dan

berbeda-beda tergantung dari jenis alat berat..(Febrianti, Zakia, & Mawardi, 2024)

2. Biaya Bahan Bakar

Pemakaian bahan bakar dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti mutu alat, jenis alat, kondisi pekerjaan, dan faktor elevasi. Biaya bahan bakar dihitung dengan cara menghitung pemakaian dalam liter. Pada umumnya, biaya bahan bakar sudah *include* dalam biaya sewa. (Permen PUPR,2023)

3. Biaya Operator

Biaya operator atau upah kerja berbeda beda tergantung pada alat berat yang dioperasikan. Upah untuk operator dihitung dalam waktu perjam. ..(Febrianti, Zakia, & Mawardi, 2024)

3.9 Kombinasi Alat Berat

Kombinasi alat berat merupakan metode yang digunakan dalam menentukan kebutuhan dan jumlah alat berat pada suatu pekerjaan dengan menghitung biaya maupun waktu dari setiap kombinasi. Untuk memperoleh kombinasi alat berat dengan produktivitas yang baik dari segi waktu maupun biaya diperlukan analisis efisiensi dan produktivitas alat berat dalam menyelesaikan pekerjaan. Kombinasi alat berat yang efisien dapat menghindari keterlambatan dan kerugian proyek.(Ariadi, dkk, 2021)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah pendekatan ilmiah yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan tujuan tertentu, yang meliputi penemuan, pembuktian, dan pengembangan. Menurut Sugiyono (2015), metode penelitian harus bersifat rasional (masuk akal), empiris (dapat diamati oleh indera), serta sistematis (berurutan berdasarkan langkah tertentu). Tujuan dari metode ini adalah untuk menghasilkan data yang valid dan reliabel, yang dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi suatu masalah. Pada penelitian ini akan digunakan pendekatan secara langsung, yaitu dengan mengamati secara langsung penggunaan alat berat dalam melakukan suatu pekerjaan dan melakukan pencatatan waktu kerja alat. Penelitian ini menggunakan konsep pendekatan metode *time study*. Metode *time study* merupakan teknik pengukuran produktivitas dengan cara mengumpulkan data berdasarkan waktu dalam melaksanakan suatu pekerjaan. (Pawiro, 2015). Dalam penelitian ini, peneliti melakukan observasi lapangan secara langsung untuk memperoleh data primer maupun sekunder yang kemudian akan dianalisis untuk menghitung nilai produktivitas alat berat.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian didefinisikan sebagai batasan atau garis penelitian yang berguna untuk menentukan benda atau orang sebagai titik lekatnya variabel penelitian (Mulya, 2024). Dalam penelitian ini, subjek penelitiannya adalah alat berat yang digunakan dalam pekerjaan galian pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo yaitu *excavator* dan *dump truck*. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, objek diartikan sebagai hal, perkara, atau orang yang menjadi pokok pembahasan. Pada penelitian produktivitas alat berat di proyek

pembangunan Jalan Tol Prambanan-Gayamharjo, objek penelitiannya adalah pekerjaan galian.

4.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah salah satu tahap penting dalam proses penelitian yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi serta data-data yang relevan dan sesuai dengan topik yang akan diteliti. Dalam penelitian terdapat data primer dan data sekunder. (Mulya, 2024)

1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan dan diperoleh langsung oleh peneliti melalui observasi lapangan. Data primer berupa hasil wawancara, hasil observasi lapangan, serta dokumentasi dari penelitian (Mulya, 2024).

Data primer harian alat berat yang akan di observasi langsung berupa:

a. *Excavator*

Pada *excavator* akan dikumpulkan data berupa kapasitas *bucket excavator*, efisien kerja alat, menghitung waktu siklus *excavator* yang terdiri dari waktu mengisi *bucket*, waktu putar, dan waktu membuang muatan ke bak *dump truck*.

b. *Dump Truck*

Pada *dump truck* akan dikumpulkan data berupa kapasitas bak *dump truck*, efisien kerja alat, kecepatan *dump truck*, jarak lapangan ke *quary*, serta waktu siklus *dump truck*.

2. Data Sekunder

Data sekunder digunakan untuk mendukung data primer yang diperoleh.

Dalam penelitian ini, data sekunder yang diperlukan sebagai berikut:

- a. Denah Lokasi
- b. Data pekerjaan berupa volume timbunan
- c. Spesifikasi alat berat
- d. Biaya sewa alat berat

4.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah serangkaian langkah yang dilakukan dari awal hingga akhir untuk menyelesaikan penelitian. Tahapan pelaksanaan penelitian disusun untuk memberikan garis besar alur penelitian yang akan dilakukan (Arsyad, 2021). Adapun tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mulai

Tahap ini merupakan tahap pertama dalam melakukan penelitian. Pada tahap ini dilakukan penentuan judul penelitian yang akan dilaksanakan.

2. Tahap Persiapan

Pada penelitian tugas akhir, tahap persiapan meliputi penyusunan gambaran umum mengenai penelitian yang akan dilakukan berdasarkan judul yang telah ditetapkan, mengidentifikasi permasalahan yang relevan dengan judul, serta menentukan lokasi untuk pelaksanaan penelitian.

3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk merumuskan metodologi penelitian, menentukan teknik pengumpulan data, serta metode analisis data. Sumber referensi yang digunakan mencakup buku dan jurnal ilmiah.

4. Pengumpulan Data

Penelitian ini memerlukan data primer yang diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan. Data primer yang akan diamati berupa waktu siklus dan tingkat efisiensi dari alat berat yang akan ditinjau yaitu *excavator* dan *dump truck*. Sementara itu data sekunder akan diperoleh dari pihak proyek berupa denah lokasi, volume timbunan, dan spesifikasi alat berat.

5. Pengolahan Data

Tahap selanjutnya setelah didapatkan data primer dan sekunder adalah pengolahan data. Pengolahan data bertujuan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan. Data aktual yang telah diperoleh kemudian akan diolah dengan menghitung produktivitas alat berat *excavator* dan *dump truck* menggunakan parameter waktu siklus, waktu efisiensi kerja dan kapasitas masing-masing alat. Perhitungan produktivitas

akan dilakukan menggunakan persamaan yang sudah ditentukan sesuai dengan alat berat yang ditinjau. Perhitungan produktivitas *excavator* menggunakan persamaan 3.5. Sedangkan untuk perhitungkan produktivitas *dump truck* dihitung menggunakan persamaan 3.6 sampai dengan persamaan 3.10. Tahap selanjutnya adalah menganalisa hasil perhitungan produktivitas alat berat untuk mendapatkan waktu yang efisien untuk menyelesaikan pekerjaan dan mencari kombinasi alternatif yang efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya.

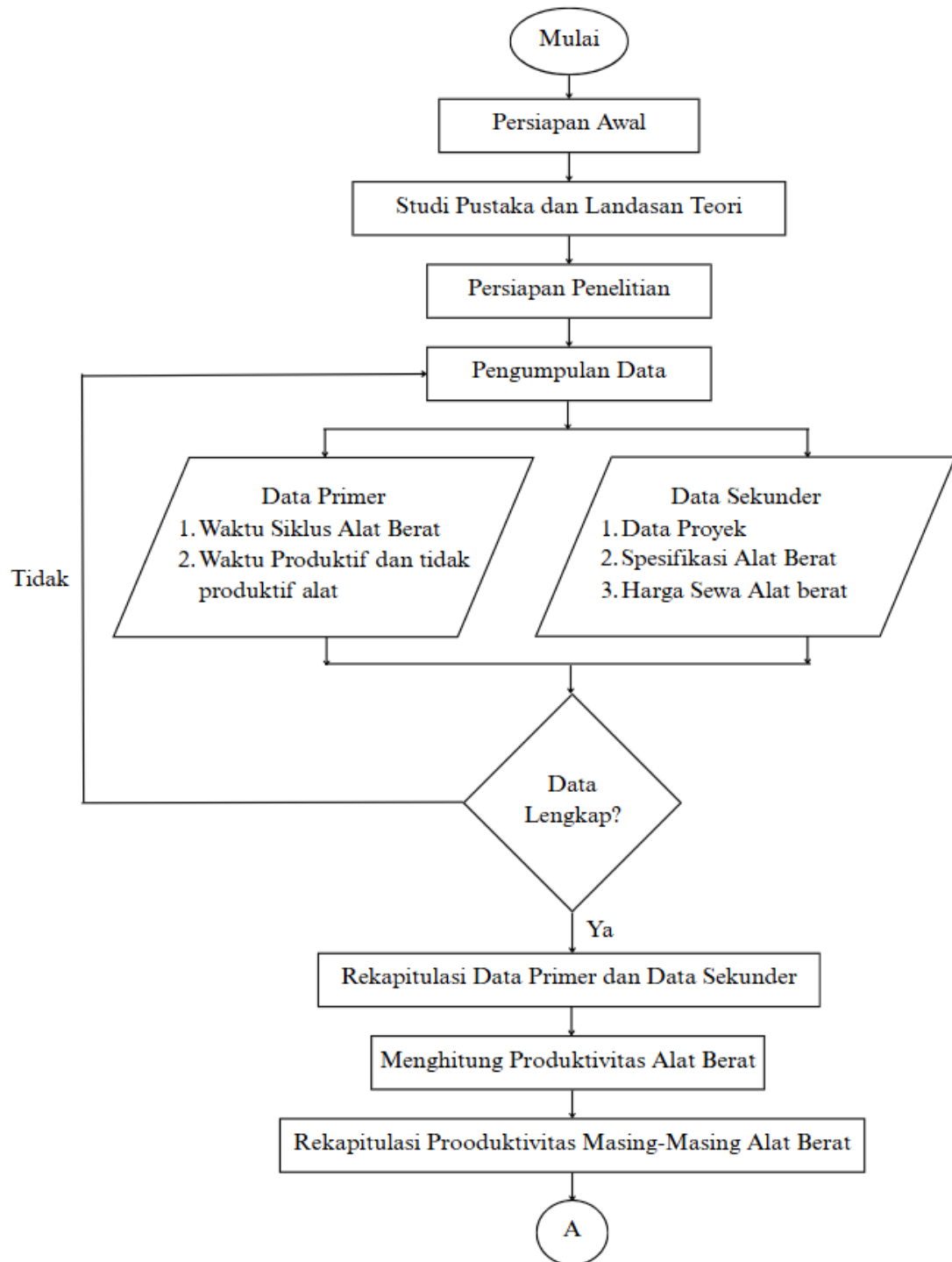
6. Hasil dan Pembahasan

Pada hasil dan pembahasan menjelaskan hasil yang didapatkan dalam pengolahan data dalam bentuk tabel. Hal ini bertujuan untuk meengetahui perbandingan antara hasil perhitungan *existing* dengan perhitungan alternatif lain yang efektif dan efisien.

7. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil yang sudah dibahas kemudian akan disimpulkan dan diberikan saran terhadap hasil penelitian.

Berikut ini merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam bentuk bagan alir pada Gambar 4.1.





Gambar 4. 1 *Flowchart* Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo untuk pekerjaan galian dan Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo untuk pembuangan material (lokasi timbunan). Berikut ini merupakan data umum proyek.

5.1.1 Data Umum Proyek

Berikut ini merupakan data Proyek Pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo.

1. Nama Proyek : Pembangunan Jalan Tembus Prambanan-Gayamharjo
2. Lokasi Pekerjaan : Provinsi DIY
3. Jaringan Strategis Terkait : Prambanan-Gayamharjo-Tawang-Ngalang-Gading (27,58 km)
3. Cara Pembayaran : *Montly Payment*
4. Jenis Kontrak : *Single Year Contract* dan *Multi Years Contract*
5. Target Penyelesaian : Agustus 2025

Berikut ini merupakan data proyek pembangunan Jalan Tol Solo Yogyakarta-NYIA Seksi I Paket 1.2.

1. Nama Proyek : Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo, Seksi 1,

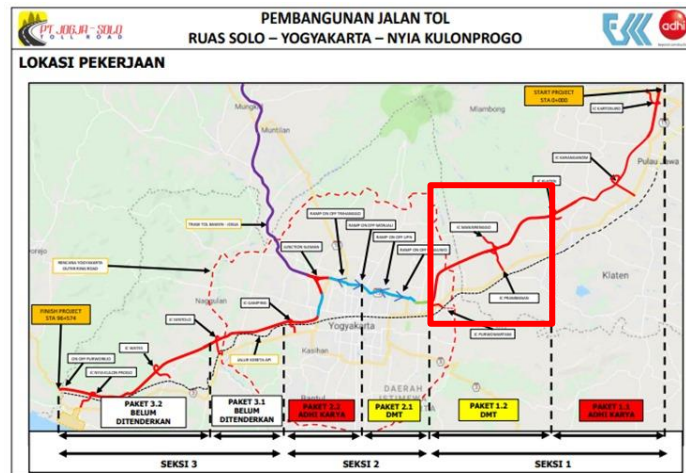
	Paket 1.2 : Klaten-Purwomatani, (STA 21+300 s.d. STA 43+699)
2. Pemilik Pekerjaan	: PT. Jasamarga Jogja Solo
3. Kontraktor	: PT. Adhi Karya
4. Perencana	: PT. Yodya Karya (Persero)
5. Konsultan Pengawas	: KSO PT. Eskapindo Matra – Herda Center Indonesia
6. Lokasi Pekerjaan	: Provinsi Jawa Tengah & Provinsi DIY
7. Cara Pembayaran	: <i>Montly Payment</i>
8. Jenis Kontrak	: <i>FIX UNIT PRICE</i>
9. Nilai Kontrak	: Rp 3.181.742.738.537,42
10. Waktu Pelaksanaan	: 417 Hari (10/04/2023 s.d 31/05/2024)
11. Waktu Pemeliharaan	: 1095 Hari Kalender
13. Panjang Bentang	: 20,08 KM
14. Target Operasi	: Tahun 2024

5.1.2 Data Teknis Proyek

Berikut merupakan data teknis proyek pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Seksi I Paket 1.2. yang berisi karakteristik dari jalan.

1. Jumlah Lajur	: 2 × 2
2. Lebar Lajur	: 3,6 m
3. Lebar Bahu Jalan	: 1,5 m
4. Lebar Bahu Luar	: 3 m
5. Lebar Median	: 2,5 m
6. Tinggi Timbunan Rata-Rata	: 6,44 m
7. Slope Timbunan	: 1 : 2
8. Lebar Atas	: 29,4 m
9. Lebar Bawah Rata-Rata	: 60 m
10. Kecepatan Rencana	: 100 km/jam

Lokasi proyek pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-Nyia Kulonprogo Paket 1.2 STA 21+300 s.d. STA 43+699 dapat dilihat pada gambar 5.1 sebagai berikut.



Gambar 5. 1 Lokasi Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta

(Sumber : Dokumen PT. Adhi Karya)

5.2 Analisis Data

5.2.1 Volume Pekerjaan Timbunan

Material galian pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo digunakan sebagai material timbunan pada proyek pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulonprogo Paket 1.2 STA 39+700 sampai dengan STA 41+300. Berikut merupakan volume timbunan pada STA 39+700 sampai dengan STA 41+300 dapat dilihat pada tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5. 1 Total Volume Timbunan

Keterangan	Volume (m ³)
Volume Total	341.685
Realisasi s.d Bulan Mei 2025	305.918
Belum Terealisasi	35.768

(Sumber : Data Teknis Adhi Karya)

Berdasarkan total volume *compacted* timbunan yang tertera pada tabel 5.1 berikut diperoleh hasil volume dalam keadaan *bank* dan *loose* dengan cara

mengalikan volume tersedia dengan faktor konversi material pada tabel 3.1 dengan jenis material cadas keras sebagai berikut:

$$\text{Shrinkage Faktor} = \frac{\text{Volume Bank}}{\text{Volume Compac}}$$

$$\text{Volume Bank} = \text{Volume compac} \times \text{Shrinkage faktor}$$

$$= 341,685 \times 1,31$$

$$= 447.607,77 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Loose Galian} = \text{Volume Bank} \times \text{Faktor loose}$$

$$= 447.607,771 \times 1,7$$

$$= 760.933,21 \text{ m}^3$$

Berdasarkan data di lapangan volume timbunan pada STA 39+700 sampai dengan STA 41+300 sebesar 447.607,77 m³ untuk material asli dan 760.933,21 m³ untuk material gembur. Target proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta untuk timbunan pada STA 39+700 sampai dengan STA 41+300 adalah selama 120 hari.

5.2.2 Biaya Penggunaan Alat Berat

Dalam sebuah proyek konstruksi biaya penggunaan alat berat merupakan biaya yang berasal dari berbagai sumber seperti harga alat berat yang dibeli kontraktor, sewa alat berat oleh kontraktor, upah operator, dan biaya bahan bakar.

Pada pekerjaan galian yang dilakukan pada Proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo menggunakan alat berat sewa. Harga sewa alat berat sudah termasuk biaya bahan bakar. Berikut ini adalah harga sewa alat berat dan upah operator pada Proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo (lokasi galian) dan proyek pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Paket 1.2 STA 41+150 (lokasi timbunan) dapat dilihat pada tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5. 2 Harga Sewa Alat Berat

Alat Berat	Harga Sewa Alat	Harga Jasa Operator	Total Biaya
Excavator XCMG XE370 CA	Rp 230.000 / Jam	Rp 250.000 / Jam	Rp 480.000 / Jam
Dump Truck Mitsubishi 7m ³	Rp 550.000 / Hari	Rp 200.000 / Hari	Rp 750.000 / Hari
Dump Truck Toyota 7m ³	Rp 550.000 / Hari	Rp 200.000 / Hari	Rp 750.000 / Hari
Dump Truck Mitsubishi Fuso 7m ³	Rp 550.000 / Hari	Rp 200.000 / Hari	Rp 750.000 / Hari

(Sumber : PT Selo Putra Sakti, 2025)

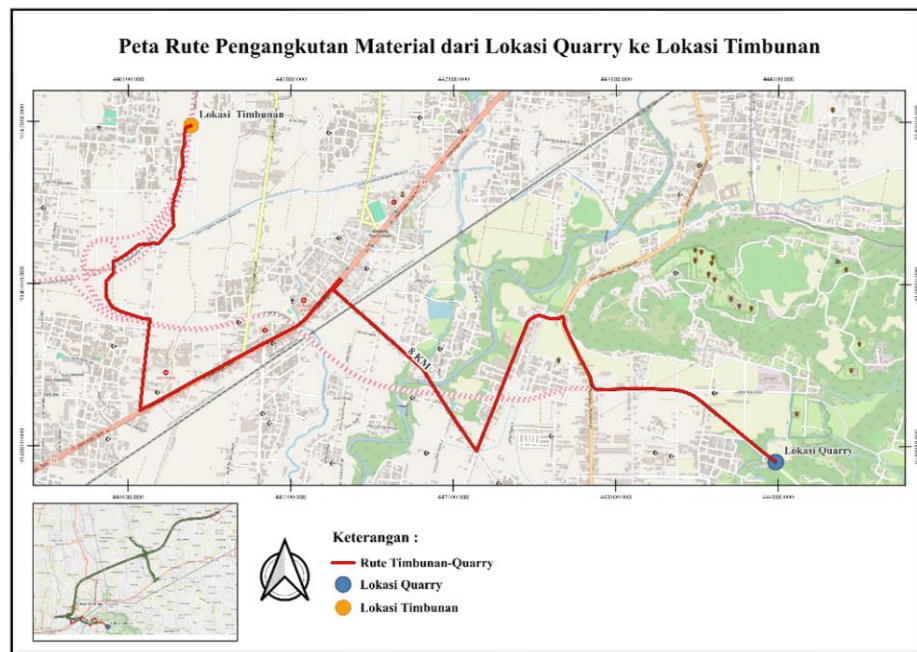
5.2.3 Lokasi Timbunan dan Material Timbunan

Lokasi pengamatan pekerjaan timbunan dilaksanakan berada di STA 41+150 di Desa Somo Daran, Purwomartani, Kalasan, Sleman. Material yang digunakan pada pekerjaan timbunan pada proyek pembangunan Jalan Tol Tol Solo-Yogyakarta-NYIA Kulon Progo Paket 1.2 STA 41+150 berasal dari *quarry* proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo yang berada di Tanjakan Tebing Banyunibo, Cepit, Bokoharjo, Kec.Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta yang berjarak sekitar 8 km dari lokasi timbunan. Material berupa batuan pecah hasil dari penghancuran tebing. Lokasi timbunan, jarak quarry dan jenis material dapat dilihat pada gambar 5.2, gambar 5.3 dan gambar 5.4 sebagai berikut.

LOKASI TIMBUNAN STA 41+150



Gambar 5. 2 Lokasi Timbunan



Gambar 5. 3 Jarak Lokasi Timbunan ke Quarry



Gambar 5. 4 Material Timbunan

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

5.2.4 Data Alat Berat *Existing*

Alat berat yang akan diteliti pada pekerjaan timbunan ini adalah *excavator* dan *dumptruck*. Berikut ini adalah tipe-tipe alat berat yang digunakan:

1. Jenis alat : *Excavator*
Merk alat : XCMG XE370 CA
Kapasitas : 1.6 m³
Tipe alat : *Hydraulic Crawler Excavator*
Kondisi alat : Baik
Harga sewa : Rp 480.000,00 / Jam
Fungsi alat : Menggali material dan *loading* material



Gambar 5. 5 Excavator XCMG

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

2. Jenis alat : *Dump Truck*
 Merk alat : Mitsubishi
 Kapasitas : 7 m²
 Tipe alat : *Rear Dump Truck*
 Kondisi alat : Baik
 Harga sewa : Rp 750.000,00 /Hari
 Fungsi alat : Mengangkut material timbunan



Gambar 5. 6 Dump Truck Mitsubishi

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3. Jenis alat : *Dump Truck*
Merk alat : Toyota
Kapasitas : 7 m²
Tipe alat : *Rear Dump Truck*
Kondisi alat : Baik
Harga sewa : Rp 750.000,00 /Hari
Fungsi alat : Mengangkut material timbunan



Gambar 5. 7 Dump Truck Toyota
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4. Jenis alat : *Dump Truck*
Merk alat : Mitsubishi Fuso
Kapasitas : 7 m²
Tipe alat : *Rear Dump Truck*
Kondisi alat : Baik
Harga sewa : Rp 750.000,00 /Hari
Fungsi alat : Mengangkut material timbunan



Gambar 5. 8 Dump Truck Mitsubishi Fuso
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 5. 3 Alat Berat Yang Digunakan

Alat Berat	Fungsi Alat Berat	Type	Kapasitas Alat	Quantity
<i>Excavator</i>	<i>Loading material</i>	XCMG XE370 CA	1.6 m ²	1
<i>Dump Truck</i>	Mengangkut material	Mitsubishi	7 m ³	37
		Toyota	7 m ³	
		Mitsubishi Fuso	7 m ³	

5.2.5 Faktor Efisiensi Kerja Alat

Efisiensi kerja alat dipengaruhi oleh beberapa faktor dilapangan seperti waktu silus alat berat, kondisi medan, keahlian operator, dan jarak angkut. Faktor efisiensi kerja alat didapatkan dari pengamatan waktu efektif dan tidak efektif kerja alat. Untuk memperoleh data tersebut dilakukan pengamatan langsung dilapangan terhadap jam henti alat menggunakan *stopwatch*. Pengamatan dilakukan untuk mencatat durasi alat berhenti dalam satu jam. Beberapa faktor yang menyebabkan alat berat berhenti bekerja antara lain adalah menunggu material, menunggu

antrean, serta aktivitas istirahat operator. Berikut ini merupakan beberapa dokumentasi saat alat berat berhenti bekerja.



Gambar 5. 9 Dump Truck Menunggu Atrean
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Gambar 5. 10 Excavator Berhenti Karena Adanya Pengarahan
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan pengamatan waktu henti alat berat didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Pengamatan Hari Pertama

Pengamatan hari pertama dilakukan pada hari Sabtu, 26 April 2025 mendapatkan waktu henti alat sebagai berikut.

a. Excavator XCMG

Waktu alat berhenti dalam 1 jam (menit)

1) Sesi Pagi	= 15,74 Menit
2) Sesi Siang	= 5,18 Menit
3) Sesi Malam	= 7,92 Menit
Rata-rata waktu berhenti	= $\frac{15,74+5,18+7,92}{3}$
	= 9,61 Menit

b. Dump Truck Mitsubishi

Waktu alat berhenti dalam 1 jam (menit)

1) Pengamatan 1	= 2,73 Menit
2) Pengamatan 2	= 3,43 Menit
3) Pengamatan 3	= 10,03 Menit
4) Pengamatan 4	= 31,25 Menit
5) Pengamatan 5	= 20,12 Menit
Rata-rata waktu berhenti	= $\frac{2,73+3,43+10,03+31,25+20,12}{5}$
	= 13,51 Menit

c. Dump Truck Toyota

Waktu alat berhenti dalam 1 jam (menit)

1) Pengamatan 1	= 3,12 Menit
2) Pengamatan 2	= 1,55 Menit
3) Pengamatan 3	= 2,07 Menit
4) Pengamatan 4	= 35,00 Menit
5) Pengamatan 5	= 19,72 Menit
Rata-rata waktu berhenti	= $\frac{3,12+1,55+2,07+35,00+19,72}{5}$
	= 12,29 Menit

d. Dump Truck Mitsubishi Fuso

Waktu alat berhenti dalam 1 jam (menit)

1) Pengamatan 1	= 3,33 Menit
2) Pengamatan 2	= 4,33 Menit
3) Pengamatan 3	= 1,25 Menit
4) Pengamatan 4	= 38,33 Menit

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Pengamatan 5} &= 21,25 \text{ Menit} \\
 \text{Rata-rata waktu berhenti} &= \frac{3,33+4,33+1,25+38,33+21,25}{5} \\
 &= 13,70 \text{ Menit}
 \end{aligned}$$

Hasil rekapitulasi pengamatan waktu berhenti alat pada hari pertama dapat dilihat pada tabel 5.4

Tabel 5. 4 Pengamatan Waktu Alat Berhenti Hari Pertama

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pangamatan Pagi	15.74	9.61
	Pengamatan Siang	5.18	
	Pengamatan Sore	7.92	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke- 1	2.73	13.51
	Pengamatan ke- 2	3.43	
	Pengamatan ke- 3	10.03	
	Pengamatan ke- 4	31.25	
	Pengamatan ke- 5	20.12	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke- 1	3.12	12.29
	Pengamatan ke- 2	1.55	
	Pengamatan ke- 3	2.07	
	Pengamatan ke- 4	35.00	
	Pengamatan ke- 5	19.72	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke- 1	3.33	13.70
	Pengamatan ke- 2	4.33	
	Pengamatan ke- 3	1.25	
	Pengamatan ke- 4	38.33	
	Pengamatan ke- 5	21.25	

2. Pengamatan Hari Kedua

Pengamatan hari kedua dilakukan pada hari Minggu, 27 April 2025 mendapatkan waktu hentii alat sebagai berikut.

a. Excavator XCMG

Waktu alat berhenti dalam 1 jam (menit)

1) Sesi Pagi = 6,48 Menit

2) Sesi Siang = 4,31 Menit

3) Sesi Malam = 7,61 Menit

Rata-rata waktu berhenti = $\frac{6,48+4,31+7,61}{3}$

= 6,14 Menit

b. Dump Truck Mitsubishi

Waktu alat berhenti dalam 1 jam (menit)

1) Pengamatan 1 = 1,01 Menit

2) Pengamatan 2 = 4,07 Menit

3) Pengamatan 3 = 3,58 Menit

4) Pengamatan 4 = 15,09 Menit

5) Pengamatan 5 = 21,58 Menit

Rata-rata waktu berhenti = $\frac{1,01+4,07+3,58+15,09+21,58}{5}$

= 9,07 Menit

c. Dump Truck Toyota

Waktu alat berhenti dalam 1 jam (menit)

1) Pengamatan 1 = 4,47 Menit

2) Pengamatan 2 = 6,68 Menit

3) Pengamatan 3 = 5,67 Menit

4) Pengamatan 4 = 10,03 Menit

5) Pengamatan 5 = 18,40 Menit

Rata-rata waktu berhenti = $\frac{4,47+6,68+5,67+10,03+18,40}{5}$

= 9,05 Menit

d. Dump Truck Mitsubishi Fuso

Waktu alat berhenti dalam 1 jam (menit)

1) Pengamatan 1 = 5,07 Menit

2) Pengamatan 2 = 27,42 Menit

3) Pengamatan 3 = 23,23 Menit

4) Pengamatan 4 = 17,57 Menit

5) Pengamatan 5 = 9,62 Menit

$$\text{Rata-rata waktu berhenti} = \frac{5,07+27,42+23,23+17,57+9,62}{5}$$

$$= 16,68 \text{ Menit}$$

Hasil rekapitulasi pengamatan waktu berhenti alat pada hari kedua dapat dilihat pada tabel 5.5

Tabel 5. 5 Pengamatan Waktu Alat Berhenti Hari Kedua

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	6.48	6.14
	Pengamatan Siang	4.31	
	Pengamatan Sore	7.62	
Dump Truck Mitsubishi	Pengamatan ke- 1	1.01	9.07
	Pengamatan ke- 2	4.07	
	Pengamatan ke- 3	3.58	
	Pengamatan ke- 4	15.09	
	Pengamatan ke- 5	21.58	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke- 1	4.47	9.05
	Pengamatan ke- 2	6.68	
	Pengamatan ke- 3	5.67	
	Pengamatan ke- 4	10.03	
	Pengamatan ke- 5	18.40	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke- 1	5.07	16.58
	Pengamatan ke- 2	27.42	
	Pengamatan ke- 3	23.23	
	Pengamatan ke- 4	17.57	
	Pengamatan ke- 5	9.62	

Berdasarkan hasil pengamatan selama 14 hari terhadap waktu alat berhenti, dapat dihitung rata-rata waktu henti dalam satu jam. Dari data tersebut, diperoleh waktu kerja efektif dalam satu jam, yang selanjutnya digunakan untuk menghitung faktor efisiensi alat. Berikut merupakan contoh perhitungan efisiensi kerja pada alat berat *excavator* berdasarkan waktu henti alat.

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata waktu alat berhenti} &= 8,36 \text{ menit (tabel 5.6)} \\
 \text{Rata-rata efektif alat bekerja} &= 60 \text{ menit} - \text{rata-rata waktu alat berhenti} \\
 &= 60 - 36 \\
 &= 51,64 \text{ menit} \\
 \text{Efisiensi kerja (E)} &= \frac{\text{Rata-rata efektif alat bekerja}}{60} \times 100\% \\
 &= \frac{51,64}{60} \times 100\% \\
 &= 86,06 \% \\
 &= 0,861
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan efisiensi kerja pada alat berat, berikut ini merupakan rekapitulasi efisiensi kerja pada alat berat yang diamati dapat dilihat pada tabel 5.6 sampai dengan tabel 5.9

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Efisiensi Kerja *Excavator* XCMG

Jenis Alat Berat	Waktu Pengamatan (Hari)	Rata-Rata Waktu Berhenti (Menit)	Waktu efektif (Menit)	Efisiensi Kerja (E)
Excavator XCMG	Hari ke-1	9.61	51.64	0.861
	Hari ke-2	6.14		
	Hari ke-3	6.76		
	Hari ke-4	9.33		
	Hari ke-5	8.07		
	Hari ke-6	6.74		
	Hari ke-7	8.37		

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Efisiensi Kerja *Excavator XCMG*

Jenis Alat Berat	Waktu Pengamatan (Hari)	Rata-Rata Waktu Berhenti (Menit)	Waktu efektif (Menit)	Efisiensi Kerja (E)
Excavator XCMG	Hari ke-8	7.88	51.64	0.861
	Hari ke-9	10.64		
	Hari ke-10	6.79		
	Hari ke-11	9.36		
	Hari ke-12	7.39		
	Hari ke-13	11.52		
	Hari ke-14	8.43		
Rata-Rata		8.36		

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Efisiensi Kerja *Dump Truck Mitsubishi*

Jenis Alat Berat	Waktu Pengamatan (Hari)	Rata-Rata Waktu Berhenti (Menit)	Waktu efektif (Menit)	Efisiensi Kerja (E)
Dump Truck Mitsubishi	Hari ke-1	13.51	46.65	0.778
	Hari ke-2	9.07		
	Hari ke-3	8.83		
	Hari ke-4	14.50		
	Hari ke-5	9.25		
	Hari ke-6	12.68		
	Hari ke-7	15.65		
	Hari ke-8	15.42		
	Hari ke-9	13.11		
	Hari ke-10	17.48		
	Hari ke-11	11.40		

Lanjutan Tabel 5.7 Rekapitulasi Efisiensi Kerja *Dump Truck* Mitsubishi

Jenis Alat Berat	Waktu Pengamatan (Hari)	Rata-Rata Waktu Berhenti (Menit)	Waktu efektif (Menit)	Efisiensi Kerja (E)
Dump Truck Mitsubishi	Hari ke-12	12.96	46.65	0.778
	Hari ke-13	17.49		
	Hari ke-14	15.54		
Rata-Rata		14.50		

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Efisiensi Kerja *Dump Truck* Toyota

Jenis Alat Berat	Waktu Pengamatan (Hari)	Rata-Rata Waktu Berhenti (Menit)	Waktu efektif (Menit)	Efisiensi Kerja (E)
Dump Truck Toyota	Hari ke-1	12.29	47.56	0.793
	Hari ke-2	9.05		
	Hari ke-3	8.78		
	Hari ke-4	13.63		
	Hari ke-5	6.57		
	Hari ke-6	12.25		
	Hari ke-7	13.24		
	Hari ke-8	12.48		
	Hari ke-9	13.53		
	Hari ke-10	10.32		
	Hari ke-11	14.65		
	Hari ke-12	11.00		
	Hari ke-13	21.62		
	Hari ke-14	14.71		
Rata-Rata		12.44		

Tabel 5. 9 Rekapitulasi Efisiensi Kerja Dump Truck Mitsubishi Fuso

Jenis Alat Berat	Waktu Pengamatan (Hari)	Rata-Rata Waktu Berhenti (Menit)	Waktu efektif (Menit)	Efisiensi Kerja (E)
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Hari ke-1	13.70	46.99	0.783
	Hari ke-2	16.58		
	Hari ke-3	9.95		
	Hari ke-4	12.79		
	Hari ke-5	11.34		
	Hari ke-6	12.60		
	Hari ke-7	17.14		
	Hari ke-8	15.01		
	Hari ke-9	13.48		
	Hari ke-10	10.72		
	Hari ke-11	12.33		
	Hari ke-12	8.77		
	Hari ke-13	13.32		
	Hari ke-14	14.41		
Rata-Rata		13.01		

Tabel 5. 10 Rekapitulasi Efisiensi Kerja Alat

Jenis Alat Berat	Rata-Rata Waktu Berhenti (Menit)	Waktu efektif (Menit)	Efisiensi Kerja (E)
Excavator XCMG	8.36	51.64	0.861
Dump Truck Mitshubishi	13.35	46.65	0.778
Dump Truck Toyota	12.44	47.56	0.793
Dump Truck Mitsubishi Fuso	13.01	46.99	0.783

5.2.6 Faktor *Bucket (Bucket Fill)*

Faktor *bucket* mengacu pada *fill factor*, yaitu rasio antara volume material yang mampu dimuat oleh *excavator* dengan kapasitas *bucket excavator*. Besarnya

nilai faktor *bucket* dipengaruhi oleh jenis material yang dimuat, kondisi alat, medan kerja serta kemampuan *excavator*. Pengukuran *bucket fill* ini mengacu pada standar SAE J296 / ISO7451 dengan pengukuran kapasitas *struck* dan *heap*. Berikut ini merupakan gambar *bucket* yang terisi oleh material dapat dilihat pada gambar 5.11 dan gambar 5.12



Gambar 5. 11 Bucket Excavator Memuat Material 85%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Gambar 5. 12 Bucket Excavator Memuat Material 75%
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Berdasarkan hasil pengamatan yang sudah dilakukan selama 14 hari didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Pengamatan Hari Pertama

$$\text{a. Pagi} = \frac{75\%+85\%+85\%}{3}$$

$$= 81,67\%$$

$$\text{b. Siang} = \frac{75\%+75\%+85\%}{3}$$

$$= 78,33\%$$

$$\text{c. Sore} = \frac{85\%+85\%+75\%}{3}$$

$$= 81,67\%$$

$$\text{Rata-rata bagian terisi} = \frac{81,67\%+78,33\%+81,67\%}{3}$$

$$= 80,556\%$$

Hasil rekapitulasi perhitungan faktor *bucket excavator* dapat dilihat pada tabel 5. 11 berikut ini.

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Pengamatan Faktor *Bucket Excavator*

Hari	Waktu Pengamatan	Bagian Terisi (%)	Rata-Rata Bagian Terisi (%)	Faktor Bucket
Hari ke-1	Pagi	75	80.556	0.806
		85		
		85		
	Siang	75		
		75		
		85		
	Sore	85		
		85		
		75		
Hari ke-2	Pagi	100		
		100		

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulasi Pengamatan Faktor *Bucket Excavator*

Hari	Waktu Pengamatan	Bagian Terisi (%)	Rata-Rata Bagian Terisi (%)	Faktor Bucket
Hari ke-2	Pagi	75	85.556	0.856
		85		
	Siang	75		
		75		
	Sore	85		
		100		
Hari ke-3	Pagi	85	87.222	0.872
		85		
		100		
	Siang	85		
		100		
		85		
	Sore	85		
		75		
		85		
Hari ke-4	Pagi	100	85.000	0.850
		85		
		85		
	Siang	75		
		75		
		85		
	Sore	85		
		75		
		100		
Hari ke-5	Pagi	100	89.444	0.894
		85		
		85		
	Siang	100		
		100		
	Sore	75		
		75		
		100		
Hari ke-6	Pagi	100		
		85		
		85		

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulasi Pengamatan Faktor *Bucket Excavator*

Hari	Waktu Pengamatan	Bagian Terisi (%)	Rata-Rata Bagian Terisi (%)	Faktor Bucket
Hari ke-6	Siang	85	90.556	0.906
		75		
		100		
	Sore	100		
		100		
		85		
Hari ke-7	Pagi	85	84.375	0.844
		85		
		75		
	Siang	100		
		85		
		75		
	Sore	85		
		85		
		100		
Hari ke-8	Pagi	100	86.667	0.867
		75		
		75		
	Siang	100		
		100		
		85		
	Sore	85		
		75		
		85		
Hari ke-9	Pagi	100	88.889	0.889
		100		
		100		
	Siang	85		
		75		
		85		
	Sore	85		
		85		
		85		
Hari ke-10	Pagi	75		
		75		
		85		

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulasi Pengamatan Faktor *Bucket Excavator*

Hari	Waktu Pengamatan	Bagian Terisi (%)	Rata-Rata Bagian Terisi (%)	Faktor Bucket
Hari ke-10	Siang	100	81.111	0.811
		85		
		75		
	Sore	85		
		75		
		75		
Hari ke-11	Pagi	85	82.222	0.822
		100		
		85		
	Siang	85		
		75		
		75		
	Sore	75		
		85		
		75		
Hari ke-12	Pagi	85	82.333	0.823
		85		
		75		
	Siang	100		
		75		
		75		
	Sore	75		
		85		
		86		
Hari ke-13	Pagi	75	82.222	0.822
		75		
		75		
	Siang	75		
		85		
		85		
	Sore	100		
		85		
		85		
Hari ke-14	Pagi	85	85.000	0.850
		75		
		85		

Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulasi Pengamatan Faktor *Bucket Excavator*

Hari	Waktu Pengamatan	Bagian Terisi (%)	Rata-Rata Bagian Terisi (%)	Faktor Bucket
Pagi	Siang	75	85.000	0.850
		85		
		100		
	Sore	100		
		75		
		85		

5.3 Analisis Produktivitas Alat Berat

5.3.1 Analisis Produktivitas Alat Berat Sesuai Dengan Literatur

Analisis perhitungan produktivitas alat berat berdasarkan data teoritis yang bersumber dari literatur bertujuan untuk memperoleh gambaran umum mengenai kapasitas kerja alat berat dalam kondisi kerja ideal. Hasil analisis ini akan menjadi dasar pembandingan terhadap produktivitas aktual di lapangan.

1. Produktivitas Standar *Excavator*

a. Analisa Data Alat Berat *Excavator*

Tipe alat = XCMG XE370 CA

Kapasitas *bucket* (q1) = 1,6 m³

Kondisi alat = Baik

Jenis Material = Batuan pecah

Kondisi operator = Baik

Jam kerja (Tk) = 8 jam

Jarak quarry-timbunan (L) = 8 Km

b. Perhitungan Kapasitas Produksi *Excavator*

Faktor bucket (Fb) = 0,95 , Berdasarkan Tabel 3.2 mengenai faktor *bucket* (*bucket fill factor*) yang disesuaikan dengan kondisi lapangan dan kondisi material adalah batu belah maka didapatkan rata-rata faktor *bucket* sebesar 0,95

$$\begin{aligned}
\text{Efisiensi kerja (Fa)} &= 0,83 \text{ (Tabel 3.5)} \\
\text{Faktor konversi galian (Fv)} &= 1 \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= 31,80 \text{ detik (Tabel 3.3)} \\
&= 0,53 \text{ menit} \\
\text{Produksi/siklus} &= q1 \times Fb \\
&= 1,6 \times 0,95 \\
&= 1,52 \text{ m}^3 \\
\text{Kap. produksi/jam (Q1)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \\
&= \frac{1,6 \times 0,95 \times 0,83 \times 60}{0,53 \times 1} \\
&= 142,823 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\
&= \frac{1}{142,823} \\
&= 0,0070 \\
\text{Produksi perhari (Qh)} &= Tk \times Q1 \\
&= 8 \times 142,823 \\
&= 1142,581 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan kapasitas produksi *excavator* standar dengan menggunakan nilai faktor-faktor yang disesuaikan dengan literatur adalah 142,823 m³/jam dengan jam kerja efektif selama 8 jam sehingga didapatkan produktivitas *excavator* dalam 1 hari kerja adalah 1142,581 m³/hari.

2. Produktivitas Standar *Dump Truck*

a. Analisa Data Alat Berat *Dump Truck*

$$\begin{aligned}
\text{Tipe alat} &= \text{Mitsubishi, Toyota, Mistubishi Fuso} \\
\text{Kapasitas bak (V)} &= 7 \text{ m}^3 \\
\text{Kondisi alat} &= \text{Baik} \\
\text{Jenis Material} &= \text{Batuan pecah} \\
\text{Kondisi operator} &= \text{Baik}
\end{aligned}$$

Jam kerja (Tk)	= 8 jam
Jarak quarry-timbunan (L)	= 8 Km
Produktivitas Excavator	= 142,823 m ³ /jam
Berat isi material lepas	= 0,937 ton/m ³ , berdasarkan tabel 3.9 dan disesuaikan dengan jenis material yang berada di lapangan yaitu batu belah (kali/gunung) didapatkan berat isi lepas material rata-rata sebesar 0,937 ton

b. Perhitungan Kapasitas Produksi *Dump Truck*

Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83 (Tabel 3.7)

Kecepatan bermuatan (Vf) = 20 km/jam (Tabel 3.8)

Kecepatan kosong (Vr) = 40 km/jam (Tabel 3.8)

$$\begin{aligned} \text{Waktu muat (T1)} &= \frac{V \times 60}{D \times Q_{\text{exc}}} \\ &= \frac{7 \times 60}{0,937 \times 142,823} \\ &= 3,14 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L \times 60}{V_f} \\ &= \frac{8 \times 60}{20} \\ &= 24,00 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L \times 60}{V_r} \\ &= \frac{8 \times 60}{40} \\ &= 12 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu lain-lain (T4)} &= T1 + T2 \\ &= 3,14 + 24,00 \\ &= 27,14 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 3,14 + 24,00 + 12,00 + 27,14 \\
&= 66,28 \text{ menit} \\
\text{Kap. Produksi / jam (Q1)} &= \frac{V \times \text{FaDT} \times 60}{\text{Bil} \times \text{Ts}} \\
&= \frac{7 \times 0,83 \times 60}{0,937 \times 66,28} \\
&= 5,613 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\
&= \frac{1}{5,613} \\
&= 0,178 \text{ jam} \\
\text{Produksi perhari (Qh)} &= \text{Tk} \times Q1 \\
&= 8 \times 5,613 \\
&= 44,907 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Hasil perhitungan kapasitas produksi *dump truck* standar dengan menggunakan nilai faktor-faktor yang disesuaikan dengan literatur adalah 5,613 m³/jam dengan jam kerja efektif selama 8 jam dan kapasitas dump truck sebesar 7 m³, sehingga didapatkan produktivitas *dump truck* dalam 1 hari kerja adalah 44,907 m³/hari.

5.3.2 Analisis Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan

Analisis produktivitas alat berat sesuai data lapangan dilakukan dengan menggunakan hasil observasi langsung di lapangan untuk mengetahui produktivitas aktual alat berat dalam kondisi kerja nyata. Faktor-faktor seperti waktu siklus, kondisi medan, jenis material, serta efisiensi operator menjadi variabel penting yang mempengaruhi kinerja alat. Hasil analisis ini akan digunakan untuk membandingkan dengan produktivitas teoritis yang telah dihitung sebelumnya, guna mengevaluasi efisiensi kerja alat berat dalam pelaksanaan proyek.

1. Produktivitas Excavator XCMG XE370 CA

Berdasarkan pengamatan lapangan *excavator* di *quarry* digunakan untuk loading material yang sudah di gali dan dihancurkan oleh *rock breaker* ke dump truck. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui waktu siklus alat, bucket terisi serta waktu berhenti alat. Hasil pengamatan waktu siklus selama 14 hari dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini merupakan hasil pengamatan waktu siklus yang didapatkan pada hari pertama.

Tabel 5. 12 Waktu Siklus Excavator XCMG Hari Pertama

Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	9.54	9.74	3.98	8.13
	2	8.21	8.13	3.21	8.18
	3	9.22	8.43	4.08	6.62
Siang	1	8.65	9.05	3.85	7.98
	2	9.1	8.8	3.92	7.75
	3	9.32	8.9	4	8.35
Sore	1	8.5	8.65	4.1	7.4
	2	8.78	8.9	4.05	6.43
	3	8.95	8.7	3.88	7.68
Rata-Rata		8.92	8.81	3.90	7.61
Waktu Siklus Rata-Rata		29.24			

Berikut ini merupakan rekapitulasi waktu siklus *excavator* XCMG selama 14 hari pengamatan dapat dilihat pada tabel 5.13.

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Waktu Siklus Excavator XCMG XE370 CA

Hari Ke-	Waktu Siklus (detik)
Hari ke-1	29.24
Hari ke-2	28.04
Hari ke-3	28.01
Hari ke-4	29.94
Hari ke-5	30.23
Hari ke-6	29.54
Hari ke-7	30.17
Hari ke-8	29.78
Hari ke-9	29.67
Hari ke-10	29.77
Hari ke-11	30.09
Hari ke-12	30.38
Hari ke-13	31.23
Hari ke-14	29.32

Setelah didapatkan waktu siklus dilakukan perhitungan analisis produktivitas *excavator* pada hari pertama sebagai berikut.

a. Analisa Data Alat Berat *Excavator*

Tipe alat	= XCMG XE370 CA
Kapasitas <i>bucket</i> (q1)	= 1,6 m ³
Kondisi alat	= Baik
Jenis Material	= Batuan pecah
Kondisi operator	= Baik
Jam kerja (Tk)	= 8 jam

b. Perhitungan Kapasitas Produksi *Excavator*

Faktor bucket (Fb)	= 0,806 (Tabel 5.11)
Efisiensi kerja (Fa)	= 0,861 (Tabel 5.6)
Faktor konversi galian (Fv)	= 1
Rata-rata waktu gali	= 8,92 detik (Tabel 5.12)

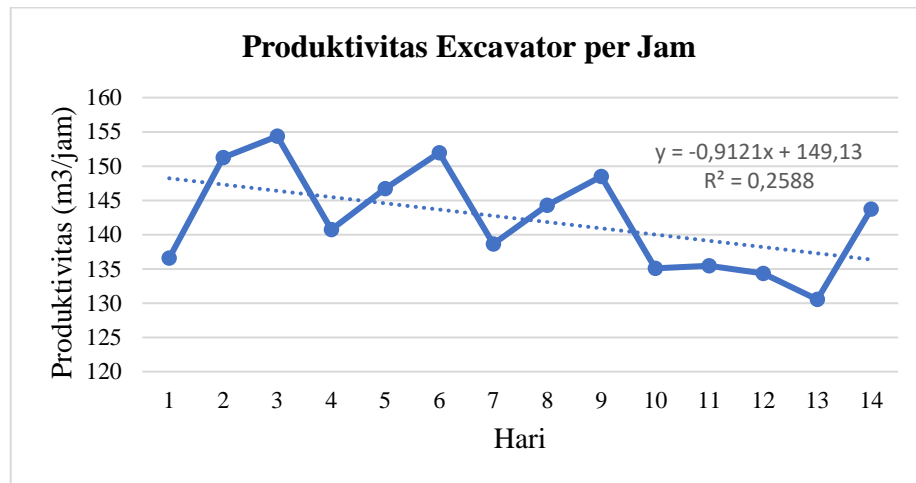
$$\begin{aligned}
\text{Rata-rata waktu putar isi} &= 8,81 \text{ detik (Tabel 5.12)} \\
\text{Rata-rata waktu buang} &= 3,90 \text{ detik (Tabel 5.12)} \\
\text{Rata-rata waktu putar} &= 7,61 \text{ detik (Tabel 5.12)} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= 8,92 + 8,81 + 3,90 + 7,61 \\
&= 29,24 \text{ detik} \\
&= 0,49 \text{ menit} \\
\text{Produksi/siklus} &= q1 \times Fb \\
&= 1,6 \times 0,806 \\
&= 1,289 \text{ m}^3 \\
\text{Kap. produksi/jam (Q1)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \\
&= \frac{1,6 \times 0,806 \times 0,861 \times 60}{0,49 \times 1} \\
&= 136,578 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\
&= \frac{1}{136,578} \\
&= 0,0073 \\
\text{Produksi perhari (Qh)} &= Tk \times Q1 \\
&= 8 \times 136,578 \\
&= 1092,626 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Perhitungan produktivitas *excavator* pada hari pertama didapatkan nilai produktivitas sebesar $136,578 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan $1092,626 \text{ m}^3/\text{hari}$. Perhitungan produktivitas pada hari setelahnya dilakukan menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan produktivitas pada hari ke-1. Hasil rekapitulasi perhitungan produktivitas *excavator* dapat dilihat pada tabel 5.14 sebagai berikut.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Produktivitas Excavator XCMG

Hari ke-	Faktor Bucket (Fb)	Waktu Siklus (detik)	Produksi Persiklus (q)	Produktivitas per Jam (Q) m ³ /jam	Koefisien Alat	Produktivitas per Hari (Qh) m ³ /hari
1	0.806	29.24	1.289	136.578	0.0073	1092.626
2	0.856	28.04	1.369	151.245	0.0066	1209.963
3	0.872	28.01	1.396	154.357	0.0065	1234.855
4	0.850	29.94	1.360	140.749	0.0071	1125.996
5	0.894	30.23	1.431	146.693	0.0068	1173.547
6	0.906	29.54	1.449	151.951	0.0066	1215.606
7	0.844	30.17	1.350	138.634	0.0072	1109.073
8	0.867	29.78	1.387	144.275	0.0069	1154.199
9	0.889	29.67	1.422	148.506	0.0067	1188.050
10	0.811	29.77	1.298	135.072	0.0074	1080.575
11	0.822	30.09	1.316	135.466	0.0074	1083.728
12	0.823	30.38	1.317	134.354	0.0074	1074.834
13	0.822	31.23	1.316	130.535	0.0077	1044.280
14	0.850	29.32	1.360	143.704	0.0070	1149.633
Rata-Rata				142.294	0.0070	1138.355

Berdasarkan rekapitulasi perhitungan produktivitas *excavator* XCMG selama 14 hari mendapatkan nilai rata-rata produktivitas per jam sebesar 142,294 m³/jam, dan produktivitas per hari sebesar 1138,355 m³/hari dengan kapasitas bucket 1,6 m³. Berikut ini merupakan grafik produktivitas *excavator* selama 14 hari dapat dilihat pada gambar 5.13.



Gambar 5.13 Grafik Produktivitas Excavator
(Sumber : Analisis Penulis)

2. Produktivitas Dump Truck Mitsubishi

Pada penelitian ini *dump truck* Mitsubishi berkapasitas 7 m³ digunakan untuk memindahkan material lepas timbunan dari quarry ke lokasi timbunan. Pengamatan *dump truck* dilakukan untuk mengetahui waktu siklus *dump truck* yang dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini merupakan hasil pengamatan waktu siklus *dump truck* dapat dilihat pada tabel 5.15.

Tabel 5.15 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari Pertama

Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8	1.57	27.28	0.29	21.00	2.73
2		1.74	26.60	0.31	21.43	3.43
3		2.10	26.53	0.35	20.10	10.03
4		1.58	28.08	0.34	19.75	31.25
5		2.13	26.55	0.28	19.90	20.12
Rata-Rata		1.82	27.01	0.31	20.44	13.51
WAKTU SIKLUS		63.10				

Pengamatan waktu siklus *dump truck* dilakukan selama 14 hari, rekapitulasi waktu siklus *dump truck* Mitsubishi dapat dilihat pada tabel 5.16 sebagai berikut.

Tabel 5. 16 Rekapitulasi Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi

Hari	Waktu Siklus
Hari ke-1	63.098
Hari ke-2	62.170
Hari ke-3	58.83
Hari ke-4	65.085
Hari ke-5	76.609
Hari ke-6	63.014
Hari ke-7	65.639
Hari ke-8	65.079
Hari ke-9	65.378
Hari ke-10	66.955
Hari ke-11	62.523
Hari ke-12	62.300
Hari ke-13	68.287
Hari ke-14	66.765

Setelah didapatkan waktu siklus dilakukan perhitungan analisis produktivitas *dump truck* Mitsubishi pada hari pertama sebagai berikut.

a. Analisa Data Alat Berat *Dump Truck*

Tipe alat	= <i>Rear dump truck</i> Mitsubishi
Kapasitas bak (V)	= 7 m ³
Kondisi alat	= Baik
Jenis Material	= Batuan pecah
Kondisi operator	= Baik
Jam kerja (Tk)	= 8 jam
Jarak quarry-timbunan (L)	= 8 Km

b. Perhitungan Kapasitas Produksi *Dump Truck*

Efisiensi kerja (Fa)	= 0,778 (Tabel 5.7)
Berat isi lepas material (Bil)	= 0,973 ton/m ³ (Tabel 3.9)

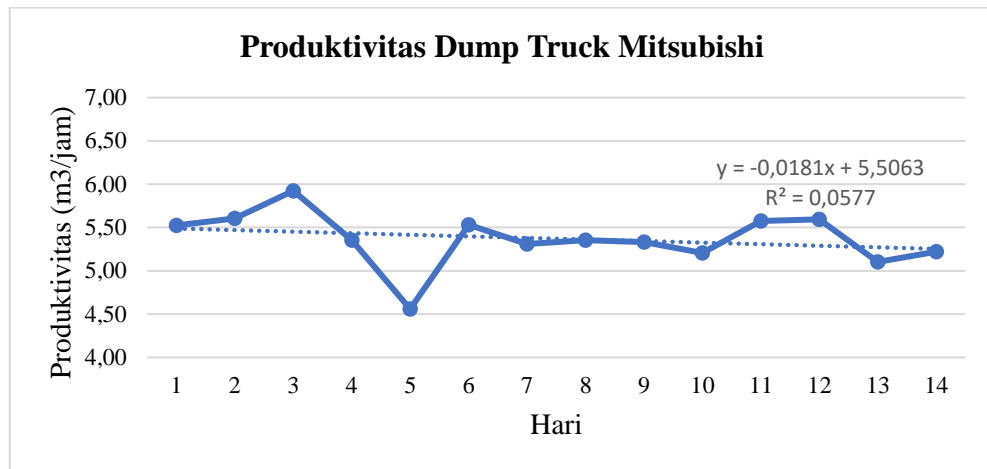
$$\begin{aligned}
\text{Rata-rata waktu muat} &= 1,82 \text{ menit (Tabel 5.15)} \\
\text{Rata-rata waktu angkut} &= 27,01 \text{ menit (Tabel 5.15)} \\
\text{Rata-rata waktu bongkar} &= 0,31 \text{ menit (Tabel 5.15)} \\
\text{Rata-rata waktu kembali} &= 20,44 \text{ menit (Tabel 5.15)} \\
\text{Rata-rata waktu tunggu} &= 13,51 \text{ menit (Tabel 5.15)} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= 1,82 + 27,01 + 0,31 + 20,44 + 13,51 \\
&= 63,098 \text{ menit} \\
\text{Kap. produksi/jam (Q1)} &= \frac{V \times FaDT \times 60}{Bil \times Ts} \\
&= \frac{7 \times 0,778 \times 60}{0,937 \times 63,098} \\
&= 5,523 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\
&= \frac{1}{5,523} \\
&= 0,181 \\
\text{Produksi perhari (Qh)} &= Tk \times Q1 \\
&= 8 \times 5,523 \\
&= 44,187 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

Perhitungan produktivitas *dump truck* Mitsubishi pada hari pertama didapatkan nilai produktivitas sebesar 5,523 m³/jam dan 44,187 m³/hari. Perhitungan produktivitas pada hari setelahnya dilakukan menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan produktivitas pada hari ke-1. Hasil rekapitulasi perhitungan produktivitas *dump truck* Mitsubishi selama 14 hari dapat dilihat pada tabel 5.17 sebagai berikut.

Tabel 5. 17 Rekapitulasi Produktivitas *Dump Truck* Mitsubishi

Hari	Fa	Waktu Siklus (menit)	Q1 (m ³ /jam)	Koef	Qh (m ³ /hari)
Hari ke-1	0.778	63.098	5.523	0.181	44.187
Hari ke-2		62.170	5.606	0.178	44.846
Hari ke-3		58.832	5.924	0.169	47.391
Hari ke-4		65.085	5.355	0.187	42.838
Hari ke-5		76.440	4.559	0.219	36.475
Hari ke-6		63.014	5.531	0.181	44.246
Hari ke-7		65.639	5.310	0.188	42.477
Hari ke-8		65.079	5.355	0.187	42.842
Hari ke-9		65.378	5.331	0.188	42.646
Hari ke-10		66.955	5.205	0.192	41.642
Hari ke-11		62.523	5.574	0.179	44.593
Hari ke-12		62.300	5.594	0.179	44.753
Hari ke-13		68.287	5.104	0.196	40.829
Hari ke-14		66.765	5.220	0.192	41.760
Rata-Rata			5.371	0.187	42.966

Berdasarkan rekapitulasi perhitungan produktivitas *dump truck* Mitsubishi selama 14 hari mendapatkan nilai rata-rata produktivitas per jam sebesar 5.370 m³/jam, dan produktivitas per hari sebesar 42.960 m³/hari. Berikut ini merupakan grafik produktivitas *dump truck* Mitsubishi selama 14 hari dapat dilihat pada gambar 5.14.



Gambar 5. 14 Grafik Produktivitas Dump Truck Mitsubishi

(Sumber : Analisis Penulis)

3. Produktivitas Dump Truck Toyota

Dump truck Toyota memiliki kapasitas bak 7 m³ digunakan untuk memindahkan material lepas timbunan dari quarry ke lokasi timbunan. Pengamatan *dump truck* dilakukan untuk mengetahui waktu siklus *dump truck* yang dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini merupakan hasil pengamatan waktu siklus *dump truck* dapat dilihat pada tabel 5.18.

Tabel 5. 18 Waktu Siklus Dump Truck Toyota Hari Pertama

Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Waktu Tunggu (Menit)
1	8	1.67	27.08	0.43	21.67	3.12
2		1.59	26.55	0.41	19.92	1.55
3		2.08	25.50	0.31	21.40	2.07
4		1.63	28.42	0.32	21.25	35.00
5		2.12	25.42	0.31	21.57	19.72
Rata-Rata		1.82	26.59	0.36	21.16	12.29
WAKTU SIKLUS		62.22				

Pengamatan waktu siklus *dump truck* dilakukan selama 14 hari, rekapitulasi waktu siklus *dump truck* Toyota dapat dilihat pada tabel 5.19 sebagai berikut.

Tabel 5. 19 Rekapitulasi Waktu Siklus Dump Truck Toyota

Hari	Waktu Siklus
Hari ke-1	62.218
Hari ke-2	58.909
Hari ke-3	56.892
Hari ke-4	65.774
Hari ke-5	56.041
Hari ke-6	61.895
Hari ke-7	64.259
Hari ke-8	64.862
Hari ke-9	65.685
Hari ke-10	60.946
Hari ke-11	65.474
Hari ke-12	63.267
Hari ke-13	73.171
Hari ke-14	65.746

Setelah didapatkan waktu siklus dilakukan perhitungan analisis produktivitas *dump truck* Toyota pada hari pertama sebagai berikut.

a. Analisa Data Alat Berat *Dump Truck*

Tipe alat	= <i>Rear dump truck</i> Toyota
Kapasitas bak (V)	= 7 m ³
Kondisi alat	= Baik
Jenis Material	= Batuan pecah
Kondisi operator	= Baik
Jam kerja (Tk)	= 8 jam

Jarak quarry-timbunan (L) = 8 Km

b. Perhitungan Kapasitas Produksi *Dump Truck*

Efisiensi kerja (Fa) = 0,793 (Tabel 5.8)

Berat isi lepas material (Bil) = 0,937 ton/m³ (Tabel 3.9)

Rata-rata waktu muat = 1,82 menit (Tabel 5.18)

Rata-rata waktu angkut = 26,59 menit (Tabel 5.18)

Rata-rata waktu bongkar = 0,36 menit (Tabel 5.18)

Rata-rata waktu kembali = 21,16 menit (Tabel 5.18)

Rata-rata waktu tunggu = 12,29 menit (Tabel 5.18)

Waktu siklus (Ts) = 1,82 + 26,59 + 0,36 + 21,16 + 12,29
= 62,22 menit

Kap. produksi/jam (Q1) = $\frac{V \times FaDT \times 60}{Bil \times Ts}$
= $\frac{7 \times 0,793 \times 60}{0,937 \times 62,22}$
= 5,711 m³/jam

Koefisien alat = $\frac{1}{Q1}$
= $\frac{1}{5,711}$
= 0,175

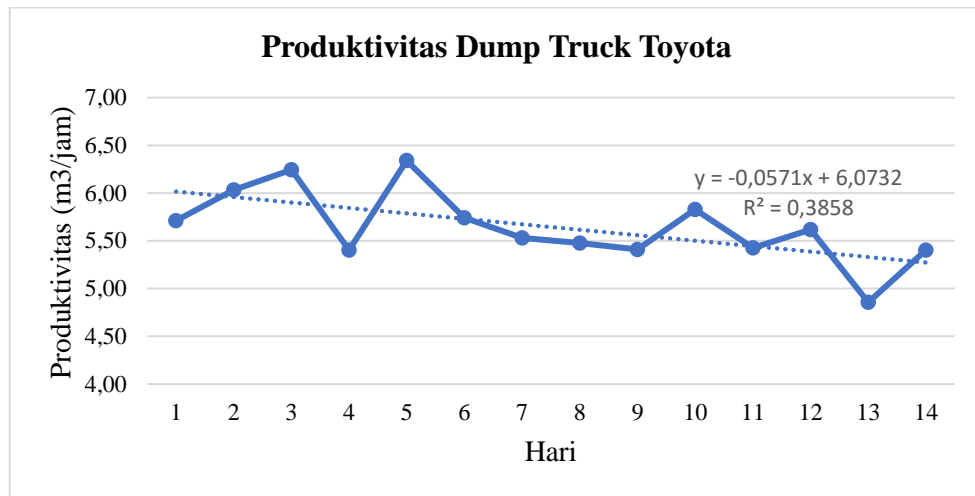
Produksi perhari (Qh) = Tk × Q1
= 8 × 5,711
= 45,689 m³/hari

Perhitungan produktivitas *dump truck* Toyota pada hari pertama didapatkan nilai produktivitas sebesar 5,351 m³/jam dan 42,810 m³/hari. Perhitungan produktivitas pada hari setelahnya dilakukan menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan produktivitas pada hari ke-1. Hasil rekapitulasi perhitungan produktivitas *dump truck* Toyota dapat dilihat pada tabel 5.20 sebagai berikut.

Tabel 5. 20 Rekapitulasi Produktivitas Dump Truck Toyota

Hari	Fa	Waktu Siklus (menit)	Q1 (m ³ /jam)	Koef	Qh (m ³ /hari)
Hari ke-1	0.793	62.218	5.711	0.175	45.689
Hari ke-2		58.909	6.032	0.166	48.255
Hari ke-3		56.892	6.246	0.160	49.965
Hari ke-4		65.774	5.402	0.185	43.218
Hari ke-5		56.041	6.341	0.158	50.725
Hari ke-6		61.895	5.741	0.174	45.927
Hari ke-7		64.259	5.530	0.181	44.237
Hari ke-8		64.862	5.478	0.183	43.826
Hari ke-9		65.685	5.410	0.185	43.277
Hari ke-10		60.946	5.830	0.172	46.642
Hari ke-11		65.474	5.427	0.184	43.417
Hari ke-12		63.267	5.616	0.178	44.931
Hari ke-13		73.171	4.856	0.206	38.850
Hari ke-14		65.746	5.405	0.185	43.237
Rata-Rata			5.645	0.178	45.157

Berdasarkan rekapitulasi perhitungan produktivitas *dump truck* Toyota selama 14 hari mendapatkan nilai rata-rata produktivitas per jam sebesar 5,645 m³/jam, dan produktivitas per hari sebesar 45,157 m³/hari. Berikut ini merupakan grafik produktivitas *dump truck* Toyota dapat dilihat pada gambar 5.15



Gambar 5. 15 Grafik Produktivitas Dump Truck Toyota

(Sumber : Analisis Penulis)

4. Produktivitas Dump Truck Mitsubishi Fuso

Dump truck Mitsubishi Fuso memiliki kapasitas bak 7 m³ digunakan untuk memindahkan material lepas timbunan dari quarry ke lokasi timbunan. Pengamatan *dump truck* dilakukan untuk mengetahui waktu siklus *dump truck* yang dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini merupakan hasil pengamatan waktu siklus *dump truck* dapat dilihat pada tabel 5.21.

Tabel 5. 21 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Fuso Hari Pertama

Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Waktu Tunggu (Menit)
1	8	1.57	27.00	0.34	21.50	3.33
2		1.86	28.38	0.41	19.40	4.33
3		1.75	25.50	0.39	20.88	1.25
4		1.65	27.83	0.33	22.08	38.33
5		1.64	24.88	0.29	20.77	21.25
Rata-Rata		1.69	26.72	0.35	20.93	13.70
WAKTU SIKLUS		63.39				

Pengamatan waktu siklus *dump truck* dilakukan selama 14 hari, rekapitulasi waktu siklus *dump truck* Mitsubishi Fuso dapat dilihat pada tabel 5.22 sebagai berikut.

Tabel 5. 22 Rekapitulasi Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Fuso

Hari	Waktu Siklus (Menit)
Hari ke-1	63.393
Hari ke-2	66.749
Hari ke-3	55.153
Hari ke-4	61.184
Hari ke-5	62.487
Hari ke-6	63.636
Hari ke-7	66.699
Hari ke-8	64.887
Hari ke-9	63.793
Hari ke-10	61.442
Hari ke-11	63.100
Hari ke-12	59.737
Hari ke-13	65.782
Hari ke-14	64.373

Setelah didapatkan waktu siklus dilakukan perhitungan analisis produktivitas *dump truck* Mitsubishi Fuso pada hari pertama sebagai berikut.

a. Analisa Data Alat Berat *Dump Truck*

Tipe alat = *Rear dump truck* Mitsubishi Fuso

Kapasitas bak (V) = 7 m³

Kondisi alat = Baik

Jenis Material = Batuan pecah

Kondisi operator = Baik

Jam kerja (Tk) = 8 jam

$$\text{Jarak quarry-timbunan (L)} = 8 \text{ Km}$$

b. Perhitungan Kapasitas Produksi *Dump Truck*

$$\text{Efisiensi kerja (Fa)} = 0,783 \text{ (Tabel 5.9)}$$

$$\text{Berat isi lepas material (Bil)} = 0,937 \text{ ton/m}^3 \text{ (Tabel 3.9)}$$

$$\text{Rata-rata waktu muat} = 1,69 \text{ menit (Tabel 5.21)}$$

$$\text{Rata-rata waktu angkut} = 26,72 \text{ menit (Tabel 5.21)}$$

$$\text{Rata-rata waktu bongkar} = 0,35 \text{ menit (Tabel 5.21)}$$

$$\text{Rata-rata waktu kembali} = 20,93 \text{ menit (Tabel 5.21)}$$

$$\text{Rata-rata waktu tunggu} = 13,70 \text{ menit (Tabel 5.21)}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Ts)} &= 1,69 + 26,72 + 0,35 + 20,93 + 13,70 \\ &= 63,393 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kap. produksi/jam (Q1)} &= \frac{V \times FaDT \times 60}{Bil \times Ts} \\ &= \frac{7 \times 0,783 \times 60}{0,937 \times 63,393} \\ &= 5,538 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{5,538} \\ &= 0,181 \end{aligned}$$

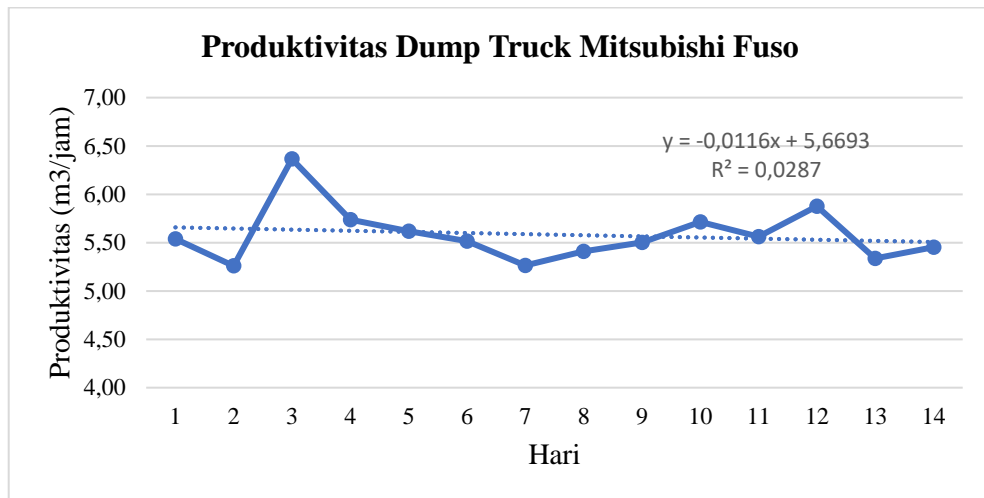
$$\begin{aligned} \text{Produksi perhari (Qh)} &= Tk \times Q1 \\ &= 8 \times 5,538 \\ &= 44,301 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Perhitungan produktivitas *dump truck* Mitsubishi Fuso pada hari pertama didapatkan nilai produktivitas sebesar 5,538 m³/jam dan 44,301 m³/hari. Perhitungan produktivitas pada hari setelahnya dilakukan menggunakan langkah-langkah yang sama pada perhitungan produktivitas pada hari ke-1. Hasil rekapitulasi perhitungan produktivitas *dump truck* Mitsubishi Fuso dapat dilihat pada tabel 5.23 sebagai berikut.

Tabel 5. 23 Rekapitulasi Produktivitas *Dump Truck* Mitsubishi Fuso

Hari	Fa	Waktu Siklus (menit)	Q1 (m ³ /jam)	Koef	Qh (m ³ /hari)
Hari ke-1	0.783	63.393	5.538	0.181	44.301
Hari ke-2		66.749	5.259	0.190	42.074
Hari ke-3		55.153	6.365	0.157	50.920
Hari ke-4		61.184	5.738	0.174	45.900
Hari ke-5		62.487	5.618	0.178	44.943
Hari ke-6		63.636	5.516	0.181	44.132
Hari ke-7		66.699	5.263	0.190	42.105
Hari ke-8		64.887	5.410	0.185	43.281
Hari ke-9		63.793	5.503	0.182	44.023
Hari ke-10		61.442	5.713	0.175	45.708
Hari ke-11		63.100	5.563	0.180	44.506
Hari ke-12		59.737	5.877	0.170	47.012
Hari ke-13		65.782	5.336	0.187	42.692
Hari ke-14		64.373	5.453	0.183	43.626
Rata-Rata			5.582	0.180	44.659

Berdasarkan rekapitulasi perhitungan produktivitas *dump truck* Mitsubishi Fuso selama 14 hari mendapatkan nilai rata-rata produktivitas per jam sebesar 5,582 m³/jam, dan produktivitas per hari sebesar 44,659 m³/hari. Berikut ini grafik produktivitas *dump truck* Mitsubishi Fuso dapat dilihat pada gambar 5.16



Gambar 5. 16 Grafik Produktivitas Dump Truck Mitsubishi Fuso

Berikut ini merupakan rekapitulasi produktivitas keempat alat berat yang dianalisis dapat dilihat pada tabel 5.24.

Tabel 5. 24 Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat

Alat Berat	Jenis	Rata-Rata Produktivitas (m³/jam)
Excavator	XCMG XE370 CA	142,294
Dump Truck	Mitsubishi	5,371
	Toyota	5,645
	Mitsubishi Fuso	5,582

Pada analisis produktivitas alat berat menurut data lapangan didapatkan produktivitas *excavator* sebesar 142,294 m³/jam dan produktivitas *dump truck* sebesar 5,371 m³/jam, 5,645 m³/jam, dan 5,582 m³/jam, sehingga didapatkan rata-rata produktivitas *dump truck* sebesar 5.533 m³/jam.

5.3.3 Perbandingan Produktivitas Standar dan Produktivitas Aktual Lapangan

Setelah dilakukan analisis perhitungan produktivitas alat berat menurut standar dan menurut data aktual dilapangan didapatkan hasil perhitungan kapasitas produksi *excavator* sebesar 142,823 m³/jam dan *dump truck* standar dengan menggunakan nilai faktor-faktor yang disesuaikan dengan literatur adalah 5,613

m³/jam. Sedangkan produktivitas lapangan didapatkan hasil produktivitas *excavator* sebesar 142,294 m³/jam dan produktivitas *dump truck* sebesar 5,371 m³/jam, 5,645 m³/jam, dan 5,582 m³/jam, sehingga didapatkan rata-rata produktivitas *dump truck* sebesar 5.533 m³/jam. Berikut ini merupakan perbandingan produktivitas standar dan aktual lapangan dapat dilihat pada tabel 5.25.

Tabel 5. 25 Perbandingan Produktivitas Standar dan Aktual di Lapangan

No.	Alat Berat	Produktivitas (m ³ /jam)		Selisih
		Standar	Aktual	
1	<i>Excavator</i>	142,823	142,294	0,370 %
2	<i>Dump Truck</i>	5,613	5,553	1,440 %

Dari hasil analisis tersebut didapatkan hasil produktivitas standar lebih besar dibandingkan produktivitas lapangan. Walaupun perbedaan antara produktivitas standar dan produktivitas aktual tidak terlalu signifikan, hal ini tetap menunjukkan adanya penurunan efisiensi di lapangan yang dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti waktu tunggu alat, kondisi medan kerja, cuaca serta koordinasi antar alat yang belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi berkala untuk meningkatkan kinerja alat berat di lapangan.

5.4 Analisis Perhitungan Alternatif Kombinasi Alat Berat

5.4.1 Biaya Sewa Alat Berat

Pelaksanaan pekerjaan galian pada Proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo menggunakan alat berat dengan sistem sewa. Pelaksanaan galian di lapangan menggunakan 1 unit *excavator* dan 37 unit *dump truck*. Adapun penyedia alat berat tersebut adalah PT Selo Putra Sakti. Berikut ini merupakan harga sewa alat berat yang digunakan pada pekerjaan timbunan.

1. *Excavator* XCMG XE370 CA

Harga sewa = Rp 230.000,00 /jam

Upah Operator = Rp 250.000,00 /jam

Total harga sewa = Rp 480.000,00 /jam

Harga sewa/hari = Rp 3.840,000,00

2. *Dump Truck*

Harga sewa = Rp 550.000,00 /hari

Upah operator = Rp 200.000,00 /hari

Harga sewa 1 unit = Rp 750.000,00 /hari

5.4.2 Analisis Kondisi *Existing*

Pada pekerjaan timbunan yang dilakukan di STA 39+700 sampai dengan STA 41+300 terdapat 37 unit *dump truck* dengan kapasitas bak 7 m³ yang digunakan untuk mengambil material dari *quarry* ke lokasi timbunan. Pada lokasi pengangkutan material digunakan 1 jenis excavator dengan kapasitas *bucket* 1,6 m³ untuk *loading* material ke dalam *dump truck*. Berikut ini analisis perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi asli lapangan didasarkan dengan produktivitas alat berat serta biaya sewa alat berat.

1. *Excavator*

Jumlah alat = 1 unit

Produktivitas per jam = 142,294 m³/jam (Tabel 5.25)

Volume material = 760.993,21 m³

Waktu kerja *excavator* = $\frac{\text{Volume material}}{\text{Produktivitas excavator}}$

$$= \frac{760.993,21}{142,294}$$

= 5348 jam = 669 hari

Harga sewa *excavator* = Rp 480.000,00 /jam

Harga sewa total = Harga sewa × Jumlah alat × Durasi

= Rp 480.000,00 × 1 × 5348

= Rp 2.567.040.000,00

2. *Dump Truck*

Jumlah alat	= 37 unit
Produktivitas per jam	= 5.533 m ³ /hari (rata-rata)
Volume material	= 760.993,21 m ³
Waktu kerja <i>dump truck</i>	= $\frac{\text{Volume material}}{\text{Produktivitas seluruh dump truck}}$
	= $\frac{760.993,21}{5.533 \times 37}$
	= 3718 jam
Durasi hari	= $\frac{\text{Waktu kerja } \textit{dump truck}}{\text{waktu kerja per hari}}$
	= $\frac{3718}{8}$
	= 465 hari
Harga sewa <i>dump truck</i>	= Rp 750.000,00/hari
Harga sewa total	= Harga sewa × Jumlah alat × Durasi
	= Rp 750.000,00 × 37 × 465 hari
	= Rp 12.903.750.000,00

Biaya sewa alat berat untuk menyelesaikan volume timbunan sebesar 760.993,21 m³ dapat dilihat pada tabel 5.26 sebagai berikut.

Tabel 5. 26 Rekapitulasi Perhitungan Sewa Alat Kondisi *Existing*

Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan (Hari)	Harga Sewa (per Hari)	Biaya
XCMG XE370 CA	1	669	Rp 3.840,000,00	Rp 2.567.040.000,00
Dump Truck	37	465	Rp 750.000,00	Rp 12.903.750.000,00
Total				Rp 15.470.790.000,00

5.4.3 Perhitungan Alternatif Alat Berat

1. Alternatif 1

Pada alternatif 1 dihitung dengan cara menyamakan waktu *excavator* dan *dump truck* dengan waktu pekerjaan tercepat pada analisis kondisi existing yaitu 465 hari dengan jumlah *dump truck* tetap 37 unit.

a. *Excavator*

$$\begin{aligned} \text{Volume galian} &= 760.993,21 \text{ m}^3 \\ \text{Produktivitas per jam (Q)} &= 142,294 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Durasi rencana} &= 465 \text{ hari} \\ \text{Waktu kerja } \textit{excavator} &= \text{Durasi rencana} \times \text{Waktu kerja} \end{aligned}$$

$$= 465 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 3720 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan } \textit{excavator} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Waktu kerja } \textit{excavator} \times Q} \\ &= \frac{760.993,21}{465 \times 142,294} \end{aligned}$$

$$= 2 \text{ unit}$$

$$\text{Biaya sewa alat perjam} = \text{Rp } 480.000,00$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa } \textit{excavator} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja} \times n \\ &= \text{Rp } 480.000,00 \times 3720 \times 2 \\ &= \text{Rp } 3.571.200.000,00 \end{aligned}$$

b. *Dump Truck*

Volume galian	= 760.993,21 m ³
Produktivitas per jam (Q)	= 5,533 m ³ /jam
Durasi kerja	= 456 hari
Jumlah <i>dump truck</i>	= 37 unit
Biaya sewa alat perhari	= Rp 750.000,00
Biaya sewa <i>dump truck</i>	= Harga sewa × Waktu kerja × n = Rp 750.000,00 × 456 × 37 = Rp 12.903.750.000,00

Hasil analisis perhitungan alternatif 1 dengan kombinasi alat berat 2 unit *excavator* dan 37 *dump truck* dengan durasi pekerjaan 456 hari untuk menyelesaikan pekerjaan galian dengan volume 760.993,21 m³ didapatkan total biaya sewa alat berat sebesar Rp 16.474.950.000,00. Berikut ini merupakan rekapitulasi alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 5.27.

Tabel 5. 27 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Hari)	Biaya
Excavator	2	465	Rp 3.571.200.000,00
Dump Truck	37	465	Rp 12.903.750.000,00
Total			Rp 16.474.950.000,00

2. Alternatif 2

Pada alternatif 2 dihitung untuk menghemat segi biaya, dengan cara mengurangi jumlah *dump truck* menjadi 27 unit.

a. *Dump Truck*

Volume galian	= 760.993,21 m ³
Produktivitas per jam (Q)	= 5,533 m ³ /jam
Produktivitas perhari	= 5,533 × 8 = 44,260 m ³ /hari
Jumlah DT rencana	= 27
Durasi	= $\frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktivitas Perhari} \times \text{Jumlah DT}}$

$$= \frac{760.993,21}{44,260 \times 27}$$

$$= 637 \text{ hari}$$

Biaya sewa alat perhari = Rp 750.000,00

Biaya total sewa *dump truck* = Harga sewa \times Waktu kerja \times n

$$= \text{Rp } 750.000,00 \times 637 \times 27$$

$$= \text{Rp } 12.889.250.000,00$$

b. *Excavator*

Volume galian = 760.993,21 m³

Produktivitas per hari (Q) = 142,295 m³/jam

Durasi kerja = 637 hari = 5096 jam

Kebutuhan *excavator* = $\frac{\text{Jumlah DT} \times \text{Produktivitas DT}}{\text{Produktivitas Excavator}}$

$$= \frac{27 \times 5,533}{142,295}$$

$$= 1 \text{ unit}$$

Biaya sewa alat perjam = Rp 480.000,00

Biaya sewa *excavator* = Harga sewa \times Waktu kerja \times n

$$= \text{Rp } 480.000,00 \times 5096 \times 27$$

$$= \text{Rp } 2.567.875.039,00$$

Perhitungan analisis 2 dilakukan dengan mengurangi jumlah *dump truck* menjadi 27 unit dan *excavator* 1 unit selama 637 hari dan mendapatkan hasil biaya sewa sebesar Rp 15.467.125.039,70 yang mana lebih hemat dibandingkan biaya sewa pada kondisi *existing*. Berikut ini merupakan rekapitulasi alternatif 1 dapat dilihat pada tabel 5.28.

Tabel 5. 28 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Hari)	Biaya
Excavator	1	637	Rp 2.567.875.039,00
Dump Truck	27	637	Rp 12.889.250.000,00
Total			Rp 15.467.125.039,00

3. Alternatif 3

Perhitungan analisis alternatif 3 dilakukan berdasarkan penyesuaian dengan jadwal proyek, di mana pekerjaan galian sebesar 760.993,21 m³ direncanakan diselesaikan dalam jangka waktu 4 bulan. Maka didapatkan kombinasi alat berat sebagai berikut.

a. *Excavator*

$$\begin{aligned}
 \text{Volume galian} &= 760.993,21 \text{ m}^3 \\
 \text{Produktivitas per jam (Q)} &= 142,294 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Durasi rencana} &= 4 \text{ bulan} \approx 120 \text{ hari} \\
 \text{Waktu kerja } \textit{excavator} &= \text{Durasi rencana} \times \text{Waktu kerja} \\
 &= 120 \times 8 \text{ jam} \\
 &= 960 \text{ jam} \\
 \text{Kebutuhan } \textit{excavator} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Waktu kerja } \textit{excavator} \times Q} \\
 &= \frac{760.993,21}{960 \times 142,294} \\
 &= 5,570 \approx 6 \text{ unit} \\
 \text{Biaya sewa alat perjam} &= \text{Rp } 480.000,00 \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja} \times n \\
 &= \text{Rp } 480.000,00 \times 960 \times 6 \\
 &= \text{Rp } 2.764.800.000,00
 \end{aligned}$$

b. *Dump Truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Volume galian} &= 760.993,21 \text{ m}^3 \\
 \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per jam} &= 5,533 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas } \textit{excavator} &= \text{Jumlah } \textit{excavator} \times Q \\
 &= 6 \times 142,294 \\
 &= 853,765 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Jumlah } \textit{dump truck} \text{ (n)} &= \frac{\text{Produktivitas } \textit{excavator}}{\text{Produktivitas } \textit{dump truck}} \\
 &= \frac{853,765}{5,533} \\
 &= 155 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Waktu operasional dump truck disesuaikan dengan waktu kerja excavator saat memuat material dari lokasi galian ke atas dump truck. Adapun berikut ini merupakan perhitungan waktu dan kebutuhan alat untuk pekerjaan pengangkutan tanah menggunakan dump truck.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja } \textit{dump truck} &= 120 \text{ hari} \\
 \text{Biaya sewa alat} &= \text{Rp } 750.000,00 / \text{hari} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja} \times n \\
 &= \text{Rp } 480.000,00 \times 120 \times 155 \\
 &= \text{Rp } 13.950.000.000,00
 \end{aligned}$$

Hasil analisis perhitungan alternatif 3 dengan kombinasi alat berat 6 unit *excavator* dan 155 *dump truck* pekerjaan galian dengan volume 760.993,21 m³ dapat diselesaikan selama 120 hari dengan total biaya sewa alat berat Rp 16,714,800,000.00. Berikut ini merupakan rekapitulasi alternatif dapat dilihat pada tabel 5.29.

Tabel 5. 29 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 3

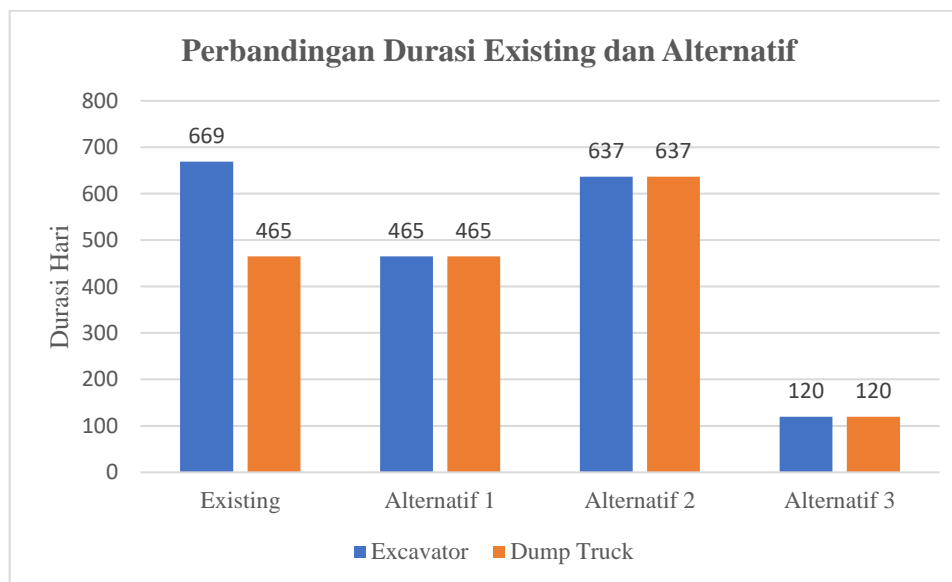
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Hari)	Biaya
Excavator	6	120	Rp 2,764,800,000.00
Dump Truck	155	120	Rp 13.950.000.000,00
Total			Rp 16,714,800,000.00

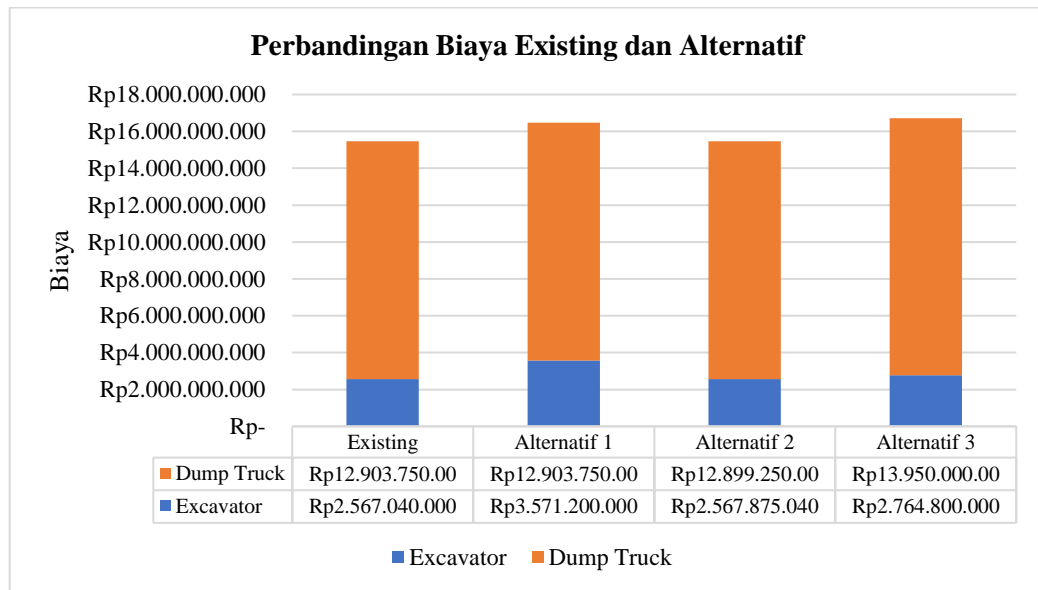
5.4.4 Perbandingan Biaya dan Waktu

Setelah dilakukan analisis terhadap alternatif kombinasi alat berat, tahap selanjutnya adalah melakukan perbandingan antara hasil dari analisis tersebut dengan analisis kondisi *existing* untuk mengevaluasi perbedaan waktu dan biaya dari masing-masing kombinasi alat berat. Berikut ini merupakan rekapitulasi kondisi *existing* dan alternatif.

Tabel 5. 30 Rekapitulasi Analisis Kombinasi Alat Berat

Kondisi	Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Hari)	Biaya
Existing	Excavator	1	669	Rp 2,567,040,000.00
	Dump Truck	37	465	Rp 12,903,750,000.00
Total				Rp 15,470,790,000.00
Alternatif 1	Excavator	2	465	Rp 3,571.200.000,00
	Dump Truck	37	465	Rp 12.903.750.000,00
Total				Rp 16.474.950.000,00
Alternatif 2	Excavator	1	637	Rp 2.567.875.039,00
	Dump Truck	27	637	Rp 12.889.250.000,00
Total				Rp 15.467.125.039,00
Alternatif 3	Excavator	6	120	Rp 2,764,800,000.00
	Dump Truck	155	120	Rp 13,950,000,000.00
Total				Rp 16,714,800,000.00

**Gambar 5. 17 Perbandingan Durasi Kondisi Existing dan Alternatif**



Gambar 5. 18 Perbandingan Biaya Existing dan Alternatif

Dari hasil analisis alternatif kombinasi alat berat tersebut, selanjutnya dilakukan perbandingan biaya dan waktu terhadap kondisi *existing*.

1. Alternatif 1

Waktu = 465 Hari

Biaya = Rp 16.474.950.000,00

Selisih waktu = 465 - 669

= - 204

Selisih biaya = Rp 16.474.950.000,00 – Rp 15,470,790,000.00

= Rp 1.004.160.000,00

Perbandingan waktu = $\frac{\text{Selisih Waktu}}{\text{Waktu Existing}} \times 100\%$

= $\frac{-204}{669} \times 100\%$

= - 43,88 %

Perbandingan biaya = $\frac{\text{Selisih Biaya}}{\text{Biaya Existing}} \times 100\%$

$$= \frac{\text{Rp } 1.004.160.000,00}{\text{Rp } 15,470,790,000.00} \times 100\%$$

$$= 6,49 \%$$

2. Alternatif 2

Waktu = 637 Hari

Biaya = Rp 15.467.125.039,00

Selisih waktu = 637 - 669

$$= - 32$$

Selisih biaya = Rp 15.467.125.039,00 – Rp 15,470,790,000.00

$$= - \text{Rp } 3.664.960,00$$

Perbandingan waktu = $\frac{\text{Selisih Waktu}}{\text{Waktu Existing}} \times 100\%$

$$= \frac{- 32}{669} \times 100\%$$

$$= - 4,78 \%$$

Perbandingan biaya = $\frac{\text{Selisih Biaya}}{\text{Biaya Existing}} \times 100\%$

$$= \frac{- \text{Rp } 3.664.960,00}{\text{Rp } 15,470,790,000.00} \times 100\%$$

$$= - 0,023 \%$$

3. Alternatif 2

Waktu = 120 Hari

Biaya = Rp 16,714,800,000.00

Selisih waktu = 120 – 669

$$= - 549$$

Selisih biaya = Rp 16,714,800,000.00 – Rp 15,470,790,000.00

$$= \text{Rp } 1,244,010,000.00$$

Perbandingan waktu = $\frac{\text{Selisih Waktu}}{\text{Waktu Existing}} \times 100\%$

$$= \frac{-549}{669} \times 100\%$$

$$= -82,07\%$$

$$\text{Perbandingan biaya} = \frac{\text{Selisih Biaya}}{\text{Biaya Existing}} \times 100\%$$

$$= \frac{\text{Rp } 1,224,010,000.00}{\text{Rp } 15,470,790,000.00} \times 100\%$$

$$= 8,04\%$$

Tabel 5. 31 Perbandingan Biaya dan Waktu Kombinasi Alat Berat

Keterangan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Biaya		Waktu	
			Rp	%	Hari	%
Existing	Excavator	1	Rp 15,470,790,000.00	100%	669	100 %
	Dump Truck	37			465	
Alternatif 1	Excavator	2	Rp 16.474.950.000,00	6,49 %	465	-43,87 %
	Dump Truck	37			465	
Alternatif 2	Excavator	1	Rp 15.467.125.039,00	-0,023 %	637	-4,79 %
	Dump Truck	27			437	
Alternatif 3	Excavator	6	Rp 16,714,800,000.00	8.04%	120	-82%
	Dump Truck	155			120	

Keterangan :

(-) : Biaya lebih hemat atau waktu lebih cepat

(+) : Biaya lebih mahal atau waktu lebih lama

5.5 Pembahasan

5.5.1 Produktivitas Alat Berat

Berdasarkan hasil analisis prduktivitas standardan pengmatan dilapangan, diperoleh nilai produktivitas masing masing alat berat,pada Tabel 5.32 dan 5.33 sebagai berikut

Tabel 5. 32 Rekapitulasi Produktivitas Standar Alat Berat

Alat Berat	Uraian Pekerjaan	Rata-Rata Produktivitas (m ³ /jam)
Excavator	Memindahkan Material	142,823
Dump Truck	Mengangkut Material	5,613

Tabel 5. 33 Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat Kondisi Lapangan

Alat Berat	Uraian Pekerjaan	Jenis	Rata-Rata Produktivitas (m ³ /jam)
Excavator	Memindahkan Material	XCMG XE370 CA	142,294
Dump Truck	Mengangkut Material	Mitsubishi	5,371
		Toyota	5,645
		Mitsubishi Fuso	5,582

Pada tabel 5.32 didapatkan nilai produktivitas alat berat standar yang di analisis menggunakan nilai-nilai faktor berdasarkan literatur. Rata-rata produktivitas standar alat berat *excavator* didapatkan 142,823 m³/jam dan *dump truck* 5,613 m³/jam. Sementara itu pada kondisi lapangan didapatkan rata-rata produktivitas *excavator* sebesar 142,294 m³/jam dan rata-rata produktivitas 3 *dump truck* sebesar 5,533 m³/jam.

Terdapat perbedaan antara produktivitas alat berat berdasarkan data standar dan kondisi lapangan. Pada Tabel 5.32, produktivitas standar alat berat *excavator* ditunjukkan sebesar 142,823 m³/jam, sedangkan hasil pengukuran di lapangan pada Tabel 5.33 menunjukkan produktivitas *excavator* sebesar 142,294 m³/jam. Selisih tersebut relatif kecil, yang mengindikasikan bahwa kondisi operasional di lapangan cukup mendekati kondisi ideal yang dijadikan acuan standar. Sebaliknya, pada alat berat *dump truck* terjadi perbedaan yang lebih mencolok. Produktivitas standar *dump truck* adalah 5,613 m³/jam, sedangkan hasil di lapangan menunjukkan

produktivitas rata-rata dari tiga jenis dump truck sebesar 5,533 m³/jam. Penurunan produktivitas ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor lapangan seperti kondisi jalan, waktu tunggu, keterbatasan koordinasi antar alat, serta efisiensi alat. Secara keseluruhan, meskipun terdapat sedikit perbedaan antara data standar dan kondisi lapangan, nilai produktivitas lapangan masih berada dalam rentang yang dapat diterima dan menunjukkan kinerja alat yang cukup optimal.

Berdasarkan hasil analisis produktivitas alat berat di lapangan, diperoleh grafik produktivitas yang ditampilkan pada Gambar 5.13 untuk *excavator*, serta Gambar 5.14, Gambar 5.15, dan Gambar 5.16 untuk *dump truck*. Grafik-grafik tersebut menggambarkan fluktuasi produktivitas harian selama masa pengamatan. Berdasarkan tren garis regresi linear yang ditambahkan pada masing-masing grafik, terlihat adanya kecenderungan penurunan produktivitas, baik pada alat gali (*excavator*) maupun alat angkut (*dump truck*). Penurunan ini disebabkan karena beberapa faktor seperti:

1. Lokasi *quarry* yang terlalu jauh dari lokasi pekerjaan timbunan
Lokasi *quarry* dengan lokasi timbunan berjarak sekitar 8 Km dan dapat dikatakan jauh. Hal tersebut sangat berpengaruh pada produktivitas alat angkut (*dump truck*) karena waktu tempuh menjadi lebih lama, sehingga siklus kerja dump truck juga bertambah. Semakin panjang siklus angkut, semakin sedikit jumlah ritasi yang dapat dilakukan dalam satu hari. Akibatnya, volume material yang dapat dipindahkan per hari menjadi lebih rendah, yang berdampak langsung pada penurunan produktivitas sistem secara keseluruhan. Selain itu, jarak yang jauh juga dapat meningkatkan risiko kelelahan alat, konsumsi bahan bakar, serta potensi keterlambatan akibat kondisi jalan yang berubah-ubah.
2. Ketidakpastian kondisi jalan
Ketidakpastian kondisi jalan menjadi salah satu kendala yang signifikan terhadap produktivitas alat berat, khususnya alat angkut seperti *dump truck*. Jalan yang dilalui dari lokasi *quarry* ke lokasi timbunan sering mengalami kepadatan lalu lintas, terutama pada jam-jam sibuk (*rush hour*) yang menyebabkan waktu tempuh menjadi lebih lama dari perkiraan. Selain itu,

adanya perlintasan rel kereta api di jalur angkut menambah potensi keterlambatan akibat waktu tunggu saat kereta melintas.

3. Faktor sumber daya manusia

Produktivitas di lapangan sangat dipengaruhi oleh kemampuan dan disiplin operator alat berat. Operator yang kurang berpengalaman atau tidak memahami medan kerja dapat memperlambat proses kerja. Selain itu, kelelahan, kurangnya komunikasi, dan koordinasi yang lemah antar pekerja juga dapat menyebabkan waktu tunggu antar alat dan menurunkan efisiensi kerja secara keseluruhan.

5.5.2 Kombinasi Alternatif

Pembahasan difokuskan pada aspek durasi pekerjaan dan biaya penggunaan alat berat. Pada Tabel 5.31 dapat dilihat perbandingan antara kondisi *existing* dengan alternatif. Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan terhadap kombinasi alat berat pada pekerjaan galian di Proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo, dilakukan perbandingan antara kondisi existing dan tiga alternatif kombinasi alat berat. Pembahasan difokuskan pada aspek durasi pekerjaan dan biaya penggunaan alat berat. Pada Tabel 5.31 dapat dilihat perbandingan antara kondisi existing dengan masing-masing alternatif.

1. Kondisi existing menggunakan kombinasi 1 excavator dan 37 dump truck dengan total biaya sebesar Rp15.470.790.000,00 dan durasi pekerjaan selama 669 hari. Angka ini dijadikan sebagai acuan pembanding (100%) terhadap alternatif lainnya.
2. Alternatif 1 menggunakan 2 excavator dan 37 dump truck. Durasi pekerjaan tetap yaitu 465 hari, namun biaya meningkat menjadi Rp16.474.950.000,00 atau sekitar 6,49% lebih mahal dibandingkan kondisi existing. Meski waktu kerja lebih cepat (dipercepat 204 hari), peningkatan biaya menjadi pertimbangan dalam efisiensinya.
3. Alternatif 2 menunjukkan hasil yang paling optimal, dengan penggunaan 1 excavator dan 27 dump truck. Biaya menjadi sedikit lebih rendah yaitu Rp15.467.125.039,00 (lebih hemat 0,023%) dibanding existing, dan durasi

pekerjaan juga lebih singkat yaitu 637 hari (lebih cepat 32 hari atau 4,79%). Hal ini menjadikan Alternatif 2 sebagai pilihan yang efisien baik dari sisi waktu maupun biaya.

4. Alternatif 3 menggunakan kombinasi alat dalam jumlah besar, yaitu 6 excavator dan 155 dump truck. Pada alternatif ini, durasi pekerjaan direncanakan selama 120 hari, yang merupakan target penyelesaian pekerjaan timbunan sesuai perencanaan proyek. Durasi ini menunjukkan percepatan waktu hingga 82% dibandingkan kondisi existing. Namun, percepatan ini diiringi dengan peningkatan biaya yang cukup signifikan, yaitu mencapai Rp16.714.800.000,00 atau 8,04% lebih mahal dari kondisi existing. Meskipun waktu pelaksanaan jauh lebih cepat, peningkatan jumlah alat dan biaya perlu dipertimbangkan dari sisi efisiensi anggaran dan ketersediaan peralatan.

Berdasarkan hasil analisis kombinasi alat berat pada pekerjaan galian Proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo, diperoleh bahwa setiap alternatif memiliki karakteristik tersendiri dalam hal efisiensi waktu dan biaya. Alternatif 1 menunjukkan percepatan waktu yang signifikan, yakni 465 hari, namun dengan peningkatan biaya sebesar 6,49% dari kondisi existing. Alternatif 2 memberikan hasil paling efisien, dengan waktu pelaksanaan selama 637 hari (lebih cepat 4,79%) dan biaya yang sedikit lebih rendah, yaitu turun sebesar 0,023%. Sementara itu, Alternatif 3 menunjukkan waktu pelaksanaan tercepat, yaitu 120 hari, sesuai dengan rencana penyelesaian pekerjaan timbunan. Namun, alternatif ini memerlukan biaya tertinggi, yakni meningkat 8,04% dari kondisi existing, karena penggunaan jumlah alat yang sangat besar.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada Bab V mengenai produktivitas alat berat dan evaluasi alternatif kombinasi alat, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Produktivitas alat berat berdasarkan standar literatur menunjukkan bahwa *excavator* memiliki produktivitas sebesar 142,823 m³/jam, sedangkan *dump truck* memiliki produktivitas sebesar 5,613 m³/jam. Nilai ini digunakan sebagai acuan dalam perhitungan perencanaan awal, yang menggambarkan kondisi ideal sesuai referensi teknis yang berlaku umum di industri konstruksi.
2. Produktivitas rata-rata berdasarkan kondisi lapangan menunjukkan bahwa *excavator* memiliki produktivitas sebesar 142,294 m³/jam, sedangkan *dump truck* sebesar 5,533 m³/jam. Nilai ini diperoleh dari hasil pengamatan dan pencatatan langsung di lapangan, yang mencerminkan kondisi operasional sebenarnya, termasuk pengaruh faktor-faktor eksternal seperti faktor efisiensi alat, faktor konversi galian dan faktor *bucket*.
3. Perbedaan antara produktivitas alat berat berdasarkan kondisi aktual di lapangan dengan produktivitas berdasarkan standar literatur pada pekerjaan galian tanah di Proyek Prambanan-Gayamharjo disebabkan oleh beberapa faktor utama. Lokasi *quarry* yang berjarak sekitar 8 km dari area timbunan menyebabkan waktu tempuh *dump truck* menjadi lebih lama, sehingga jumlah ritasi per hari menurun dan berdampak pada turunnya volume material yang diangkut. Selain itu, ketidakpastian kondisi jalan seperti kepadatan lalu lintas pada jam sibuk (*rush hour*) dan adanya perlintasan rel kereta api turut menambah waktu tunggu dan menghambat kelancaran siklus kerja. Faktor

lain yang memengaruhi adalah sumber daya manusia, di mana keterampilan, pengalaman, dan koordinasi antar operator alat berat yang kurang optimal menyebabkan efisiensi kerja menurun. Kombinasi dari ketiga faktor ini secara langsung menyebabkan penurunan produktivitas di lapangan dibandingkan dengan produktivitas yang tercantum dalam standar literatur.

4. Berdasarkan analisis terhadap kombinasi alat berat pada pekerjaan galian Proyek Jalan Prambanan-Gayamharjo diketahui bahwa masing-masing alternatif memiliki kelebihan dan kekurangan dari sisi durasi dan biaya. Alternatif 1 menawarkan percepatan waktu yang cukup signifikan, namun dengan peningkatan biaya. Alternatif 2 memberikan hasil yang paling optimal, dengan waktu pelaksanaan yang lebih singkat dan biaya yang sedikit lebih rendah dibandingkan kondisi existing. Alternatif 3 menunjukkan penyelesaian pekerjaan tercepat sesuai target perencanaan (120 hari), namun membutuhkan biaya yang paling tinggi akibat penggunaan jumlah alat yang sangat besar.

6.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran mengenai produktivitas alat berat untuk pekerjaan galian pada proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Perencanaan produktivitas alat berat sebaiknya tidak hanya mengacu pada data standar literatur, tetapi juga mempertimbangkan hasil pengamatan aktual di lapangan. Hal ini penting untuk memperoleh estimasi durasi dan kebutuhan alat yang lebih realistis dan akurat, karena produktivitas alat dapat dipengaruhi oleh banyak faktor teknis dan operasional di lokasi kerja.
2. Pemilihan alat berat dan jumlah alat berat yang digunakan alangkah baiknya disesuaikan dengan volume pekerjaan dan rencana waktu pekerjaan untuk mendapatkan produktivitas yang lebih efektif serta efisien.
3. Perlu dilakukan pengawasan secara berkala terhadap kinerja alat berat, terutama saat ditemukan tren penurunan produktivitas. Evaluasi ini berguna

untuk mengidentifikasi penyebab utama seperti antrean alat berat, waktu tunggu saat pemuatan, dan kondisi medan kerja, sehingga tindakan korektif dapat segera dilakukan untuk menjaga efisiensi kerja.

4. Solusi yang diberikan terkait penurunan produktivitas alat berat antara lain meliputi: penerapan penjadwalan kerja yang optimal serta pengaturan shift kerja operator secara bergiliran guna mengurangi risiko kelelahan yang dapat berdampak pada penurunan performa kerja alat. Selain itu, diperlukan pelaksanaan pemeliharaan alat berat secara rutin dan preventif agar kondisi alat tetap prima selama masa operasional. Sebagai tambahan, disarankan untuk mempertimbangkan pelaksanaan kerja lembur secara terencana pada kondisi tertentu, terutama saat target waktu proyek menuntut percepatan, dengan tetap memperhatikan batas waktu kerja yang aman bagi operator serta ketersediaan alat. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan fleksibilitas pelaksanaan di lapangan tanpa mengorbankan keselamatan dan produktivitas kerja.
5. Perhitungan kombinasi alat berat pada penelitian ini berdasarkan segi waktu dan biaya dari alat berat tersebut belum termasuk faktor-faktor lain seperti kondisi lapangan, cuaca, topografi, serta potensi hambatan operasional lainnya. Pada penelitian berikutnya diharapkan dapat membahas lebih luas lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, F.N. 2024. Analisis Produktivitas Penggunaan Alat berat Menggunakan Metode *Time Study* Pada Pekerjaan Timbunan Tanah Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Ariadi, I. K., Agung Yana, A. A. G., & Parami Dewi, A. A. D. 2021. Optimasi Kombinasi Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Gedung Rsud Sanjiwani Gianyar. *Jurnal Spektran*, 9(2), 107.
- Arsyad, R. 2021. Analisa Produktivitas Alat Berat Dalam Pekerjaan Penghamparan Material Agregat Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru–Padang Seksi Vi Pekanbaru Bangkinang. 6. Tugas Akhir. Universitas Islam Riau.
- Bina Marga. 2025, 21 April. Jalan Prambanan–Gayamharjo: Menembus Bukit, Menyambung Ekonomi Selatan DIY. Diakses pada 7 Juli 2025, dari <https://binamarga.pu.go.id/balai-jateng-diy/berita/jalan-prambanangayamharjo-menembus-bukit-menyambung-ekonomi-selatan-diy>
- Ervianto, W. I. 2023. *Manajemen proyek konstruksi*. Penerbit Andi.
- Febrianti, D., Zakia, Z., & Mawardi, E. 2024. Analisis Biaya Operasional Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan. *Tameh*, 10(1), 33–41.
- Hadi, S 2018. Alat Berat dan PTM. Banjarmasin: Poliban Press
- Harjani, D.A. 2023. Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan Proyek Penataan Landfill Zona B TPA Regional Piyungan. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2023. *Konstruksi Tol Solo-Yogyakarta, Ruas Kartasuro-Purwomartani Selesai 2024*. Diakses dari <https://binamarga.pu.go.id>

- Kurniawan, R. 2021. Analisis Produktivitas Excavator pada Proyek Pembangunan Embung Universitas Islam Indonesia (UII) (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Embung Universitas Islam Indonesia). Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Kurniawan, S., & Nuzola, M. 2021. Analisis produktivitas galian/timbunan menggunakan alat berat pada pembangunan Bendungan Margatiga Lampung Timur. *TAPAK: Jurnal Teknik Sipil*, 11(1)
- Mbizmarket. Spesifikasi Dump Truck. Diakses pada 21 November 2024.
- Mulya, D.M. 2024. Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan Proyek Penataan Landfill Zona B TPA Regional Piyungan. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Nur Sahid, M., Listyawan, A. B., Solikhin, M., & Masithoh, S. 2021. Kajian produktivitas alat berat terhadap waktu pelaksanaan proyek Bendungan Bendo. *Media Teknik Sipil*, 19(1), 33-39.
- Pawiro, S. 2015. Pengantar Manajemen Operasi dan Produksi. Graha Ilmu.
- Prima, G. R., & Hafudiansyah, E. 2022. Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Proyek jalan Tol (Studi Kasus: Ruas Jalan Tol Pematang Panggang Kayu Agung Seksi 2, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan). *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 3(2).
- PUPR, K. 2023. Permen PUPR No 8 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Kementrian PUPR*.
- Purnomo, A., & Mulyono, T. 2023. *Dasar manajemen alat berat: Pindahkan tanah mekanis*. Deepublish Digital. ISBN: 978-623-02-7356-8.
- Rochmanhadi, Tahun. 1992, Alat-Alat Berat dan Penggunaannya : Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sarwandi, M. H. A., & Royan, N. 2021. Produktivitas Alat Berat Excavator

Backhoe Pada Proyek Perumahan Al Zafa Tegal Binangun Kota Palembang.
Bearing: Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil , 07(02), 121–125.

Sokop, R. M., Arsjad, T. T., & Malingkas, G. (2018). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. *Jurnal Tekno*, 16(70), 83–88.

Sugiyono. 2015. Metode Penelitian & Pengembangan: Research & Development. Alfabeta.

Supit, D. D. (2020). Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah, Dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir. *Journal Dynamic Saint*, 5(1), 906–917. <https://doi.org/10.47178/dynamicsaint.v5i1.959>

Syamsuddin, I. 2021. Optimalisasi Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah Bangunan Pelimpah Atau Spillway (Studi Kasus Proyek Bendungan Sepaku-Semai). *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*, 5(2), 57–63.

United Tractors. Hydraulic Excavator. Diakses pada 21 November 2024.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penelitian



FAKULTAS
TEKNIK SIPIL
& PERENCANAAN

Gedung KH. Moh. Natsir
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaluranj km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 3200, 3201
F. (0274) 89 5330
E. dekanat.ftsp@uii.ac.id
W. ftsp.uii.ac.id

Nomor : 320/Sek. Prodi PSTS/20/TA/IV/2025
Hal : Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir

Yth:

PT Adhi Karya Jalan Tol Solo Jogja Paket 1.2
Jl. Raya Jogjakarta Solo, Somopuro,
Kec. Jogonalan, Kabupaten Klaten, Jawa Tengah 57452

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh,

Untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan studi pada Prodi Teknik Sipil Program Sarjana, setiap mahasiswa wajib melaksanakan penelitian Tugas Akhir yang berkaitan dengan ketekniksipilan. Dalam proses tersebut diperlukan data-data pendukung baik dari instansi Pemerintah BUMN maupun Perusahaan Swasta/Proyek.

Berdasarkan hal tersebut, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin melakukan pengamatan dan pengambilan data berupa:

1. Data Primer : Waktu Siklus Alat Berat (Excavator & Dump Truck), Timesheet alat berat.
2. Data Sekunder : Spesifikasi Alat Berat dan Harga Sewa Alat berat

Data-data tersebut akan digunakan untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Prodi Teknik Sipil Program Sarjana Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah:

Nama : **Lintang Liddini Hanifa**
NIM : **21511241**
CP Mahasiswa : **083154578151**
Judul Tugas Akhir : **Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah**

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

Wassalamu'alaikum Warrahmatullah Wabarakatuh.



Yogyakarta, 16 April 2025
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,

Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D

Lampiran 2 Surat Persetujuan Penelitian



Nomor : 853/AK/JS-1.2/EXT/II/2025
Lampiran : -

Klaten, 23 April 2024

Kepada Yth,
Sek. Prodi Teknik Sipil
Universitas Islam Indonesia
Di Tempat

Perihal : Persetujuan Izin Penelitian dan Pengambilan Data Tugas Akhir

Dengan Hormat,
Merujuk surat Sek. Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia No. : 320/Sek. Prodi PSTS/20/TA/IV/2025 tanggal 16 April 2025 atas nama :

No.	Nama Mahasiswa	Tanggal Pelaksanaan Magang
1.	Lintang Liddini Hanifa	28 April 2025 s/d 12 Mei 2025

Secara prinsip kami mengizinkan kepada mahasiswa tersebut untuk melakukan program penelitian di Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo Seksi 1 Paket 1.2 yang akan dimulai pada tanggal 28 April s.d 12 Mei 2025, serta mahasiswa wajib Mematuhi dan mengikuti seluruh prosedur dan tata tertib yang berlaku di lingkungan PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.

Demikian yang dapat kami sampaikan, atas perhatian dan kerja samanya diucapkan terima kasih.


Hormat kami,
PT. Adhi Karya (Persero) Tbk
Pembangunan Jalan Tol Ruas
Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo
Seksi 1 Paket 1.2 Klaten - Purwomartani

Dedi Kurniawaan
Deputy Project Director


Tembusan :

1. Arsip


Lampiran 3 Waktu Siklus Excavator Hari ke-1

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 26 April 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Excavator						
Merk Excavator	XCMG XE370 CA					
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator					
Ukuran Bucket	1,6 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp 230.000 / Jam (Rp. 400.000 All in)					
Bahan Bakar	Solar Industri PPN					
Harga Bahan Bakar	Rp. 14.200 / liter					
Upah Operator	Rp. 250.000 / Jam					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Excavator						
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)	
Pagi	1	9,54	9,74	3,98	8,13	
	2	8,21	8,13	3,21	8,18	
	3	9,22	8,43	4,08	6,62	
Siang	1	8,65	9,05	3,08	7,98	
	2	9,1	8,8	3,85	7,75	
	3	9,32	8,9	3,92	8,35	
Sore	1	8,50	8,65	4	7,4	
	2	8,78	8,9	4,1	6,43	
	3	8,95	8,7	4,05	7,68	
Rata-Rata		8,92	8,81	3,90	7,6	
Waktu Siklus Rata-Rata		29,24				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan				
 Dimas						


Lampiran 4 Waktu Siklus Excavator Hari ke-2

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Minggu			
		Tanggal : 27 April 2025			
		Jam : 08 00 - 17 00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 480.000 / Jam (include operator + bahan bakar)				
Bahan Bakar	Solar Industri PPM				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pasir				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	7,83	6,81	7,23	6,13
	2	8,4	7,15	4,85	6,3
	3	9,25	6,75	5,1	6,95
Siang	1	10,2	8,55	3,47	7,19
	2	9,35	7,65	4,32	6,8
	3	7,6	7,1	4,7	7,36
Sore	1	11,1	6,8	4,1	6,6
	2	8,9	7,45	4,48	7
	3	9,56	8,2	3,95	7,2
Rata-Rata		9,13	7,36	4,69	6,86
Waktu Siklus Rata-Rata		28,04			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 5 Waktu Siklus Excavator Hari ke-3

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Senin			
		Tanggal : 28 April 2025			
		Jam : 08.00 -17.00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Clawer Excavator				
Ukuran Bucket	1/6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 480.000 /jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PPT				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Merah				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	7,9	6,95	4,3	5,83
	2	9,15	7,2	3,95	6,42
	3	8,6	6,9	4,1	6,12
Siang	1	10,5	7,85	4,9	6,9
	2	9,75	8,1	5,63	5,39
	3	11,25	7,35	3,27	6,38
Sore	1	8,25	8,65	3,85	8,12
	2	7,63	7,9	4,25	6,1
	3	10,15	7,7	6,8	8,58
Rata-Rata		9,24	7,57	4,56	6,64
Waktu Siklus Rata-Rata		29,01			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 6 Waktu Siklus Excavator Hari ke-4

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Selasa			
		Tanggal : 29 April 2025			
		Jam : 08.00 - 17.00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 480.000/jam (all in)				
Bahan Bakar	Solar Industri PPM				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	9,32	6,31	6,88	9,23
	2	6,37	9,48	4,45	7,19
	3	10,57	7,32	3,34	6,76
Siang	1	8,78	7,48	6,03	8,68
	2	9,1	8,57	3,41	8,27
	3	10,81	6,98	3,27	7,93
Sore	1	8,55	9,17	6,89	6,34
	2	7,37	7,7	6,78	7,17
	3	14,37	7,6	4,06	6,92
Rata-Rata		9,47	7,85	5,01	7,61
Waktu Siklus Rata-Rata		29,94			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 7 Waktu Siklus Excavator Hari ke-5

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Rahu			
		Tanggal : 30 April 2015			
		Jam : 08.00 - 17.00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 400.000 /jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PPT				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	10,43	8,42	3,44	6,48
	2	9,65	6,64	6,98	5,1
	3	8,43	8,95	4,57	6,87
Siang	1	12,85	7,55	4,72	5,58
	2	14,66	8,92	3,19	5,16
	3	12	6,55	5,81	8,87
Sore	1	9,26	9,68	5,8	7,19
	2	6,94	7,64	4,67	4,77
	3	8,72	7,97	3,21	8,88
Rata-Rata		10,38	8,04	4,71	7,10
Waktu Siklus Rata-Rata		30,23			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 8 Waktu Siklus Excavator Hari ke-6

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Kamis			
		Tanggal : 1 Mei 2025			
		Jam : 08 00 - 17 00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 400.000 / Jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PPN				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Brekah				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	10,93	6,89	6,79	7,45
	2	10,78	7,09	6,34	6,33
	3	7,82	6,57	5,02	8,55
Siang	1	11,89	7,24	4,88	6,87
	2	6,83	7,18	6,69	7,1
	3	6,77	9,2	5,92	7,31
Sore	1	11,09	9,59	6,88	6,65
	2	8,54	6,46	45	5,98
	3	9,22	9,73	6,9	5,55
Rata-Rata		9,99	7,77	5,97	6,87
Waktu Siklus Rata-Rata		29,54			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 9 Waktu Siklus Excavator Hari ke-7

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Jumat			
		Tanggal : 2 Mei 2025			
		Jam : 08.00 - 17.00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	YCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 400.000 /jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PPN				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu hias				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	0,44	9,06	6,54	8
	2	7,19	9,93	5,05	5,13
	3	6,14	7,75	5,40	8,56
Siang	1	6,17	7,83	3,93	7,86
	2	12,52	7,16	4,37	7,79
	3	10,62	7,23	3,99	6,22
Sore	1	14,2	9,25	4,75	0,12
	2	8,38	7,71	4,75	6,81
	3	9,8	9,6	6,99	7,98
Rata-Rata		9,27	8,48	5,05	7,39
Waktu Siklus Rata-Rata		30,17			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 10 Waktu Siklus Excavator Hari ke-8

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Sabtu			
		Tanggal : 3 Mei 2025			
		Jam : 08.00 - 17.00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 400.000 /Jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PDM				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan					
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	7,62	8,56	3,45	8,85
	2	10,09	8,3	6,76	7,72
	3	6,04	7,6	4,54	8,33
Siang	1	8,68	7,11	3,65	6,78
	2	8,48	7,79	5,06	9,18
	3	9,54	6,14	6,54	6,68
Sore	1	14,54	7,36	6,8	7,31
	2	8,45	6,79	4,22	8,97
	3	8,58	9,68	5,68	5,15
Rata-Rata		9,11	7,70	5,30	7,66
Waktu Siklus Rata-Rata		29,78			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 11 Waktu Siklus Excavator Hari ke-9

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Senin			
		Tanggal : 5 Mei 2025			
		Jam : 0800 - 1700			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 400.000 /jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PPM				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan					
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	7,33	8,13	5,34	6,64
	2	14,36	9,82	6,92	7,93
	3	7,63	7,16	3,54	5,64
Siang	1	14,32	8,26	4,41	7,84
	2	6,68	7,86	5,84	7,81
	3	6,1	8,98	6,69	5,14
Sore	1	6,18	8,62	3,93	7,89
	2	13,95	7,22	5,48	7,79
	3	7,41	7,88	4,32	5,97
Rata-Rata		9,33	8,21	5,16	6,97
Waktu Siklus Rata-Rata		29,67			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 12 Waktu Siklus Excavator Hari ke-10

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Selasa			
		Tanggal : 6 Mei 2025			
		Jam : 08.00 - 17.00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG YE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp 480.000 /jam				
Bahan Bakar	Solar Industri (PPN)				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu pecah				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	13,72	7,21	6,33	6,38
	2	7,14	7,98	4,89	8,68
	3	6,92	8,71	4,24	7,01
Siang	1	6,93	9,69	3,64	7,54
	2	10,39	8,67	4,69	5,45
	3	9,26	9,48	4,56	7,16
Sore	1	10,44	7,15	6,34	7,46
	2	9,19	8,86	4,04	8,19
	3	7,91	8,78	5,58	7,12
Rata-Rata		9,11	8,51	4,92	7,22
Waktu Siklus Rata-Rata		29,77			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 13 Waktu Siklus Excavator Hari ke-11

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Rabu			
		Tanggal : 7 Mei 2025			
		Jam : 00.00 - 17.00			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp 400.000 /jam				
Bahan Bakar	Solar Industri Pertamina				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	12,03	6,1	3,79	7,23
	2	8,14	6,15	4,76	6,73
	3	6,67	6,95	5,65	7,67
Siang	1	7,4	8,38	5,93	8,12
	2	10,48	8,17	3,25	7,05
	3	6,65	6,4	6,59	9,53
Sore	1	6,85	9,9	5,51	8,01
	2	14,11	9,39	3,8	7,36
	3	13,27	9,35	4,17	9,27
Rata-Rata		9,51	7,87	4,83	7,89
Waktu Siklus Rata-Rata		30,09			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dmas					


Lampiran 14 Waktu Siklus Excavator Hari ke-12

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Kamis			
		Tanggal : 9 Mei 2025			
		Jam : 0800 - 1700			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 480.000 /Jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PPR1				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan					
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	8,87	9,49	3,69	6,33
	2	7,83	9,59	6,71	8,17
	3	9,39	8,31	3,19	8,19
Siang	1	11,14	7,11	6,41	6,28
	2	13,93	9,66	3,23	5,68
	3	6,99	6,54	6,46	6,61
Sore	1	7,66	6,09	6,81	8,17
	2	7,15	7,56	6,07	7,78
	3	13,27	9,35	4,17	9,27
Rata-Rata		9,61	8,19	5,10	7,49
Waktu Siklus Rata-Rata		30,38			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 15 Waktu Siklus Excavator Hari ke-13

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Jumat			
		Tanggal : 9 Mei 2025			
		Jam : 0800 - 1700			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 480.000 /Jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PPH				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	7,43	9,44	6,15	0,15
	2	9,81	7,21	4,02	9,89
	3	10,10	6,92	5,52	0,94
Siang	1	9,17	9,59	5,99	7,51
	2	7,21	0,53	6,99	0,39
	3	11,7	0,04	5,95	8,2
Sore	1	12,76	6,66	5,64	5,18
	2	12,39	7,8	3,19	0,17
	3	0,64	9,78	3,45	5,87
Rata-Rata		9,97	0,22	5,21	7,83
Waktu Siklus Rata-Rata		31,23			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 16 Waktu Siklus Excavator Hari ke-14

Pengamatan Produktivitas Excavator		Hari : Sabtu			
		Tanggal : 10 Mei 2025			
		Jam : 0800 - 1700			
Spesifikasi Excavator					
Merk Excavator	XCMG XE370 CA				
Tipe Excavator	Hydraulic Crawler Excavator				
Ukuran Bucket	1,6 m ³				
Kondisi Alat	Baik				
Harga Sewa	Rp. 480 000 /Jam				
Bahan Bakar	Solar Industri PPM				
Harga Bahan Bakar					
Upah Operator					
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah				
Waktu Siklus Excavator					
Sesi	Siklus	Gali (Detik)	Putar Isi (Detik)	Buang (Detik)	Putar Kosong (Detik)
Pagi	1	11,6	0,59	4,06	6,44
	2	7,8	7,01	6,77	0,5
	3	12,76	6,6	3,76	0,07
Siang	1	7,58	9,87	5,63	5,34
	2	6,16	6,92	5,83	5,57
	3	12,58	7,09	3,01	6,19
Sore	1	6,58	9,86	4,12	9,01
	2	12,8	6,58	5,25	0,25
	3	9,23	0,82	4,93	5,35
Rata-Rata		9,68	7,90	4,77	6,97
Waktu Siklus Rata-Rata		29,32			
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan			
 Dimas					


Lampiran 17 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-1

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 26 April 2025				
		Jam : 08:00 - 11:00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari (include bahan bakar & Upah)				
Bahan Bakar		Bio Solar				
Harga Bahan Bakar		6800 / liter				
Upah Operator		Rp. 200.000				
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pecah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,57	27,28	0,29	21,00	2,73
2		1,74	26,60	0,31	21,43	3,43
3		2,10	26,53	0,35	20,10	10,63
4		1,58	28,08	0,34	19,75	3,25
5		2,13	26,55	0,28	19,90	20,12
Rata-Rata		1,82	27,01	0,31	20,44	13,51
Waktu Siklus		63,10				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 18 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-2

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Minggu				
		Tanggal : 27 April 2025				
		Jam : 08:00 - 11:00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi				
Tipe Dump Truck		Rear Dump truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Bio Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pecah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,73	26,30	0,34	24,88	1,61
2		1,57	28,07	0,29	20,07	4,07
3		1,61	27,43	0,23	21,40	3,58
4		1,56	29,87	0,33	26,48	15,09
5		1,56	28,07	0,36	23,23	21,56
Rata-Rata		1,61	27,94	0,34	23,21	9,07
Waktu Siklus		62,17				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 19 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-3

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Senin				
		Tanggal : 28 April 2015				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pasir				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	2,23	23,45	0,29	20,73	2,57
2		1,61	24,72	0,31	21,30	1,65
3		1,59	26,72	0,34	23,00	7,30
4		2,22	22,52	0,33	21,15	13,00
5		2,10	29,05	0,28	23,08	19,73
Rata-Rata		1,95	25,29	0,31	22,45	8,83
Waktu Siklus		58,83				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 20 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-4

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Selasa				
		Tanggal : 29 April 2015				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pasir				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,97	24,33	0,27	20,08	9,90
2		1,75	27,92	0,33	22,42	21,33
3		1,73	26,72	0,38	20,08	6,72
4		2,28	26,53	0,29	20,02	14,65
5		1,70	28,87	0,43	22,92	19,92
Rata-Rata		1,89	27,27	0,32	21,10	14,50
Waktu Siklus		65,09				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 21 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-5

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Rabu				
		Tanggal : 30 April				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Bak					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / hari					
Bahan Bakar						
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan						
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,90	26,43	15,60	20,47	3,50
2		1,78	25,90	20,30	21,00	15,62
3		1,82	26,32	19,90	23,54	10,42
4		1,64	25,64	17,84	20,78	5,98
5		1,29	24,62	17,31	20,61	10,70
Rata-Rata		1,69	25,06	18,19	21,46	9,25
Waktu Siklus		76,44				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 22 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-6

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Kamis				
		Tanggal : 1 Mei 2015				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Bak					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / hari					
Bahan Bakar	Bis Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,37	28,80	0,37	22,39	7,21
2		1,16	25,23	0,39	22,40	22,12
3		1,10	28,88	0,39	20,85	7,21
4		1,18	26,22	0,34	21,73	10,86
5		1,61	23,56	0,20	21,41	15,21
Rata-Rata		1,27	26,94	0,36	21,77	12,68
Waktu Siklus		63,01				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 23 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-7

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Jumat				
		Tanggal : 2 Mei 2025				
		Jam : 06.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / hari					
Bahan Bakar	Biro solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0km	1,97	28,10	0,41	23,58	4,14
2		1,92	25,35	0,28	20,18	11,78
3		1,39	26,09	0,39	21,43	16,59
4		1,54	25,56	0,38	20,30	26,05
5		1,77	25,79	0,25	23,26	22,09
Rata-Rata		1,72	26,18	0,39	21,75	15,65
Waktu Siklus		65,64				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan				
 Dimas						


Lampiran 24 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-8

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 3 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Biro solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0km	1,91	25,96	0,27	21,96	9,61
2		1,24	27,69	0,38	20,95	21,66
3		1,37	27,53	0,36	22,14	5,44
4		1,84	26,28	0,28	20,16	18,95
5		1,68	25,07	0,34	20,91	20,42
Rata-Rata		1,61	26,51	0,32	21,22	15,42
Waktu Siklus						
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan				
 Dimas						


Lampiran 25 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-9

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Senin				
		Tanggal : 5 Mei 2025				
		Jam : 0800 - 1700				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		MITSUBISHI				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pecah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,24	28,09	0,32	23,57	20,04
2		1,79	27,01	0,35	21,97	8,27
3		1,72	26,12	0,25	22,58	7,38
4		1,94	28,82	0,40	21,48	3,42
5		1,93	26,71	0,41	23,85	26,02
Rata-Rata		1,72	27,15	0,35	22,69	13,11
Waktu Siklus		65,28				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 26 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Hari ke-10

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Selasa				
		Tanggal : 6 Mei 2025				
		Jam : 0800 - 1700				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		MITSUBISHI				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pecah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,17	26,11	0,28	20,35	6,26
2		1,46	25,83	0,31	22,01	11,64
3		1,09	28,20	0,36	20,33	26,59
4		1,82	25,24	0,30	23,22	23,20
5		1,18	25,84	0,31	21,94	19,69
Rata-Rata		1,35	26,24	0,31	21,67	17,48
Waktu Siklus		66,95				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 27 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Hari ke-11

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Rabu				
		Tanggal : 7 Mei 2025				
		Jam : 0800 - 1700				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Bio Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,05	27,13	0,34	22,55	2,60
2		1,08	27,07	0,30	23,18	10,31
3		1,44	25,31	0,25	23,85	25,57
4		2,70	26,64	0,28	20,63	9,76
5		1,55	27,06	0,26	21,12	8,78
Rata-Rata		1,74	26,80	0,31	22,27	11,40
Waktu Siklus		62,52				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 28 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Hari ke-12

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Kamis				
		Tanggal : 8 Mei 2025				
		Jam : 0800 - 1700				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Bio Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,32	25,38	0,25	20,26	1,61
2		1,12	27,79	0,36	20,51	2,85
3		1,80	26,13	0,28	21,43	24,78
4		1,99	26,65	0,31	23,11	12,20
5		1,93	25,43	0,32	20,22	23,37
Rata-Rata		1,63	26,28	0,30	21,13	12,96
Waktu Siklus		62,30				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 29 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Hari ke-13

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : <u>Jumat</u>				
		Tanggal : <u>9 Mei 2025</u>				
		Jam : <u>09 00 - 17 00</u>				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		<u>Mitsubishi</u>				
Tipe Dump Truck		<u>Rear Dump Truck</u>				
Ukuran Bak		<u>7 m³</u>				
Kondisi Alat		<u>Baik</u>				
Harga Sewa		<u>Rp. 750.000 / Hari</u>				
Bahan Bakar		<u>Bio Solar</u>				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		<u>Batu Pecah</u>				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	<u>8 km</u>	<u>1,18</u>	<u>27,23</u>	<u>0,32</u>	<u>23,63</u>	<u>6</u>
2		<u>1,49</u>	<u>25,05</u>	<u>0,28</u>	<u>20,23</u>	<u>6,21</u>
3		<u>1,12</u>	<u>27,60</u>	<u>0,37</u>	<u>22,33</u>	<u>28,98</u>
4		<u>1,37</u>	<u>26,14</u>	<u>0,40</u>	<u>20,89</u>	<u>29,01</u>
5		<u>1,01</u>	<u>28,88</u>	<u>0,26</u>	<u>23,56</u>	<u>17,25</u>
Rata-Rata		<u>1,25</u>	<u>26,48</u>	<u>0,34</u>	<u>22,13</u>	<u>17,49</u>
Waktu Siklus		<u>68,29</u>				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 30 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Hari ke-14

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : <u>Sabtu</u>				
		Tanggal : <u>10 Mei 2025</u>				
		Jam : <u>08 00 - 17 00</u>				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		<u>Mitsubishi</u>				
Tipe Dump Truck		<u>Rear Dump Truck</u>				
Ukuran Bak		<u>7 m³</u>				
Kondisi Alat		<u>Baik</u>				
Harga Sewa		<u>Rp. 750.000 / Hari</u>				
Bahan Bakar		<u>Bio Solar</u>				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		<u>Batu Pecah</u>				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	<u>8 km</u>	<u>1,47</u>	<u>26,66</u>	<u>0,30</u>	<u>20,23</u>	<u>4,12</u>
2		<u>1,81</u>	<u>29,00</u>	<u>0,42</u>	<u>22,22</u>	<u>6,49</u>
3		<u>1,94</u>	<u>28,40</u>	<u>0,29</u>	<u>21,80</u>	<u>23,54</u>
4		<u>1,95</u>	<u>27,42</u>	<u>0,29</u>	<u>22,63</u>	<u>19,69</u>
5		<u>1,36</u>	<u>25,45</u>	<u>0,36</u>	<u>22,08</u>	<u>23,85</u>
Rata-Rata		<u>1,71</u>	<u>27,33</u>	<u>0,33</u>	<u>21,80</u>	<u>15,54</u>
Waktu Siklus		<u>66,76</u>				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 31 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-1

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 26 April 2025				
		Jam : 0800 - 1700				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Toyota Dyna					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Biro Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,67	27,00	0,43	21,67	3,12
2		1,59	26,55	0,41	19,92	1,55
3		2,00	25,50	0,4	21,40	2,67
4		1,63	28,42	0,32	21,25	3,00
5		2,12	25,42	0,31	21,57	19,72
Rata-Rata		1,82	26,59	0,36	21,16	12,29
Waktu Siklus		62,22				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 32 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-2

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Minggu				
		Tanggal : 27 April 2025				
		Jam : 0800 - 1700				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Toyota Dyna					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Biro Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,55	26,45	0,48	20,62	4,47
2		1,59	26,70	0,33	21,70	6,68
3		1,73	26,38	0,34	21,40	5,67
4		1,47	28,22	0,40	19,32	10,08
5		1,73	27,17	0,49	21,23	18,40
Rata-Rata		1,62	26,90	0,41	20,85	9,05
Waktu Siklus		58,91				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 33 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-3

Pengamatan Produktivitas <i>Dump Truck</i>		Hari	: Senin				
		Tanggal	: 29 April 2025				
		Jam	: 08.00 - 17.00				
Spesifikasi <i>Dump Truck</i>							
Merk <i>Dump Truck</i>	Toyota Dyna						
Tipe <i>Dump Truck</i>	Rear <i>Dump Truck</i>						
Ukuran Bak	7 m ³						
Kondisi Alat	Baik						
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari						
Bahan Bakar	Btu Solar						
Harga Bahan Bakar							
Upah Operator							
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah						
Waktu Siklus <i>Dump Truck</i>							
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)	
1	0 km	1,92	24,28	0,34	19,05	11,90	
2		1,80	24,77	0,23	21,92	3,23	
3		1,62	27,38	0,21	21,08	7,65	
4		2,47	23,17	0,33	21,55	12,10	
5		1,48	26,08	0,36	20,83	9,03	
Rata-Rata		1,86	25,14	0,33	20,79	8,78	
Waktu Siklus		56,89					
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan				
 Dimas							


Lampiran 34 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-4

Pengamatan Produktivitas <i>Dump Truck</i>		Hari	: Selasa				
		Tanggal	: 29 April 2025				
		Jam	: 08.00 - 17.00				
Spesifikasi <i>Dump Truck</i>							
Merk <i>Dump Truck</i>	Toyota Dyna						
Tipe <i>Dump Truck</i>	Rear <i>Dump Truck</i>						
Ukuran Bak	7 m ³						
Kondisi Alat	Baik						
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari						
Bahan Bakar	Btu Solar						
Harga Bahan Bakar							
Upah Operator							
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah						
Waktu Siklus <i>Dump Truck</i>							
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)	
1	0 km	1,83	26,75	0,36	21,43	17,18	
2		1,80	28,92	0,32	25,37	9,13	
3		1,61	28,38	0,35	20,80	17,33	
4		2,32	29,88	0,36	21,32	15,05	
5		1,98	25,84	0,29	20,81	9,45	
Rata-Rata		1,91	27,95	0,34	21,94	13,03	
Waktu Siklus		65,17					
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan				
 Dimas							


Lampiran 35 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-5

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Rabu				
		Tanggal : 30 April 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Toyota Dyna				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Bio Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pasir				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,66	27,10	0,39	20,73	5,17
2		1,79	25,07	0,29	21,75	5,33
3		1,53	27,25	0,31	19,80	9,57
4		2,12	27,17	0,26	21,77	7,00
5		1,75	24,70	0,27	21,58	5,07
Rata-Rata		1,77	26,26	0,31	21,14	6,57
Waktu Siklus						
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 36 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-6

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Kamis				
		Tanggal : 1 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Toyota Dyna				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Bio Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pasir				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,62	25,67	0,33	21,70	3,10
2		1,97	22,62	0,36	21,42	12,65
3		2,08	20,60	0,42	23,67	14,58
4		1,75	20,27	0,36	21,15	16,53
5		1,84	25,37	0,31	20,75	14,36
Rata-Rata		1,85	25,70	0,36	21,74	12,25
Waktu Siklus		61,09				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 37 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-7

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Juma⁴				
		Tanggal : 2 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Toyota Dyna ⁴					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Biro Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,79	25,00	0,34	22,37	4,25
2		1,61	25,69	0,26	23,00	29,07
3		1,01	26,22	0,27	22,74	14,88
4		1,12	26,90	0,26	23,64	9,99
5		1,66	26,25	0,34	22,19	7,99
Rata-Rata		1,60	26,19	0,29	22,95	13,24
Waktu Siklus						
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 38 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-8

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 3 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Toyota Dyna					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Biro Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,17	27,76	0,31	23,75	6,71
2		1,37	25,45	0,40	23,51	9,96
3		1,66	20,27	0,34	21,12	9,53
4		1,04	28,59	0,40	22,53	12,15
5		1,35	27,90	0,40	23,55	24,06
Rata-Rata		1,32	27,54	0,37	23,09	12,40
Waktu Siklus		64,06				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 39 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-9

Pengamatan Produktivitas <i>Dump Truck</i>		Hari : Senin				
		Tanggal : 5 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi <i>Dump Truck</i>						
Merk <i>Dump Truck</i>	Toyota Dyna					
Tipe <i>Dump Truck</i>	Rear <i>Dump Truck</i>					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Biro Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus <i>Dump Truck</i>						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,29	26,54	0,39	21,27	7,58
2		1,56	28,74	0,37	22,28	5,162
3		1,62	28,96	0,27	22,07	28,64
4		1,74	27,79	0,27	21,44	10,93
5		1,81	28,24	0,40	23,65	16,81
Rata-Rata		1,60	28,05	0,36	22,14	13,53
Waktu Siklus		65,168				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 40 Waktu Siklus *Dump Truck* Toyota Hari ke-10

Pengamatan Produktivitas <i>Dump Truck</i>		Hari : Selasa				
		Tanggal : 6 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi <i>Dump Truck</i>						
Merk <i>Dump Truck</i>	Toyota Dyna					
Tipe <i>Dump Truck</i>	Rear <i>Dump Truck</i>					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Biro Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus <i>Dump Truck</i>						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,4	26,9	0,4	20,2	9,8
2		1,7	28,6	0,3	22,1	5,9
3		1,5	27,1	0,3	21,1	13,2
4		1,0	26,3	0,3	21,3	6,2
5		1,9	27,4	0,4	23,2	16,5
Rata-Rata		1,5	27,2	0,3	21,6	10,3
Waktu Siklus		60,9				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 41 Waktu Siklus Dump Truck Toyota Hari ke-11

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Rabu				
		Tanggal : 7 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Toyota Dyna					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Bio Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,74	27,22	0,35	21,68	9,69
2		1,36	28,83	0,25	20,46	4,24
3		1,84	28,42	0,37	21,90	5,64
4		1,44	26,89	0,28	21,74	33,76
5		1,62	27,54	0,26	21,50	19,90
Rata-Rata		1,45	27,62	0,30	21,46	14,65
Waktu Siklus		65,47				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 42 Waktu Siklus Dump Truck Toyota Hari ke-12

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Kamis				
		Tanggal : 8 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Toyota Dyna					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Bio Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,10	28,61	0,33	23,31	1,64
2		1,90	26,56	0,25	23,62	5,46
3		1,32	28,80	0,41	22,29	20,06
4		1,45	26,17	0,31	22,69	23,31
5		1,79	28,16	0,27	21,98	4,55
Rata-Rata		1,51	27,66	0,31	22,78	11,00
Waktu Siklus		63,27				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 43 Waktu Siklus Dump Truck Toyota Hari ke-13

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Jumat				
		Tanggal : 9 Mei 2025				
		Jam : 00.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Toyota Dyna				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Perah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,09	25,30	0,34	23,00	19,12
2		1,63	27,78	0,33	22,51	10,78
3		1,00	25,10	0,30	23,00	27,04
4		1,46	27,48	0,30	20,75	15,52
5		1,35	27,33	0,26	23,90	29,63
Rata-Rata		1,67	26,61	0,30	22,97	21,62
Waktu Siklus		73,17				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 44 Waktu Siklus Dump Truck Toyota Hari ke-14

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 10 Mei 2025				
		Jam : 00.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Toyota Dyna				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Perah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,52	20,91	0,34	22,24	2,67
2		1,40	25,54	0,26	23,02	10,73
3		1,70	25,05	0,27	20,06	12,47
4		1,59	26,57	0,32	23,62	12,40
5		1,51	20,13	0,32	22,49	26,28
Rata-Rata		1,54	26,00	0,30	22,29	14,71
Waktu Siklus		65,75				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 45 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-1

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 26 April 2025				
		Jam : 08:00 - 17:00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi Fuso				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pecah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,57	27,00	0,34	21,50	3,33
2		1,86	28,38	0,41	19,40	4,33
3		1,75	25,50	0,39	20,88	1,25
4		1,65	27,83	0,33	22,08	30,33
5		1,64	24,88	0,29	20,77	21,25
Rata-Rata		1,69	26,72	0,35	20,93	13,70
Waktu Siklus		63,39				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 46 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-2

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Minggu				
		Tanggal : 27 April 2025				
		Jam : 08:00 - 17:00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Toyota Dyna				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pecah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,55	26,45	0,48	20,62	4,47
2		1,59	26,70	0,33	21,70	6,88
3		1,73	26,38	0,34	21,40	5,67
4		1,47	28,22	0,40	19,32	10,08
5		1,73	27,17	0,49	21,23	18,40
Rata-Rata		1,62	26,98	0,41	20,85	9,05
Waktu Siklus		58,91				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 47 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-3

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Senin				
		Tanggal : 28 April 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi Fuso				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Perah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,87	23,37	0,39	19,57	6,25
2		2,65	20,58	0,31	20,08	1,38
3		1,83	23,25	0,26	19,73	2,48
4		2,55	20,58	0,34	19,87	16,53
5		1,95	24,92	0,36	21,57	23,08
Rata-Rata		2,17	22,54	0,33	20,16	9,85
Waktu Siklus		55,15				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 48 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-4

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Selasa				
		Tanggal : 29 April 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi Fuso				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Perah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,77	24,93	0,30	20,15	15,64
2		1,68	25,61	0,32	19,22	10,43
3		1,65	24,50	0,31	20,80	14,55
4		1,58	25,09	0,32	23,07	14,03
5		1,82	27,54	0,31	20,92	9,32
Rata-Rata		1,70	26,55	0,31	20,83	12,79
Waktu Siklus		61,18				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 49 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-5

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Rabu				
		Tanggal : 30 April 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi Fuso				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Perah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,03	27,55	0,30	22,03	4,82
2		1,25	26,64	0,38	20,92	5,08
3		1,29	26,64	0,41	23,23	20,10
4		1,87	28,21	0,28	23,57	17,56
5		1,81	28,58	0,30	20,44	8,15
Rata-Rata		1,45	27,32	0,33	22,04	11,24
Waktu Siklus		62,49				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 50 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-6

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Kamis				
		Tanggal : 1 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi Fuso				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Perah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,73	28,09	0,26	21,43	6,13
2		1,86	27,49	0,31	20,25	11,40
3		1,23	27,92	0,26	23,55	15,75
4		1,12	27,85	0,38	22,25	23,82
5		1,49	27,09	0,32	20,10	5,91
Rata-Rata		1,51	27,69	0,32	21,52	12,60
Waktu Siklus		63,64				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 51 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-7

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Jumat				
		Tanggal : 2 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi Fuso					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / hari					
Bahan Bakar	Biro Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pasir					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,43	20,27	0,39	20,03	6,79
2		1,42	25,09	0,27	21,35	20,46
3		1,32	27,08	0,37	21,45	29,24
4		1,96	20,01	0,33	21,20	10,69
5		1,04	27,44	0,33	20,21	10,52
Rata-Rata		1,43	26,94	0,34	20,85	17,19
Waktu Siklus		66,70				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 52 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-8

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 3 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi Fuso					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / hari					
Bahan Bakar	Biro Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pasir					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	8 km	1,64	25,34	0,10	23,59	19,37
2		1,61	25,41	0,30	20,02	7,34
3		1,55	27,77	0,36	20,90	22,23
4		1,24	26,30	0,37	22,60	15,93
5		1,66	27,27	0,27	21,47	10,16
Rata-Rata		1,42	26,42	0,33	21,72	15,01
Waktu Siklus		69,89				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 53 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-9

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Senin				
		Tanggal : 5 Mei 2025				
		Jam : 09.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		MITSUBISHI FUSO				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pasir				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,50	20,19	0,36	22,01	5,65
2		1,09	26,35	0,31	20,38	10,61
3		1,04	26,06	0,34	21,15	10,95
4		1,03	25,15	0,39	21,24	6,93
5		1,52	20,08	0,29	22,49	17,76
Rata-Rata		1,40	26,93	0,34	21,65	13,98
Waktu Siklus		63,79				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 54 Waktu Siklus *Dump Truck* Mitsubishi Fuso Hari ke-10

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Selasa				
		Tanggal : 6 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		MITSUBISHI FUSO				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Biro Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pasir				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,1	27,2	0,3	23,0	4,7
2		1,1	26,1	0,3	22,6	10,4
3		1,4	29,0	0,4	21,0	5,8
4		1,2	26,0	0,3	20,8	10,7
5		1,2	20,6	0,3	22,1	14,1
Rata-Rata		1,2	27,4	0,3	21,9	10,7
Waktu Siklus		61,4				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek				Catatan		
 Dimas						


Lampiran 55 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Fuso Hari ke-11

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Rabu				
		Tanggal : 7 Mei 2025				
		Jam : 00.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi Fuso				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Bio Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pecah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,50	20,43	0,26	20,65	4,91
2		1,64	25,11	0,35	23,76	10,54
3		1,39	27,57	0,33	22,18	20,42
4		1,39	20,84	0,40	20,78	4,07
5		1,10	25,07	0,27	22,75	4,92
Rata-Rata		1,40	27,00	0,34	22,02	12,33
Waktu Siklus		63,10				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 56 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Fuso Hari ke-12

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Kamis				
		Tanggal : 8 Mei 2025				
		Jam : 00.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck		Mitsubishi Fuso				
Tipe Dump Truck		Rear Dump Truck				
Ukuran Bak		7 m ³				
Kondisi Alat		Baik				
Harga Sewa		Rp. 750.000 / Hari				
Bahan Bakar		Bio Solar				
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan		Batu Pecah				
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1,55	20,77	0,40	21,40	3,16
2		1,14	28,05	0,35	20,40	5,27
3		1,70	25,29	0,39	22,02	5,20
4		1,08	20,95	0,31	21,48	24,95
5		1,95	20,94	0,38	21,61	5,25
Rata-Rata		1,48	27,60	0,37	21,62	0,77
Waktu Siklus		59,79				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dimas						


Lampiran 57 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Fuso Hari ke-13

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Jumat				
		Tanggal : 9 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 1700				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi Fuso					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Bjo Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Bekas					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1:70	27:14	0:30	23:26	4:22
2		1:16	28:64	0:39	23:00	10:40
3		1:16	26:67	0:41	23:46	19:30
4		1:03	26:51	0:39	23:05	7:06
5		1:59	26:52	0:41	23:37	25:63
Rata-Rata		1:42	27:10	0:38	23:57	13:32
Waktu Siklus		65,70				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dumas						


Lampiran 58 Waktu Siklus Dump Truck Mitsubishi Fuso Hari ke-14

Pengamatan Produktivitas Dump Truck		Hari : Sabtu				
		Tanggal : 10 Mei 2025				
		Jam : 08.00 - 17.00				
Spesifikasi Dump Truck						
Merk Dump Truck	Mitsubishi Fuso					
Tipe Dump Truck	Rear Dump Truck					
Ukuran Bak	7 m ³					
Kondisi Alat	Baik					
Harga Sewa	Rp. 750.000 / Hari					
Bahan Bakar	Bjo Solar					
Harga Bahan Bakar						
Upah Operator						
Jenis Material Pekerjaan	Batu Pecah					
Waktu Siklus Dump Truck						
Siklus	Jarak	Muat (Menit)	Angkut (Menit)	Bongkar (Menit)	Kembali (Menit)	Tunggu (Menit)
1	0 km	1:45	25:59	0:40	21:47	3:54
2		1:46	28:92	0:33	21:32	20:10
3		1:24	25:30	0:27	20:51	7:10
4		1:14	27:56	0:28	21:38	27:23
5		1:47	26:67	0:28	20:77	14:11
Rata-Rata		1:45	27:01	0:31	21:19	14:11
Waktu Siklus		64,37				
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek			Catatan			
 Dumas						


Lampiran 59 Waktu Berhenti Alat Hari ke-1

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	15.74	9.613
	Pengamatan Siang	5.18	
	Pengamatan Sore	7.92	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	2.73	13.513
	Pengamatan ke-2	3.43	
	Pengamatan ke-3	10.03	
	Pengamatan ke-4	31.25	
	Pengamatan ke-5	20.12	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	3.12	12.290
	Pengamatan ke-2	1.55	
	Pengamatan ke-3	2.07	
	Pengamatan ke-4	35.00	
	Pengamatan ke-5	19.72	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	3.33	13.700
	Pengamatan ke-2	4.33	
	Pengamatan ke-3	1.25	
	Pengamatan ke-4	38.33	
	Pengamatan ke-5	21.25	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			

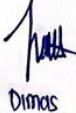
Lampiran 60 Waktu Berhenti Alat Hari ke-2

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	6.48	6.137
	Pengamatan Siang	4.31	
	Pengamatan Sore	7.62	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	1.01	9.066
	Pengamatan ke-2	4.07	
	Pengamatan ke-3	3.58	
	Pengamatan ke-4	15.09	
	Pengamatan ke-5	21.58	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	4.47	9.050
	Pengamatan ke-2	6.68	
	Pengamatan ke-3	5.67	
	Pengamatan ke-4	10.03	
	Pengamatan ke-5	18.40	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	5.07	16.581
	Pengamatan ke-2	27.42	
	Pengamatan ke-3	23.23	
	Pengamatan ke-4	17.57	
	Pengamatan ke-5	9.62	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 61 Waktu Berhenti Alat Hari ke-3

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	7.16	6.763
	Pengamatan Siang	7.94	
	Pengamatan Sore	5.19	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	2.57	8.830
	Pengamatan ke-2	1.55	
	Pengamatan ke-3	7.30	
	Pengamatan ke-4	13.00	
	Pengamatan ke-5	19.73	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	11.90	8.783
	Pengamatan ke-2	3.23	
	Pengamatan ke-3	7.65	
	Pengamatan ke-4	12.10	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	6.25	9.947
	Pengamatan ke-2	1.38	
	Pengamatan ke-3	2.48	
	Pengamatan ke-4	16.53	
	Pengamatan ke-5	23.08	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 62 Waktu Berhenti Alat Hari ke-4

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	9.59	9.330
	Pengamatan Siang	7.95	
	Pengamatan Sore	10.45	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	9.90	14.503
	Pengamatan ke-2	21.33	
	Pengamatan ke-3	6.72	
	Pengamatan ke-4	14.65	
	Pengamatan ke-5	19.92	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	17.18	13.630
	Pengamatan ke-2	9.13	
	Pengamatan ke-3	17.33	
	Pengamatan ke-4	15.05	
	Pengamatan ke-5	9.45	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	15.64	12.795
	Pengamatan ke-2	10.43	
	Pengamatan ke-3	14.55	
	Pengamatan ke-4	14.03	
	Pengamatan ke-5	9.32	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 63 Waktu Berhenti Alat Hari ke-5

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	5.19	8.073
	Pengamatan Siang	10.83	
	Pengamatan Sore	8.20	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	3.50	9.246
	Pengamatan ke-2	15.63	
	Pengamatan ke-3	10.42	
	Pengamatan ke-4	5.98	
	Pengamatan ke-5	10.70	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	5.07	6.567
	Pengamatan ke-2	5.33	
	Pengamatan ke-3	9.57	
	Pengamatan ke-4	7.00	
	Pengamatan ke-5	5.87	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	4.82	11.342
	Pengamatan ke-2	5.08	
	Pengamatan ke-3	20.10	
	Pengamatan ke-4	17.56	
	Pengamatan ke-5	9.15	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 64 Waktu Berhenti Alat Hari ke-6

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	9.19	6.740
	Pengamatan Siang	4.93	
	Pengamatan Sore	6.10	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	7.21	12.682
	Pengamatan ke-2	22.12	
	Pengamatan ke-3	7.91	
	Pengamatan ke-4	10.86	
	Pengamatan ke-5	15.31	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	3.10	12.245
	Pengamatan ke-2	12.65	
	Pengamatan ke-3	14.58	
	Pengamatan ke-4	16.53	
	Pengamatan ke-5	14.36	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	6.13	12.602
	Pengamatan ke-2	11.40	
	Pengamatan ke-3	15.75	
	Pengamatan ke-4	23.82	
	Pengamatan ke-5	5.91	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 65 Waktu Berhenti Alat Hari ke-7

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	7.19	8.367
	Pengamatan Siang	12.84	
	Pengamatan Sore	5.07	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	4.14	15.650
	Pengamatan ke-2	11.78	
	Pengamatan ke-3	10.59	
	Pengamatan ke-4	29.65	
	Pengamatan ke-5	22.09	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	4.25	13.236
	Pengamatan ke-2	29.07	
	Pengamatan ke-3	14.88	
	Pengamatan ke-4	9.99	
	Pengamatan ke-5	7.99	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	6.79	17.140
	Pengamatan ke-2	28.46	
	Pengamatan ke-3	29.24	
	Pengamatan ke-4	10.69	
	Pengamatan ke-5	10.52	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 66 Waktu Berhenti Alat Hari ke-8

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	5.75	7.883
	Pengamatan Siang	7.16	
	Pengamatan Sore	10.74	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	9.61	15.416
	Pengamatan ke-2	22.66	
	Pengamatan ke-3	5.44	
	Pengamatan ke-4	18.95	
	Pengamatan ke-5	20.42	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	6.71	12.482
	Pengamatan ke-2	9.96	
	Pengamatan ke-3	9.53	
	Pengamatan ke-4	12.15	
	Pengamatan ke-5	24.06	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	19.37	15.006
	Pengamatan ke-2	7.34	
	Pengamatan ke-3	22.23	
	Pengamatan ke-4	15.93	
	Pengamatan ke-5	10.16	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 67 Waktu Berhenti Alat Hari ke-9

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	12.85	10.637
	Pengamatan Siang	8.31	
	Pengamatan Sore	10.75	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	20.04	13.108
	Pengamatan ke-2	8.27	
	Pengamatan ke-3	7.78	
	Pengamatan ke-4	3.42	
	Pengamatan ke-5	26.03	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	7.58	13.526
	Pengamatan ke-2	5.62	
	Pengamatan ke-3	26.69	
	Pengamatan ke-4	10.93	
	Pengamatan ke-5	16.81	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	5.65	13.480
	Pengamatan ke-2	18.61	
	Pengamatan ke-3	18.95	
	Pengamatan ke-4	6.43	
	Pengamatan ke-5	17.76	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 68 Waktu Berhenti Alat Hari ke-10

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	4.35	6.793
	Pengamatan Siang	7.93	
	Pengamatan Sore	8.10	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	6.26	17.476
	Pengamatan ke-2	11.64	
	Pengamatan ke-3	26.59	
	Pengamatan ke-4	23.2	
	Pengamatan ke-5	19.69	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	9.82	10.318
	Pengamatan ke-2	5.89	
	Pengamatan ke-3	13.19	
	Pengamatan ke-4	6.23	
	Pengamatan ke-5	16.46	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	4.65	10.718
	Pengamatan ke-2	18.41	
	Pengamatan ke-3	5.75	
	Pengamatan ke-4	10.7	
	Pengamatan ke-5	14.08	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 69 Waktu Berhenti Alat Hari ke-11

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	15.96	9.357
	Pengamatan Siang	6.93	
	Pengamatan Sore	5.18	
Dump Truck Mitsubishi	Pengamatan ke-1	2.6	11.404
	Pengamatan ke-2	10.31	
	Pengamatan ke-3	25.57	
	Pengamatan ke-4	9.76	
	Pengamatan ke-5	8.78	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	9.69	14.646
	Pengamatan ke-2	4.24	
	Pengamatan ke-3	5.64	
	Pengamatan ke-4	33.76	
	Pengamatan ke-5	19.9	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	4.91	12.332
	Pengamatan ke-2	18.54	
	Pengamatan ke-3	28.42	
	Pengamatan ke-4	4.87	
	Pengamatan ke-5	4.92	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			


Lampiran 70 Waktu Berhenti Alat Hari ke-12

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	9.41	7.390
	Pengamatan Siang	5.84	
	Pengamatan Sore	6.92	
Dump Truck Mitsubishi	Pengamatan ke-1	1.61	12.962
	Pengamatan ke-2	2.85	
	Pengamatan ke-3	24.78	
	Pengamatan ke-4	12.2	
	Pengamatan ke-5	23.37	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	1.64	11.004
	Pengamatan ke-2	5.46	
	Pengamatan ke-3	20.06	
	Pengamatan ke-4	23.31	
	Pengamatan ke-5	4.55	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	3.16	8.766
	Pengamatan ke-2	5.27	
	Pengamatan ke-3	5.2	
	Pengamatan ke-4	24.95	
	Pengamatan ke-5	5.25	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			

Lampiran 71 Waktu Berhenti Alat Hari ke-13

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	9.65	11.517
	Pengamatan Siang	15.06	
	Pengamatan Sore	9.84	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	6	17.490
	Pengamatan ke-2	6.21	
	Pengamatan ke-3	28.98	
	Pengamatan ke-4	29.01	
	Pengamatan ke-5	17.25	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	17.12	21.618
	Pengamatan ke-2	18.78	
	Pengamatan ke-3	27.04	
	Pengamatan ke-4	15.52	
	Pengamatan ke-5	29.63	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	4.22	13.322
	Pengamatan ke-2	10.4	
	Pengamatan ke-3	19.3	
	Pengamatan ke-4	7.06	
	Pengamatan ke-5	25.63	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			

Lampiran 72 Waktu Berhenti Alat Hari ke-14

Jenis Alat	Waktu	Waktu Berhenti dalam 1 jam (menit)	Rata-rata (menit)
Excavator XCMG	Pengamatan Pagi	5.72	8.430
	Pengamatan Siang	6.94	
	Pengamatan Sore	12.63	
Dump Truck Mitshubishi	Pengamatan ke-1	4.12	15.538
	Pengamatan ke-2	6.49	
	Pengamatan ke-3	23.54	
	Pengamatan ke-4	19.69	
	Pengamatan ke-5	23.85	
Dump Truck Toyota	Pengamatan ke-1	2.67	14.714
	Pengamatan ke-2	19.75	
	Pengamatan ke-3	12.47	
	Pengamatan ke-4	12.4	
	Pengamatan ke-5	26.28	
Dump Truck Mitsubishi Fuso	Pengamatan ke-1	3.54	14.410
	Pengamatan ke-2	20.1	
	Pengamatan ke-3	7.1	
	Pengamatan ke-4	27.21	
	Pengamatan ke-5	14.1	
Mengetahui Staff Lapangan/Proyek		Catatan	
 Dimas			