

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Tinjauan Umum

Studi kasus dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Underpass Kentungan, Yogyakarta.

Lokasi Proyek : Jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman, DIY.

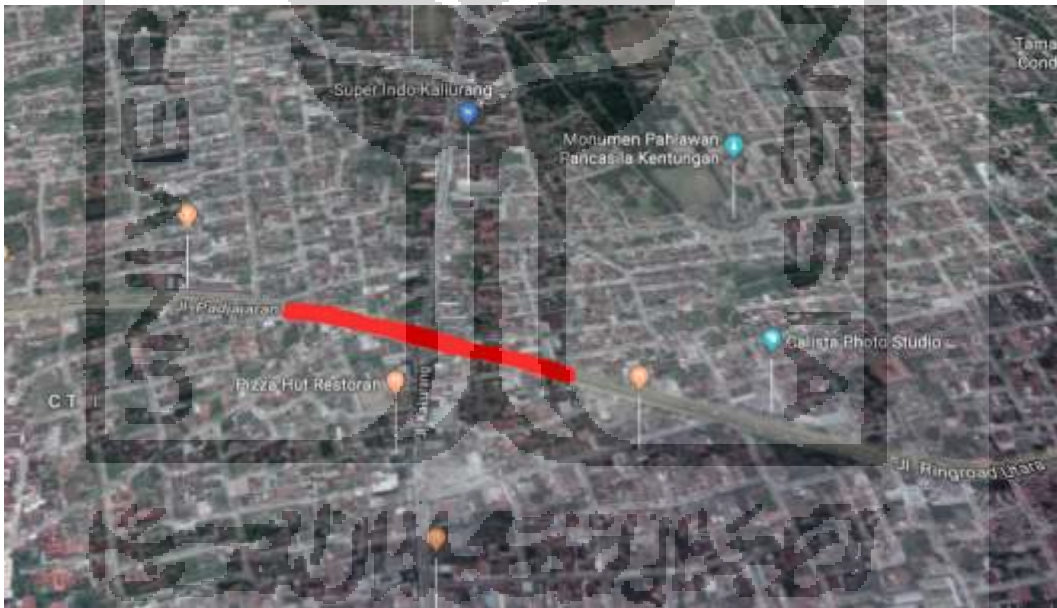
Panjang Pekerjaan Jalan : 900 m

Lebar Pekerjaan Jalan : 16,5 m

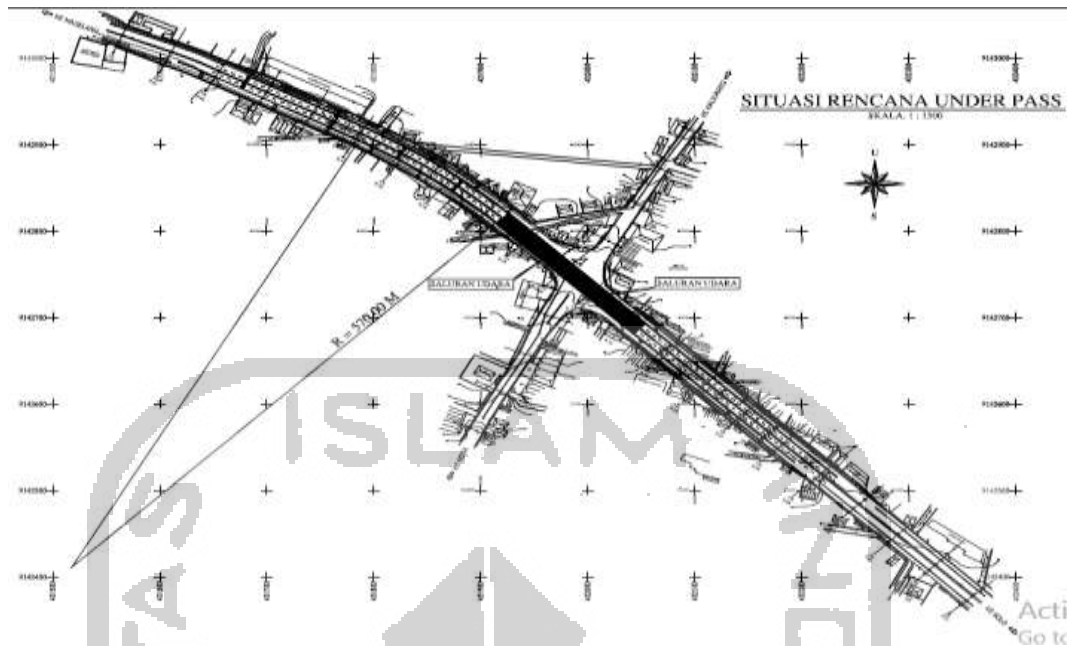
Kedalaman Galian : 1~7 m

Jarak Pembuangan Tanah : 21 km (Kentungan – Tempel, Sleman)

Berikut adalah lokasi proyek pembangunan *underpass* Kentungan pada peta.



Gambar 5. 1 Lokasi Proyek Underpass Pada Peta



Gambar 5. 2 Situasi Rencana Underpass

(sumber : Gambar Desain Peta Layout Rencana Underpass)

5.2 Analisis Data

5.2.1 Alat Berat yang digunakan

Berikut adalah jenis dan spesifikasi alat berat yang digunakan pada proyek pembangunan underpass kentungan, Yogyakarta.

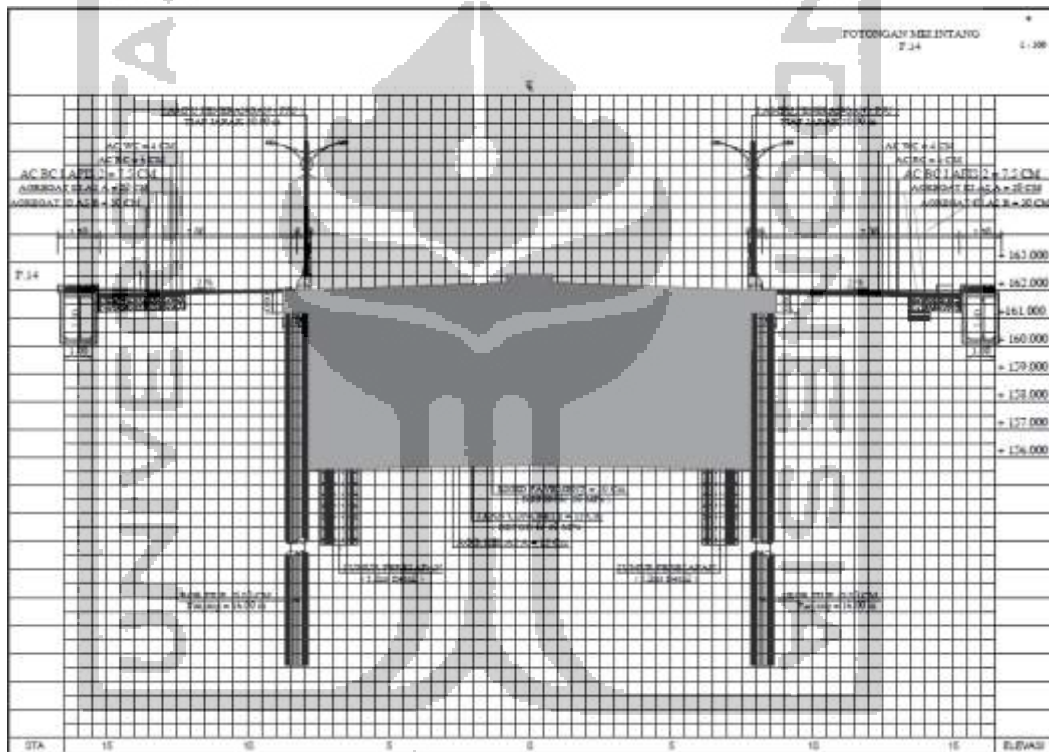
1. Jenis Alat : Excavator
 Merk/Tipe : Caterpillar CAT 306E2
 Kapasitas : 0,25 m³
 Kondisi Alat : Baik
 Fungsi Alat : Menggali dan memuat tanah ke dump truck
2. Jenis Alat : Excavator
 Merk/Tipe : Komatsu PC 200-8
 Kapasitas : 1 m³
 Kondisi Alat : Baik
 Fungsi Alat : Menggali dan memuat tanah ke dump truck
3. Jenis Alat : Dump Truck
 Merk/Tipe : Mitsubishi Fuso HD125FS
 Kapasitas : 7 – 9 m³

Kondisi Alat : Baik

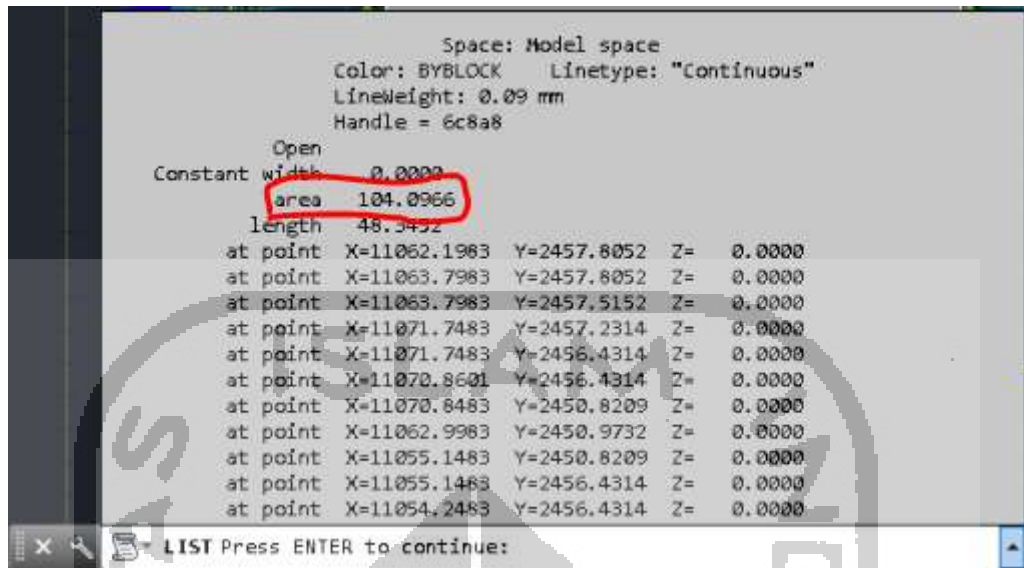
Fungsi Alat : Alat angkut galian tanah ke pembuangan (*quarry*)

5.2.2 Perhitungan Volume Galian Tanah

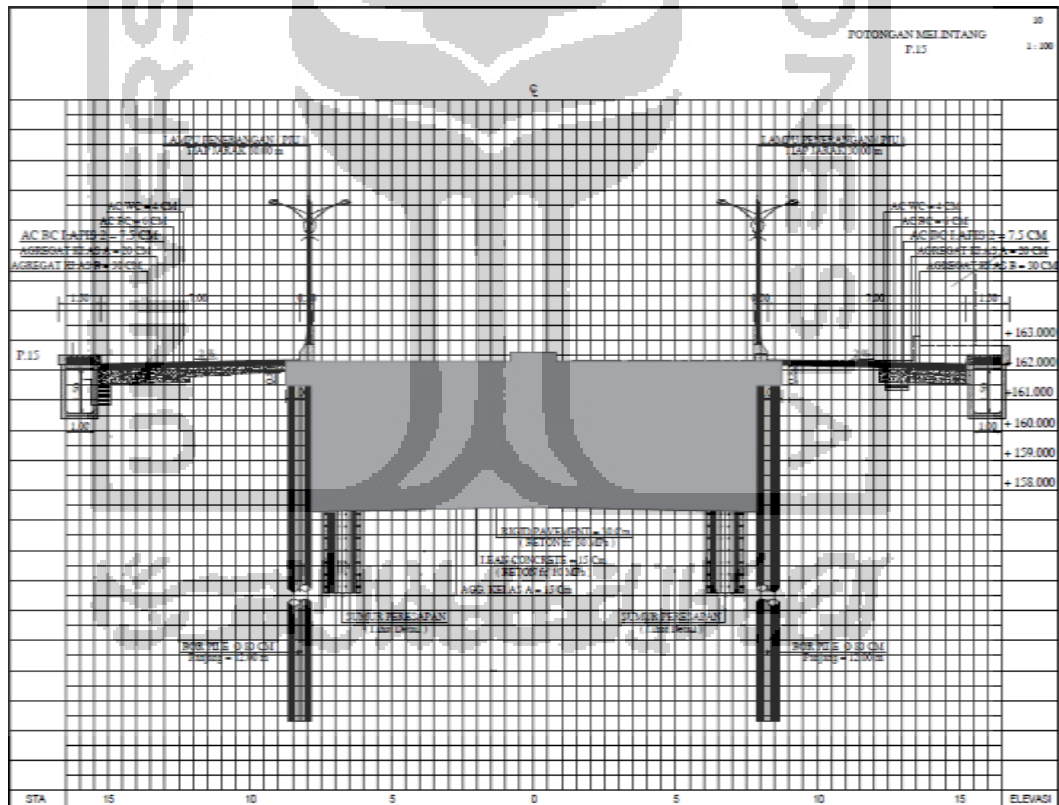
Dalam menghitung volume galian tanah digunakan metode *cross section* dan metode prismoida. Metode *cross section* diterapkan pada software AutoCad untuk mengetahui luas area penampang melintang (*cross section*) dan kemudian dapat menghitung volume galian tanah menggunakan metode prismoidal. Pada gambar 5.3 dapat dilihat contoh perhitungan luas area penampang melintang menggunakan software AutoCad 2016.



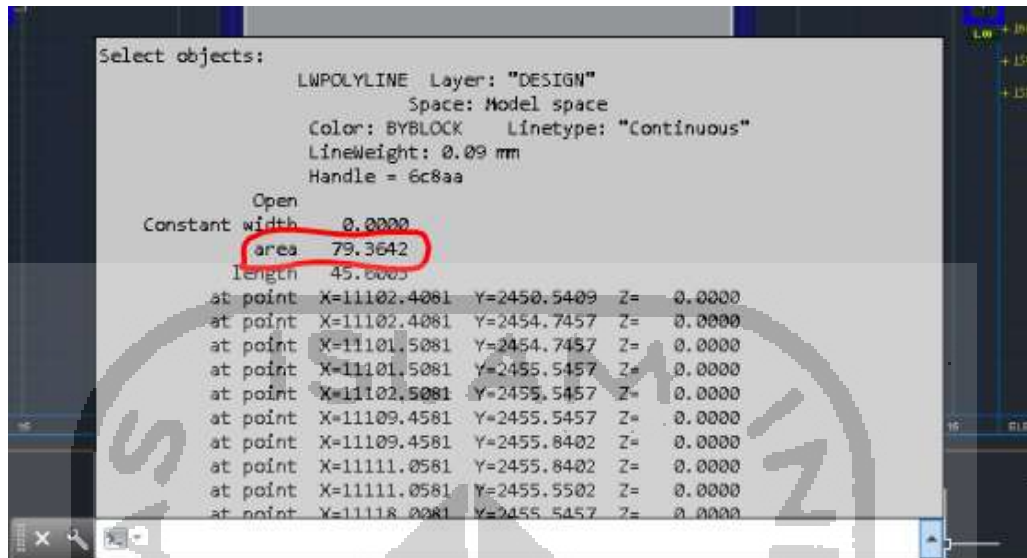
Gambar 5.3 Cross Section P.14 STA 0+700



Gambar 5. 4 Luas area pada Cross Section P.14 STA 0+700



Gambar 5. 5 Cross Section P.15 STA 0+700



Gambar 5. 6 Luas area pada Cross Section P.15 STA 0+700

Setelah mendapatkan dua luas area cross section, langkah selanjutnya adalah mencari volume galian tanah menggunakan metode prismoida. Berikut adalah salah satu contoh perhitungannya.

$$A_1 : 104,0966 \text{ m}^3$$

$$A_2 : 79,3642 \text{ m}^3$$

$$h : 50 \text{ m}$$

$$V : \frac{h}{6} \times (A_1 + 4 \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) + A_2)$$

$$: \frac{50}{6} \times (104,0966 + 4 \left(\frac{104,0966 + 79,3642}{2} \right) + 79,3642)$$

$$: 4586,520 \text{ m}^3$$

Dimana,

$$A_1 : \text{Luas Cross Section 1}$$

$$A_2 : \text{Luas Cross Section 2}$$

$$h : \text{Jarak Cross Section 1 ke Cross Section 2}$$

$$V : \text{Volume Galian Tanah}$$

Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan volume galian tanah pada Tabel 5.1

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Perhitungan Volume Galian Tanah

No.	STATION (STA)	Luas Cross Section (m ²)	d (m)	Panjang Cross (m)	Volume (m ³)
1	P.09/0+401	72,5748	3,6 - 6,0	50	4574,65
2	P.10/0+450	110,411			
5	P.11/0+501	109,328	6,7 - 6,8	35,5	3881,14
6	P.12/0+550	109,328			
7	P.12/0+551	109,328	6,8 - 6,9	50	5509,18
8	P.13/0+600	111,039			
9	P.13/0+601	111,039	6,9 - 5,9	50	5378,4
10	P.14/0+650	104,097			
11	P.14/0+651	104,097	5,9 - 4,2	50	4586,52
12	P.15/0+700	79,3642			
13	P.15/0+701	79,3642	4,2 - 2,4	50	3278,87
14	P.16/0+750	51,7904			
15	P.16/0+751	51,7904	2,4 - 0,5	50	30,2326
16	P.17/0+800	25,6177			
TOTAL					27.238,98

Keterangan :

	Wilayah galian tanah dengan Excavator PC 200-8 (1 m ³)
	Wilayah galian tanah dengan Excavator CAT 306E2 (0,25 m ³)

Dari perhitungan volume galian tanah diatas, diperoleh total galian tanah sebesar 27.238,98 m³. Proses penggalian tanah tersebut dibagi dalam dua tahap, menyesuaikan dengan area yang digali. Untuk pekerjaan galian tanah pada P.09/0+401 sampai P.10/0+450 dan P.14/0+651 sampai P.17/0+600 menggunakan excavator PC 200-8 berkapasitas bucket 1 m³. Sedangkan pada galian utama underpass yaitu pada P.11/0+501 sampai P.14 /0+650 menggunakan excavator CAT 306E2 berkapasitas lebih kecil yaitu 0,25 m³ dimana excavator berkapasitas besar tidak dapat memasuki area tersebut karena terhalang void diatasnya.

Dari data yang diperoleh, jenis tanah penggalian yaitu pasir halus. Mengacu pada buku Rochmanhadi (1986) nilai faktor swelling atau faktor

penggalian yaitu sebesar 1+11% (1,11). Dimana nilai faktor ini adalah koefisien pengali dari kondisi tanah yang digali. Berikut adalah perhitungan perubahan volume galian tanah:

$$\begin{aligned} \text{Total Volume Galian Tanah} &= 27238,98 \text{ m}^3 \\ \text{Volume Galian x Swelling} &= 27238,98 \text{ m}^3 \times (1,11) \\ &= 30235,27 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

5.2.3 'Produktivitas Alat Berat

1. Excavator CAT 306E2

Tipe	: Caterpillar CAT 306E2
Kapasitas Bucket (q')	: 0,25 m ³
Faktor Bucket (K)	: 0,8
Efisiensi Kerja (E)	: 0,75
Waktu Gali	: 5,34 detik
Waktu Putar Isi	: 4,85 detik
Waktu Buang	: 3,85 detik
Waktu Putar Kosong	: 4,01 detik

Berikut adalah rekapitulasi data hasil pengamatan waktu siklus excavator CAT 306E2 pada Tabel 5.2

Tabel 5. 2 Data Pengamatan Waktu Siklus Excavator CAT 306E2

Siklus	PENGAMATAN			
	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)
waktu (detik)				
1	4,52	4,65	4,4	4,21
2	5,2	5,33	3,89	3,39
3	5,55	5,78	3,61	4,6
4	5,65	4,39	4,23	3,43
5	6,9	4,38	3,17	4,76
6	5,23	4,21	4,42	4,14
7	4,39	5,77	4,71	3,23
8	5,89	4,44	3,21	3,89
9	5,42	3,87	3,19	4,57

Siklus	PENGAMATAN			
	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)
	waktu (detik)			
10	4,69	5,68	3,67	3,88
Rata-Rata	5,34	4,85	3,85	4,01
Waktu Siklus Rata-rata	18,05			

Merujuk pada penelitian Sokop, dkk. (2018), waktu siklus excavator (Gali, Putar, Buang) menggunakan nilai rata-rata dari sampel yang diambil, bukan yang terbesar atau terkecil.

a. Produktivitas Penggalian

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus (Cms)} &= \text{Waktu gali} + \text{waktu putar isi} + \text{waktu buang} \\
 &\quad + \text{waktu putar kosong} \\
 &= 5,34 + 4,85 + 3,85 + 4,01 \\
 &= 18,05 \text{ detik} = 0,3 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi/siklus (q)} &= q' \times K \\
 &= 0,25 \text{ m}^3 \times 0,8 \\
 &= 0,2 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Produktivitas excavator per jam (Q)

$$\begin{aligned}
 (Q) &= \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{0,2 \times 3600 \times 0,75}{18}
 \end{aligned}$$

$$= 30 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas excavator per hari

$$\begin{aligned}
 &= \text{produktivitas per jam} \times \text{jam kerja} \\
 &= 30 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 240 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Excavator PC 200-8

Tipe : Komatsu PC 200-8

Kapasitas Bucket (q') : 1 m³

Faktor Bucket (K) : 0,8

Efisiensi Kerja (E)	: 0,75
Waktu Gali	: 6,24 detik
Waktu Putar Isi	: 5,15 detik
Waktu Buang	: 4,15 detik
Waktu Putar Kosong	: 4,71 detik

Berikut adalah rekapitulasi data hasil pengamatan waktu siklus excavator Komatsu PC 200-8 pada Tabel 5.3

Tabel 5. 3 Data Pengamatan Waktu Siklus Excavator PC 200-8

Siklus	PENGAMATAN			
	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)
	waktu (detik)			
1	5,52	4,65	4,4	4,21
2	5,2	5,33	4,89	4,39
3	7,55	5,78	3,61	4,6
4	5,65	4,39	4,23	5,43
5	6,9	4,38	3,17	4,76
6	5,23	4,21	4,42	4,14
7	7,39	6,77	4,71	5,23
8	6,89	4,44	3,21	4,89
9	5,42	5,87	4,19	4,57
10	6,69	5,68	4,67	4,88
Rata-Rata	6,24	5,15	4,15	4,71
Waktu Siklus	20,25			

Merujuk pada penelitian Sokop, dkk. (2018), waktu siklus excavator (Gali, Putar, Buang) menggunakan nilai rata-rata dari sampel yang diambil, bukan yang terbesar atau terkecil.

a. Produktivitas Penggalian

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus (Cms)} &= \text{Waktu gali} + \text{Waktu putar isi} + \text{waktu buang} + \\
 &\quad \text{waktu putar kosong} \\
 &= 6,24 + 5,15 + 4,15 + 4,40 \\
 &= 20,25 \text{ detik} = 0,34 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi/siklus (q)} &= q' \times K \\
 &= 1 \text{ m}^3 \times 0,8 \\
 &= 0,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Produktivitas excavator per jam (Q)

$$\begin{aligned}
 (Q) &= \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,75}{20,25} \\
 &= 106,67 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3. Dump Truck (Untuk Pemuat 1 m³)

Merk/Tipe	: Mitsubishi Fuso HD125FS
Kapasitas Angkut Bak (c)	: 7 – 9 m ³ ≈ 8 m ³
Kapasitas Pemuat (q')	: 1 m ³
Faktor Bucket Pemuat (K)	: 0,8
Efisiensi Kerja (E)	: 0,75
Jarak Angkut (D)	: 21 km = 21.000 m
Kecepatan Bermuatan (V ₁)	: 24,70 km/jam = 406,67 m/menit
Kecepatan Kosong (V ₂)	: 35,00 km/jam = 566,67 m/menit
Waktu Buang (t ₁)	: 0,38 menit
Waktu Tunggu (t ₂)	: 0,72 menit
Waktu Siklus Pemuat (Cms)	: 0,34 menit

Kecepatan dump truck pada kondisi bermuatan dan pada kondisi kosong dapat dicari dari perhitungan secara teoritis dari hasil pengamatan, berikut contoh perhitungannya:

1.) Kondisi Bermuatan

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak pembuangan (d)} &= 21 \text{ km} \\
 \text{Jam Berangkat} &= 13:36 \\
 \text{Jam Tiba} &= 14:27 \\
 \text{Lama Perjalanan (t)} &= \text{Jam Tiba} - \text{Jam Berangkat} \\
 &= 51 \text{ menit} \approx 0,85 \text{ jam} \\
 \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\
 &= \frac{21 \text{ km}}{0,85 \text{ jam}} = 24,70 \text{ km/jam} \approx 25 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

2.) Kondisi Kosong

$$\begin{aligned} \text{Jarak pembuangan (d)} &= 21 \text{ km} \\ \text{Jam Berangkat} &= 14:34 \\ \text{Jam Tiba} &= 15:10 \\ \text{Lama Perjalanan (t)} &= \text{Jam Tiba} - \text{Jam Berangkat} \\ &= 36 \text{ menit} \approx 0,6 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{21 \text{ km}}{0,6 \text{ jam}} = 35 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kelengkapan data-data pengamatan dan validasi data dapat dilihat pada bagian lampiran. Berikut adalah rekapitulasi data hasil pengamatan waktu siklus dump truck untuk pemuat excavator Komatsu PC 200-8 pada Tabel 5.4

Tabel 5. 4 Data Waktu Siklus Dump Truck (Pemuat Excavator 1m³)

No	Tanggal	Loading	Berangkat		Dumping	Pulang		Jarak
			Start	Finish		Start	Finish	
1	8/7 '19	43,22	13.36	14.27	23,42	14.34	15.10	21 km
2	9/7 '19	42,18	08.42	09.40	22,81	09.47	10.24	21 km
3	9/7 '19	44,47	13.23	14.14	21,63	14.21	14.59	21 km
4	10/7 '19	42,61	09.32	10.09	22,20	10.17	10.53	21 km
5	10/7 '19	43,8	13.41	14.39	23,42	14.45	15.23	21 km

- a. Produktivitas dump truck yang dimuat oleh excavator kapasitas 1 m³ dengan waktu siklus (Cms) 0,3 menit.

Jumlah siklus excavator untuk mengisi 1 dump truck (n)

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{c}{q' \times K} \\ &= \frac{8 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3 \times 0,8} \\ &= 10 \text{ siklus} \end{aligned}$$

$$\text{Produksi per siklus (C)} = n \times q' \times K$$

$$= 10 \times 1 \text{ m}^3 \times 0,8$$

$$= 8 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \\ &= 10 \times 0,34 + \frac{21000}{406,67} + \frac{21000}{566,67} + 0,38 + 0,72 \\ &= 93,20 \text{ menit} \approx 1,55 \text{ jam} \end{aligned}$$

Produktivitas per jam (m^3/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{c \times 60 \times E}{Cm} \\ &= \frac{8 \times 60 \times 0,75}{93,20} \\ &= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4. Dump Truck (Untuk Pemuat $0,25 \text{ m}^3$)

Merk/Tipe	: Mitsubishi Fuso HD125FS
Kapasitas Angkut Bak (c)	: $7 - 9 \text{ m}^3 \approx 8 \text{ m}^3$
Kapasitas Pemuat (q')	: $0,25 \text{ m}^3$
Faktor Bucket Pemuat (K)	: 0,8
Efisiensi Kerja (E)	: 0,75
Jarak Angkut (D)	: 21 km = 21.000 m
Kecepatan Bermuatan (V_1)	: 23,86 km/jam = 410 m/menit
Kecepatan Kosong (V_2)	: 33,00 km/jam = 556,67 m/menit
Waktu Buang (t_1)	: 0,38 menit
Waktu Tunggu (t_2)	: 0,72 menit
Waktu Siklus Pemuat (Cms)	: 0,3 menit

Kecepatan dump truck pada kondisi bermuatan dan pada kondisi kosong dapat dicari dari perhitungan secara teoritis dari hasil pengamatan, berikut contoh perhitungannya:

1.) Kondisi Bermuatan

Jarak pembuangan (d)	= 21 km
Jam Berangkat	= 08:21
Jam Tiba	= 09:14
Lama Perjalanan (t)	= Jam Tiba – Jam Berangkat
	= 53 menit \approx 0,88 jam

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{21 \text{ km}}{0,88 \text{ jam}} = 23,86 \text{ km/jam} \approx 24 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

2.) Kondisi Kosong

$$\text{Jarak pembuangan (d)} = 21 \text{ km}$$

$$\text{Jam Berangkat} = 09:22$$

$$\text{Jam Tiba} = 10:02$$

$$\begin{aligned} \text{Lama Perjalanan (t)} &= \text{Jam Tiba} - \text{Jam Berangkat} \\ &= 40 \text{ menit} \approx 0,67 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{21 \text{ km}}{0,67 \text{ jam}} = 32,34 \text{ km/jam} \approx 33 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kelengkapan data-data pengamatan dan validasi data dapat dilihat pada bagian lampiran. Berikut adalah rekapitulasi data hasil pengamatan waktu siklus dump truck untuk pemuat excavator CAT 306E2 pada Tabel 5.5

Tabel 5. 5 Data Waktu Siklus Dump Truck (Pemuat Excavator 0,25 m³)

No	Tanggal	Loading	Berangkat		Dumping	Pulang		Jarak
			Start	Finish		Start	Finish	
1	11/7 '19	43,2	08.21	09.14	23,4	09.22	10.02	21 km
2	11/7 '19	42	13.27	14.17	22,8	14.23	15.01	21 km
3	12/7 '19	44,4	08.41	09.29	21,6	09.35	10.11	21 km
4	13/7 '19	42,6	08.52	09.45	22,2	09.53	10.29	21 km
5	13/7 '19	43,8	13.42	14.34	23,4	14.39	15.16	21 km

- a. Produktivitas dump truck yang dimuat oleh excavator kapasitas 0,25 m³ dengan waktu siklus (Cms) 0,3 menit.

Jumlah siklus excavator untuk mengisi 1 dump truck (n)

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{c}{q' \times K} \\ &= \frac{8 \text{ m}^3}{0,25 \text{ m}^3 \times 0,8} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 40 \text{ siklus} \\
 \text{Produksi per siklus (C)} &= n \times q' \times K \\
 &= 40 \times 0,25 \text{ m}^3 \times 0,8 \\
 &= 8 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu Siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \\
 &= 40 \times 0,3 + \frac{21000}{410} + \frac{21000}{556,67} + 0,38 + 0,72 \\
 &= 102,04 \text{ menit} \approx 1,7 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas per jam (m}^3\text{/jam)} \\
 Q &= \frac{c \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{8 \times 60 \times 0,75}{102,04} \\
 &= 3,52 \text{ m}^3\text{/jam}
 \end{aligned}$$

5.2.4 Biaya Sewa Alat Berat

Dari hasil pengumpulan data didapatkan harga sewa alat berat yang digunakan pada proyek pembangunan underpass Kentungan untuk pekerjaan galian tanah. Harga sewa alat berat yang didapat sudah termasuk biaya bahan bakar dan operator. Berikut adalah rincian biaya sewa alat berat untuk pekerjaan galian tanah :

1. Excavator
 - a. Merek/Tipe : Excavator Caterpillar CAT 306E2
 Harga Sewa Alat : Rp. 275.000,00 - per jam
 Biaya Sewa/hari : Rp. 275.000,00 - \times 8 jam = Rp. 2.200.000,00/hari
 - b. Merek/Tipe : Excavator Komatsu PC 200-8
 Harga Sewa Alat : Rp. 575.000,00 - per jam
 Biaya Sewa/hari : Rp. 575.000,00 \times 8 jam = Rp. 4.600.000,00/hari
2. Dump Truck
 - Merek/Tipe : Mitsubishi Fuso HD125FS
 Harga Sewa Alat : Rp. 87.500,00- per jam
 Biaya Sewa/hari : Rp. 87.500,00 \times 8 jam = Rp. 700.000,00/hari

5.2.5 Perhitungan Analisis (*Existing*)

Dari pengumpulan data yang diperoleh dapat dilakukan perhitungan analisis alternatif berdasarkan hasil perhitungan produksi tiap alat berat serta analisis perhitungan biaya sewa alat berat. Pada kondisi di lapangan (*existing*) digunakan alat berat pada galian I berupa 1 unit excavator Komatsu PC 200-8 kapasitas 1 m³, dan 35 rit dump truck. Pada galian II digunakan alat berat berupa 1 unit excavator Caterpillar CAT 306E2 kapasitas 0,25 m³ dan 25 rit dump truck. kapasitas rata-rata 8 m³. Berikut adalah perhitungan kondisi di lapangan (*existing*).

a. Pekerjaan Galian I

1. Excavator

Jenis Alat	: Excavator Komatsu PC 200-8
Volume Bucket (q)	: 1 m ³
Kondisi Alat	: Baik
Faktor Bucket	: 0,8
Efisiensi Kerja	: 0,75
Waktu Gali	: 6,24 detik
Waktu Putar Isi	: 5,15 detik
Waktu Buang	: 4,15 detik
Waktu Putar Kosong	: 4,71 detik
Waktu Siklus (Cms)	= Waktu gali + Waktu putar isi + waktu buang + waktu putar kosong
	= 6,24 + 5,15 + 4,15 + 4,40
	= 20,25 detik = 0,34 menit
Produksi/siklus (q)	= q' × K
	= 1 m ³ × 0,8
	= 0,8 m ³

Produktivitas excavator per jam (Q)

$$\begin{aligned}
 (Q) &= \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,75}{20,25} \\
 &= 106,67 \text{ m}^3/\text{jam} = 853,36 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Waktu Kerja Excavator :

$$= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}$$

$$= \frac{13841,98 \text{ m}^3}{853,36 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 16,22 \approx 17 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya Sewa Alat} = \text{Rp. } 4.600.000,00/\text{hari} \times 17 \text{ hari} \times 1 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp. } 78.200.000,00 -$$

2. Dump Truck

Merk/Tipe	: Mitsubishi Fuso HD125FS
Kapasitas Angkut Bak (c)	: $7 - 9 \text{ m}^3 \approx 8 \text{ m}^3$
Kapasitas Pemuat (q')	: 1 m^3
Faktor Bucket Pemuat (K)	: 0,8
Efisiensi Kerja (E)	: 0,75
Jarak Angkut (D)	: 21 km = 21.000 m
Kecepatan Bermuatan (V ₁)	: 24,40 km/jam = 406,67 m/menit
Kecepatan Kosong (V ₂)	: 34,00 km/jam = 566,67 m/menit
Waktu Buang (t ₁)	: 0,38 menit
Waktu Tunggu (t ₂)	: 0,72 menit
Waktu Siklus Pemuat (Cms)	: 0,34 menit
Jumlah Dump Truck (<i>existing</i>)	: 35 rit dump truck per hari

Kecepatan dump truck pada kondisi bermuatan dan pada kondisi kosong dapat dicari dari perhitungan secara teoritis dari hasil pengamatan, berikut contoh perhitungannya:

1.) Kondisi Bermuatan

$$\text{Jarak pembuangan (d)} = 21 \text{ km}$$

$$\text{Jam Berangkat} = 13:36$$

$$\text{Jam Tiba} = 14:27$$

$$\text{Lama Perjalanan (t)} = \text{Jam Tiba} - \text{Jam Berangkat}$$

$$= 51 \text{ menit} \approx 0,85 \text{ jam}$$

$$\text{Kecepatan (v)} = \frac{d}{t}$$

$$= \frac{21 \text{ km}}{0,85 \text{ jam}} = 24,40 \text{ km/jam}$$

2.) Kondisi Kosong

$$\begin{aligned} \text{Jarak pembuangan (d)} &= 21 \text{ km} \\ \text{Jam Berangkat} &= 14:34 \\ \text{Jam Tiba} &= 15:10 \\ \text{Lama Perjalanan (t)} &= \text{Jam Tiba} - \text{Jam Berangkat} \\ &= 36 \text{ menit} \approx 0,6 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{21 \text{ km}}{0,6 \text{ jam}} = 34 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Jumlah siklus excavator untuk mengisi 1 dump truck (n)

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{c}{q' \times K} \\ &= \frac{8 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3 \times 0,8} \\ &= 10 \text{ siklus} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per siklus (C)} &= n \times q' \times K \\ &= 10 \times 1 \text{ m}^3 \times 0,8 \\ &= 8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \\ &= 10 \times 0,34 + \frac{21000}{406,67} + \frac{21000}{566,67} + 0,38 + 0,72 \\ &= 93,20 \text{ menit} \approx 1,55 \text{ jam} \end{aligned}$$

Produktivitas per jam (m^3/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{c \times 60 \times E}{Cm} \\ &= \frac{8 \times 60 \times 0,75}{93,20} \\ &= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} = 30,88 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Waktu kerja dump truck :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Jumlah Alat} \times \text{Produksi per Hari}} \\ &= \frac{13841,98 \text{ m}^3}{35 \times 30,88} \\ &= 12,80 \text{ hari} \approx 13 \text{ hari} \end{aligned}$$

Karena dump truck dan excavator bekerja bersamaan maka waktu kerja dump truck menyesuaikan waktu kerja exavator selama 17 hari

$$\begin{aligned} \text{Biaya Sewa Alat} &= \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari} \times 17 \text{ hari} \times 7 \text{ unit} \\ &= \text{Rp. } 83.300.000,00 - \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya sewa pada pekerjaan galian 1 :} & \\ &= \text{sewa excavator} + \text{sewa dump truck} \\ &= \text{Rp. } 78.200.000 + \text{Rp. } 73.500.000 \\ &= \text{Rp. } 151.700.000,00- \end{aligned}$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = 17 \text{ hari}$$

3. Optimalisasi Alat Berat

Kebutuhan dump truck agar efisien dalam kombinasi produktivitas kedua alat tersebut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Dump Truck} &= \frac{\text{Produktivitas Excavator per hari}}{\text{Produktivitas Dump Truck per hari}} \\ &= \frac{853,36 \text{ m}^3/\text{hari}}{30,88 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 27,63 = 28 \text{ rit dump truck per hari} \end{aligned}$$

Jumlah DT menyesuaikan siklus DT :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah DT per hari}}{\text{Jumlah siklus DT per hari}} \\ &= \frac{28 \text{ unit}}{5 \text{ siklus}} \\ &= 5,6 \approx 6 \text{ unit DT per hari} \end{aligned}$$

b. Pekerjaan Galian II

1. Excavator

Tipe : Caterpillar CAT 306E2

Kapasitas Bucket (q') : 0,25 m³

Faktor Bucket (K) : 0,8

Efisiensi Kerja (E) : 0,75

Waktu Gali : 5,34 detik

Waktu Putar Isi : 4,85 detik

Waktu Buang : 3,85 detik

Waktu Putar Kosong : 4,01 detik

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus (Cms)} &= \text{Waktu gali} + \text{waktu putar isi} + \text{waktu buang} \\ &\quad + \text{waktu putar kosong} \end{aligned}$$

$$= 5,34 + 4,85 + 3,85 + 4,01$$

$$= 18,05 \text{ detik} = 0,3 \text{ menit}$$

$$\text{Produksi/siklus (q)} = q' \times K$$

$$= 0,25 \text{ m}^3 \times 0,8 \times 1,00$$

$$= 0,2 \text{ m}^3$$

Produktivitas excavator per jam (Q)

$$(Q) = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

$$= \frac{0,2 \times 3600 \times 0,75}{18}$$

$$= 30 \text{ m}^3/\text{jam} = 240 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu Kerja Excavator :

$$= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}$$

$$= \frac{16393,28 \text{ m}^3}{240 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 68,30 \approx 69 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya Sewa Alat} = \text{Rp. } 2.200.000,00/\text{hari} \times 69 \text{ hari} \times 1 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp. } 151.800.000,00 -$$

2. Dump Truck

Merk/Tipe : Mitsubishi Fuso HD125FS

Kapasitas Angkut Bak (c) : $7 - 9 \text{ m}^3 \approx 8 \text{ m}^3$

Kapasitas Pemuat (q')

: $0,25 \text{ m}^3$

Faktor Bucket Pemuat (K) : 0,8

Efisiensi Kerja (E) : 0,75

Jarak Angkut (D) : 21 km = 21.000 m

Kecepatan Bermuatan (V_1) : 24,60 km/jam = 410 m/menit

Kecepatan Kosong (V_2) : 33,40 km/jam = 556,67 m/menit

Waktu Buang (t_1) : 0,38 menit

Waktu Tunggu (t_2) : 0,72 menit

Waktu Siklus Pemuat (Cms) : 0,3 menit

Jumlah Dump Truck (*existing*) : 25 rit dump truck per hari

Kecepatan dump truck pada kondisi bermuatan dan pada kondisi kosong dapat dicari dari perhitungan secara teoritis dari hasil pengamatan, berikut contoh perhitungannya:

1.) Kondisi Bermuatan

$$\text{Jarak pembuangan (d)} = 21 \text{ km}$$

$$\text{Jam Berangkat} = 08:21$$

$$\text{Jam Tiba} = 09:14$$

$$\begin{aligned} \text{Lama Perjalanan (t)} &= \text{Jam Tiba} - \text{Jam Berangkat} \\ &= 53 \text{ menit} \approx 0,88 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{21 \text{ km}}{0,88 \text{ jam}} = 24,60 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

2.) Kondisi Kosong

$$\text{Jarak pembuangan (d)} = 21 \text{ km}$$

$$\text{Jam Berangkat} = 09:22$$

$$\text{Jam Tiba} = 10:02$$

$$\begin{aligned} \text{Lama Perjalanan (t)} &= \text{Jam Tiba} - \text{Jam Berangkat} \\ &= 40 \text{ menit} \approx 0,67 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{21 \text{ km}}{0,67 \text{ jam}} = 33,40 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Jumlah siklus excavator untuk mengisi 1 dump truck (n)

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{c}{q' \times K} \\ &= \frac{8 \text{ m}^3}{0,25 \text{ m}^3 \times 0,8} \end{aligned}$$

$$= 40 \text{ siklus}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per siklus (C)} &= n \times q' \times K \\ &= 40 \times 0,25 \text{ m}^3 \times 0,8 \\ &= 8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \\ &= 40 \times 0,3 + \frac{21000}{410} + \frac{21000}{556,67} + 0,38 + 0,72 \end{aligned}$$

$$= 102,04 \text{ menit} \approx 1,7 \text{ jam}$$

Produktivitas per jam (m^3/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{c \times 60 \times E}{Cm} \\ &= \frac{8 \times 60 \times 0,75}{102,04} \\ &= 3,52 \text{ m}^3/\text{jam} = 28,16 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Waktu kerja dump truck :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Jumlah Alat} \times \text{Produksi per Hari}} \\ &= \frac{16393,28 \text{ m}^3}{25 \times 28,16} \\ &= 23,28 \text{ hari} \approx 24 \text{ hari} \end{aligned}$$

Karena dump truck dan excavator bekerja bersamaan maka waktu kerja dump truck menyesuaikan waktu kerja excavator selama 69 hari

$$\begin{aligned} \text{Biaya Sewa Alat} &= \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari} \times 69 \text{ hari} \times 5 \text{ unit} \\ &= \text{Rp. } 241.500.000,00 - \end{aligned}$$

Total biaya sewa pada pekerjaan galian II :

$$\begin{aligned} &= \text{sewa excavator} + \text{sewa dump truck} \\ &= \text{Rp. } 151.800.000 + \text{Rp. } 241.500.000 \\ &= \text{Rp. } 393.300.000,00 - \end{aligned}$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = 69 \text{ hari}$$

3. Optimalisasi Alat Berat

Kebutuhan dump truck agar efisien dalam kombinasi produktivitas kedua alat tersebut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Dump Truck} &= \frac{\text{Produktivitas Excavator per hari}}{\text{Produktivitas Dump Truck per hari}} \\ &= \frac{240 \text{ m}^3/\text{hari}}{28,16 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 8,52 = 9 \text{ rit dump truck per hari} \end{aligned}$$

Jumlah DT menyesuaikan siklus DT :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah DT per hari}}{\text{Jumlah siklus DT per hari}} \\ &= \frac{9 \text{ unit}}{4 \text{ siklus}} \\ &= 2,25 \approx 3 \text{ unit DT per hari} \end{aligned}$$

c. Akumulasi Perhitungan Alternatif 1 :

1. Biaya sewa alat = sewa alat galian I + sewa alat galian II
= Rp. 151.700.000 + Rp. 393.300.000
= Rp. 545.000.000, 00-
2. Durasi pekerjaan = Durasi galian I + Durasi galian II
= 17 hari + 69 hari
= 86 hari

5.2.6 Perhitungan Analisis Alternatif Kombinasi Alat Berat

1) Alternatif 1

Pada alternatif 1 digunakan alat berat untuk pekerjaan galian I berupa 3 unit excavator PC 200-8 kapasitas 1 m³ dan pada galian II menggunakan 2 unit excavator kapasitas 0,25 m³. Jumlah dump truck menyesuaikan produktivitas excavator tiap galian.

a. Pekerjaan Galian I

1. Excavator

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian I menggunakan excavator Komatsu PC 200-8 kapasitas (1 m³).

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| Jumlah Alat (n) | = 3 unit |
| Jam Kerja Alat | = 8 jam/hari |
| Volume Galian | = 13841,98 m ³ |
| Produksi Excavator (Q) | = 106,67 m ³ /jam |
| Biaya Sewa Alat per hari | = Rp. 4.600.000,00/hari |

Produksi Excavator Keseluruhan :

$$\begin{aligned}
 &= Q \times n \\
 &= 106,67 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 2560,08 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Waktu Kerja Excavator :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}} \\
 &= \frac{13841,98 \text{ m}^3}{2560,08 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 5,4 \approx 6 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Biaya Sewa Alat = Rp. 4.600.000,00/hari × 6 hari × 3 unit

$$= \text{Rp. } 82.800.000,00 -$$

Pada pekerjaan galian I excavator digunakan untuk menggali sekaligus memuat ke dump truck.

2. Dump Truck

$$\text{Volume muatan galian} = 13841,98 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu kerja excavator} = 6 \text{ hari}$$

$$\text{Produksi excavator} = 2560,08 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Produksi DT per jam} = 3,86 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi DT per hari} &= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\ &= 30,88 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Sewa Alat per hari} = \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari}$$

Menentukan jumlah dump truck

$$= \frac{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}{\text{Produktivitas Dump Truck per Hari}}$$

$$= \frac{2560,08 \text{ m}^3/\text{hari}}{30,88 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 82,90 \approx 83 \text{ rit DT per hari}$$

Jumlah DT menyesuaikan siklus DT :

$$= \frac{\text{Jumlah DT per hari}}{\text{Jumlah siklus DT per hari}}$$

$$= \frac{83 \text{ unit}}{5 \text{ siklus}}$$

$$= 16,6 \approx 17 \text{ unit DT per hari}$$

Produksi dump truck keseluruhan :

$$= Q \times n$$

$$= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \times 83 \text{ rit} \times 8 \text{ jam}$$

$$= 864,64 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu kerja dump truck :

$$= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Jumlah Alat} \times \text{Produksi per Hari}}$$

$$= \frac{13841,98 \text{ m}^3}{83 \times 30,88}$$

$$= 5,4 \text{ hari} \approx 6 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya Sewa Alat} = \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari} \times 6 \text{ hari} \times 17 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp. } 71.400.000,00 -$$

Total biaya sewa pada pekerjaan galian 1 :

= sewa excavator + sewa dump truck

= Rp. 82.800.000 + Rp. 71.400.000

= Rp. 154.200.000, 00-

Durasi pekerjaan = 6 hari

b. Pekerjaan Galian II

1. Excavator

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian II menggunakan excavator Caterpillar CAT 306E2 kapasitas (0,25 m³).

Jumlah Alat (n) = 2 unit

Jam Kerja Alat = 8 jam/hari

Volume Galian = 16393,28 m³

Produksi Excavator (Q) = 30 m³/jam

Biaya Sewa Alat per hari = Rp. 2.200.000,00/hari

Produksi Excavator Keseluruhan :

= $Q \times n$

= 30 m³/jam \times 2 unit \times 8 jam

= 480 m³/hari

Waktu Kerja Excavator :

$$= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}$$

$$= \frac{16393,28 \text{ m}^3}{480 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

= 34,15 \approx 35 hari

Biaya Sewa Alat = Rp. 2.200.000,00/hari \times 35 hari \times 2 unit

= Rp. 154.000.000, 00 -

Pada pekerjaan galian I excavator digunakan untuk menggali sekaligus memuat ke dump truck.

2. Dump Truck

Volume muatan galian = 16393,28 m³

Waktu kerja excavator = 35 hari

Produksi excavator = 480 m³/hari

Produksi DT per jam = 3,52 m³/jam

$$\begin{aligned} \text{Produksi DT per hari} &= 3,52 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\ &= 28,16 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Sewa Alat per hari} = \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari}$$

Menentukan jumlah dump truck :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}{\text{Produktivitas Dump Truck per Hari}} \\ &= \frac{480 \text{ m}^3/\text{jam}}{28,16 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 17 \text{ rit DT per hari} \end{aligned}$$

Jumlah DT menyesuaikan siklus DT :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Jumlah DT per hari}}{\text{Jumlah siklus DT per hari}} \\ &= \frac{17 \text{ unit}}{5 \text{ siklus}} \\ &= 3,4 \approx 4 \text{ unit DT per hari} \end{aligned}$$

Produksi dump truck keseluruhan :

$$\begin{aligned} &= Q \times n \\ &= 3,52 \text{ m}^3/\text{jam} \times 17 \text{ rit} \times 8 \text{ jam} \\ &= 478,72 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Waktu kerja dump truck :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Jumlah Alat} \times \text{Produksi per Hari}} \\ &= \frac{16393,28 \text{ m}^3}{17 \times 28,16 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 34,24 \text{ hari} \approx 35 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Sewa Alat} &= \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari} \times 35 \text{ hari} \times 4 \text{ unit} \\ &= \text{Rp. } 98.000.000,00- \end{aligned}$$

Total biaya sewa pada pekerjaan galian II :

$$\begin{aligned} &= \text{sewa excavator} + \text{sewa dump truck} \\ &= \text{Rp. } 154.000.000 + \text{Rp. } 98.000.000 \\ &= \text{Rp. } 252.000.000,00- \end{aligned}$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = 35 \text{ hari}$$

c. Akumulasi Perhitungan Alternatif 1 :

$$\text{Biaya sewa alat} = \text{sewa alat galian I} + \text{sewa alat galian II}$$

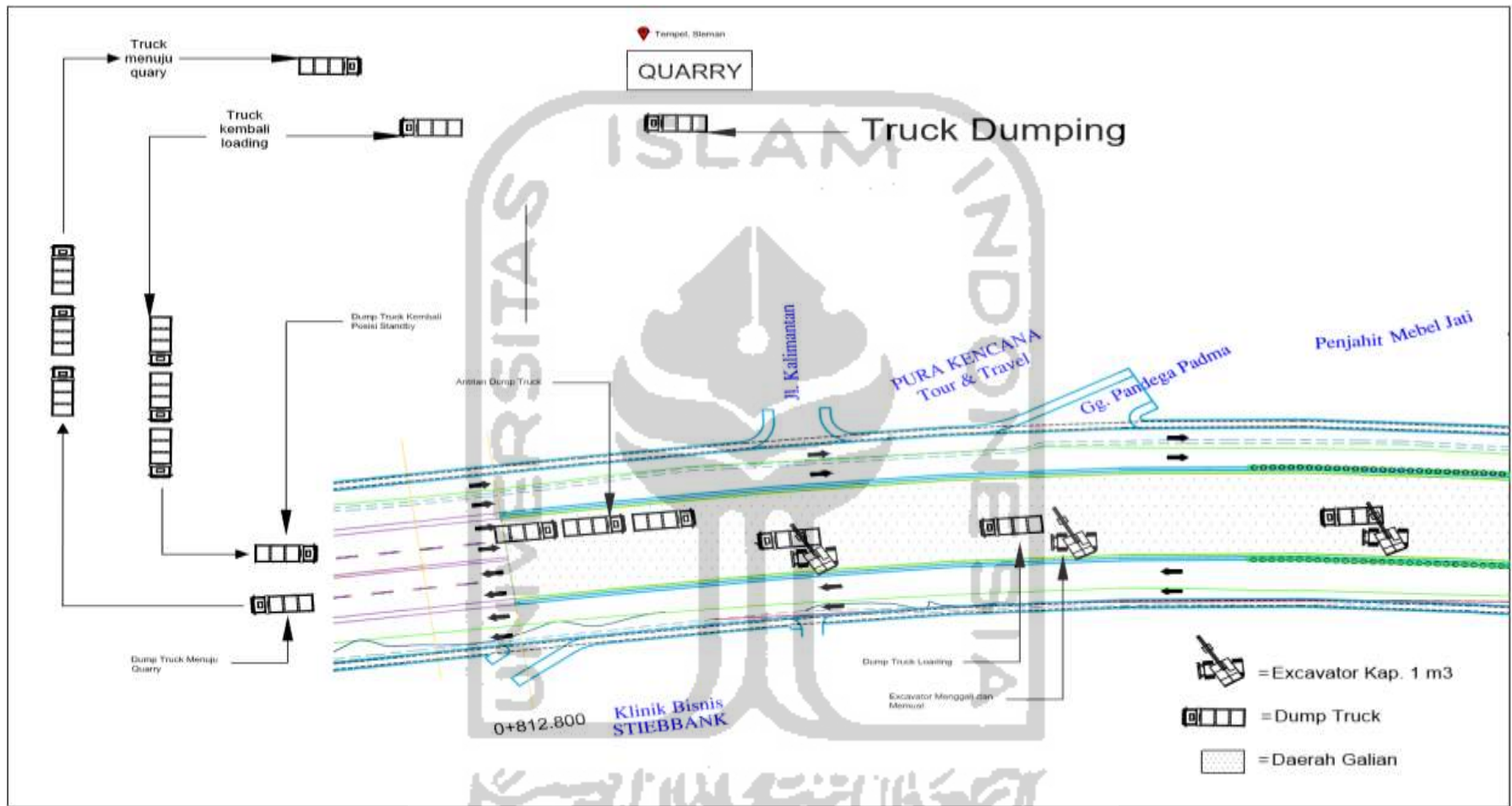
= Rp. 154.200.000 + Rp. 252.000.000
= Rp. 406.200.000, 00-
Durasi pekerjaan = Durasi galian I + Durasi galian II
= 6 hari + 35 hari = 41 hari



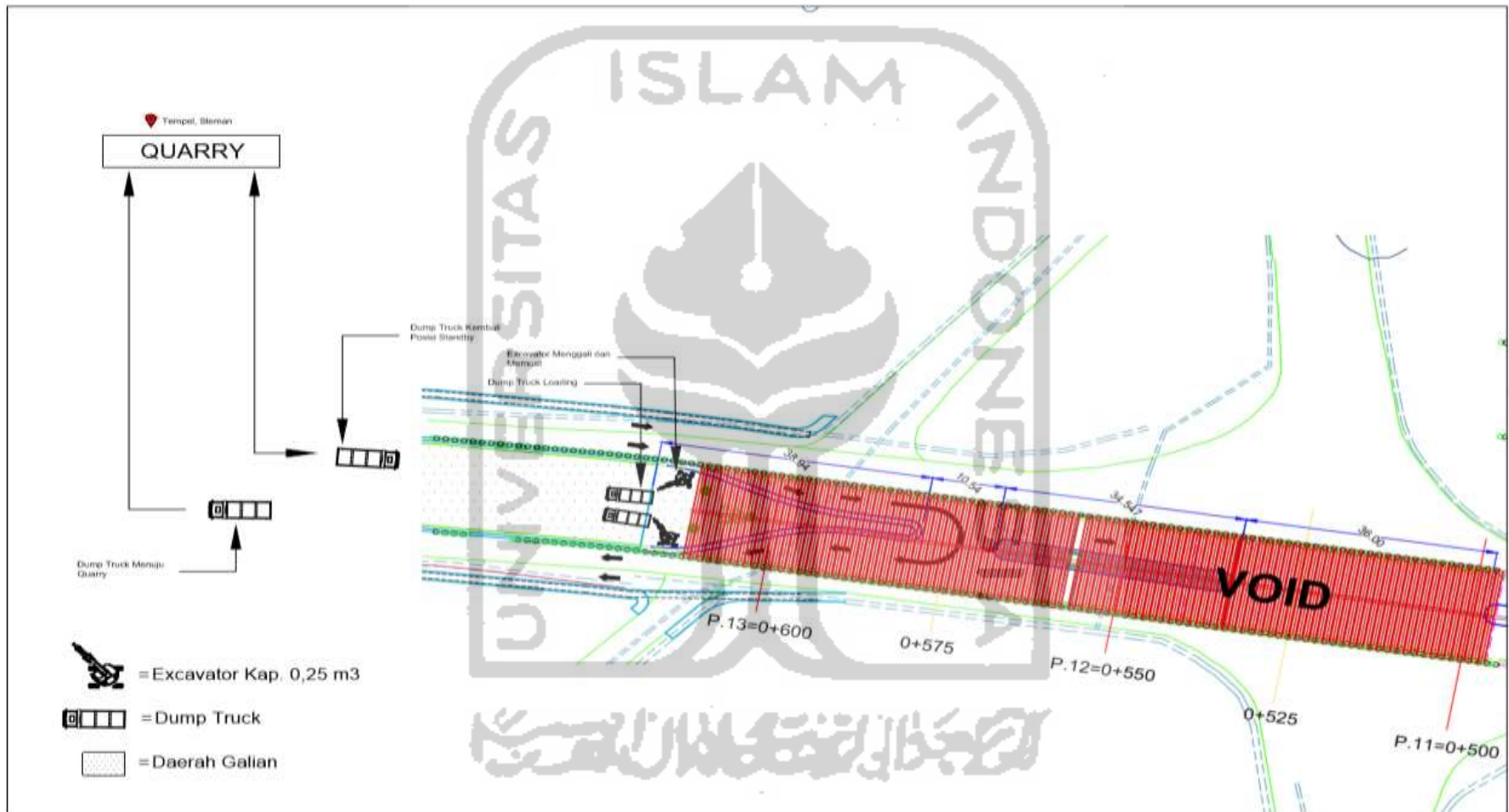
Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan kombinasi alat berat alternatif 1 pada Tabel 5.6 dan sketsa pergerakan alat pada Gambar 5.7 – 5.8

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alternatif 1

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah	Biaya Sewa/ jam	Jam Kerja/ hari	Volume	Produksi/ jam	Produksi/ hari	Waktu Pekerjaan		Biaya
Galian I	Excavator (1 m3)	3	Rp 575.000	8	13841,98	106,67	2560,08	5,4	6 hari	Rp 82.800.000
	Dump Truck	17	Rp 87.500	8		3,86	30,88	5,4		Rp 72.400.000
Galian II	Excavator (0,25 m3)	2	Rp 275.000	8	16393,28	30	480	34,15	35 hari	Rp 154.000.000
	Dump Truck	4	Rp 87.500	8		3,52	28,16	34,24		Rp 98.000.000
TOTAL								41 hari	Rp 406.200.000	



Gambar 5.7 Sketsa Pergerakan Alat Berat pada Galian I



Gambar 5.8 Sketsa Pergerakan Alat Berat pada Galian II

2) Alternatif 2

Pada alternatif 2 digunakan alat berat untuk pekerjaan galian 2 berupa 2 unit excavator PC 200-8 kapasitas 1 m³ dan pada galian II menggunakan 1 unit excavator CAT 306E2 kapasitas 0,25 m³. Jumlah dump truck menyesuaikan produktivitas excavator tiap galian.

a. Pekerjaan Galian I

1. Excavator

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian I menggunakan excavator Komatsu PC 200-8 kapasitas (1 m³).

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Alat (n)} &= 2 \text{ unit} \\
 \text{Jam Kerja Alat} &= 8 \text{ jam/hari} \\
 \text{Volume Galian} &= 13841,98 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi Excavator (Q)} &= 106,67 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Biaya Sewa Alat per hari} &= \text{Rp. } 4.600.000,00/\text{hari} \\
 \text{Produksi Excavator Keseluruhan :} \\
 &= Q \times n \\
 &= 106,67 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 1706,72 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu Kerja Excavator :} \\
 &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}} \\
 &= \frac{13841,98 \text{ m}^3}{1706,72 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 8,11 \approx 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Sewa Alat} &= \text{Rp. } 4.600.000,00/\text{hari} \times 9 \text{ hari} \times 2 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp. } 82.800.000,00 -
 \end{aligned}$$

Pada pekerjaan galian I excavator digunakan untuk menggali sekaligus memuat ke dump truck.

2. Dump Truck

$$\begin{aligned}
 \text{Volume muatan galian} &= 13841,98 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu kerja excavator} &= 8 \text{ hari} \\
 \text{Produksi excavator} &= 1706,72 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Produksi DT per jam} &= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi DT per hari} &= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$= 30,86 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Biaya Sewa Alat per hari = Rp. 700.000,00/hari

Menentukan jumlah dump truck

$$= \frac{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}{\text{Produktivitas Dump Truck per Hari}}$$

$$= \frac{1706,72 \text{ m}^3/\text{hari}}{30,85 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 55,30 \text{ unit} \approx 56 \text{ rit DT per hari}$$

Jumlah DT menyesuaikan siklus DT :

$$= \frac{\text{Jumlah DT per hari}}{\text{Jumlah siklus DT per hari}}$$

$$= \frac{56 \text{ unit}}{5 \text{ siklus}}$$

$$= 11,2 \approx 12 \text{ unit DT per hari}$$

Produksi dump truck keseluruhan :

$$= Q \times n$$

$$= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \times 56 \text{ rit} \times 8 \text{ jam}$$

$$= 1729,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu kerja dump truck :

$$= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Jumlah Alat} \times \text{Produksi per Hari}}$$

$$= \frac{13841,98 \text{ m}^3}{56 \times 30,85}$$

$$= 8,01 \text{ hari} \approx 9 \text{ hari}$$

Biaya Sewa Alat = Rp. 700.000,00/hari \times 9 hari \times 12 unit

$$= \text{Rp. } 75.600.000,00 -$$

Total biaya sewa pada pekerjaan galian 1 :

$$= \text{sewa excavator} + \text{sewa dump truck}$$

$$= \text{Rp. } 82.800.000 + \text{Rp. } 75.600.000$$

$$= \text{Rp. } 158.400.000,00 -$$

Durasi pekerjaan = 9 hari

b. Pekerjaan Galian II

1. Excavator

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian II menggunakan excavator Caterpillar CAT 306E2 kapasitas (0,25 m³).

Jumlah Alat (n) = 1 unit
 Jam Kerja Alat = 8 jam/hari
 Volume Galian = 16393,28 m³
 Produksi Excavator (Q) = 30 m³/jam
 Biaya Sewa Alat per hari = Rp. 2.200.000,00/hari

Produksi Excavator Keseluruhan :

$$\begin{aligned}
 &= Q \times n \\
 &= 30 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 240 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Waktu Kerja Excavator :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}} \\
 &= \frac{16393,28 \text{ m}^3}{240 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 68,30 \approx 69 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Biaya Sewa Alat = Rp. 2.200.000,00/hari \times 69 hari \times 1 unit
 = Rp. 151.800.000, 00 –

Pada pekerjaan galian I excavator digunakan untuk menggali sekaligus memuat ke dump truck.

2. Dump Truck

Volume muatan galian = 16393,28 m³
 Waktu kerja excavator = 69 hari
 Produksi excavator = 240 m³/hari
 Produksi DT per jam = 3,52 m³/jam

Produksi DT per hari = 3,52 m³/jam \times 8 jam
 = 28,16 m³/hari

Biaya Sewa Alat per hari = Rp. 700.000,00/hari

Menentukan jumlah dump truck :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}{\text{Produktivitas Dump Truck per Hari}} \\
 &= \frac{240 \text{ m}^3/\text{hari}}{28,16 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 8,52 = 9 \text{ rit DT per hari}
 \end{aligned}$$

Jumlah DT menyesuaikan siklus DT :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Jumlah DT per hari}}{\text{Jumlah siklus DT per hari}} \\
 &= \frac{9 \text{ unit}}{5 \text{ siklus}} \\
 &= 1,8 \approx 2 \text{ unit DT per hari}
 \end{aligned}$$

Produksi dump truck keseluruhan :

$$\begin{aligned}
 &= Q \times n \\
 &= 3,52 \text{ m}^3/\text{jam} \times 9 \text{ rit} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 253,44 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja dump truck :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Jumlah Alat} \times \text{Produksi per Hari}} \\
 &= \frac{16393,28 \text{ m}^3}{9 \times 28,16 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 64,68 \text{ hari} \approx 65 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Durasi pekerjaan dump truck menyesuaikan durasi pekerjaan excavator yaitu selama 69 hari.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Sewa Alat} &= \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari} \times 69 \text{ hari} \times 2 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp. } 96.600.000,00 -
 \end{aligned}$$

Total biaya sewa pada pekerjaan galian II :

$$\begin{aligned}
 &= \text{sewa excavator} + \text{sewa dump truck} \\
 &= \text{Rp. } 151.800.000 + \text{Rp. } 96.600.000 \\
 &= \text{Rp. } 248.800.000,00 -
 \end{aligned}$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = 69 \text{ hari}$$

c. Akumulasi Perhitungan Alternatif 2 :

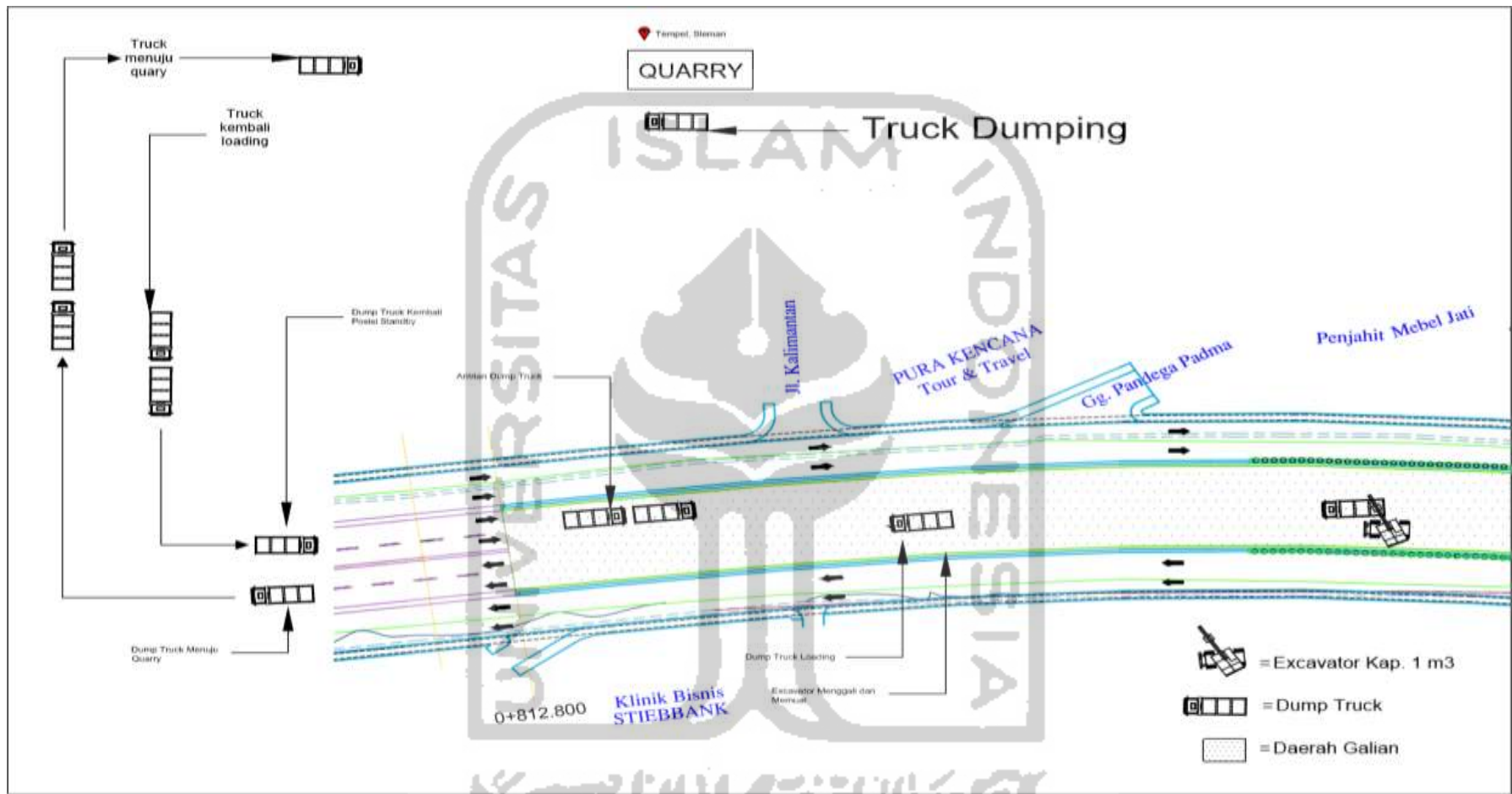
$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa alat} &= \text{sewa alat galian I} + \text{sewa alat galian II} \\
 &= \text{Rp. } 158.400.000 + \text{Rp. } 248.800.000 \\
 &= \text{Rp. } 407.200.000,00 -
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi pekerjaan} &= \text{Durasi galian I} + \text{Durasi galian II} \\
 &= 9 \text{ hari} + 69 \text{ hari} \\
 &= 78 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

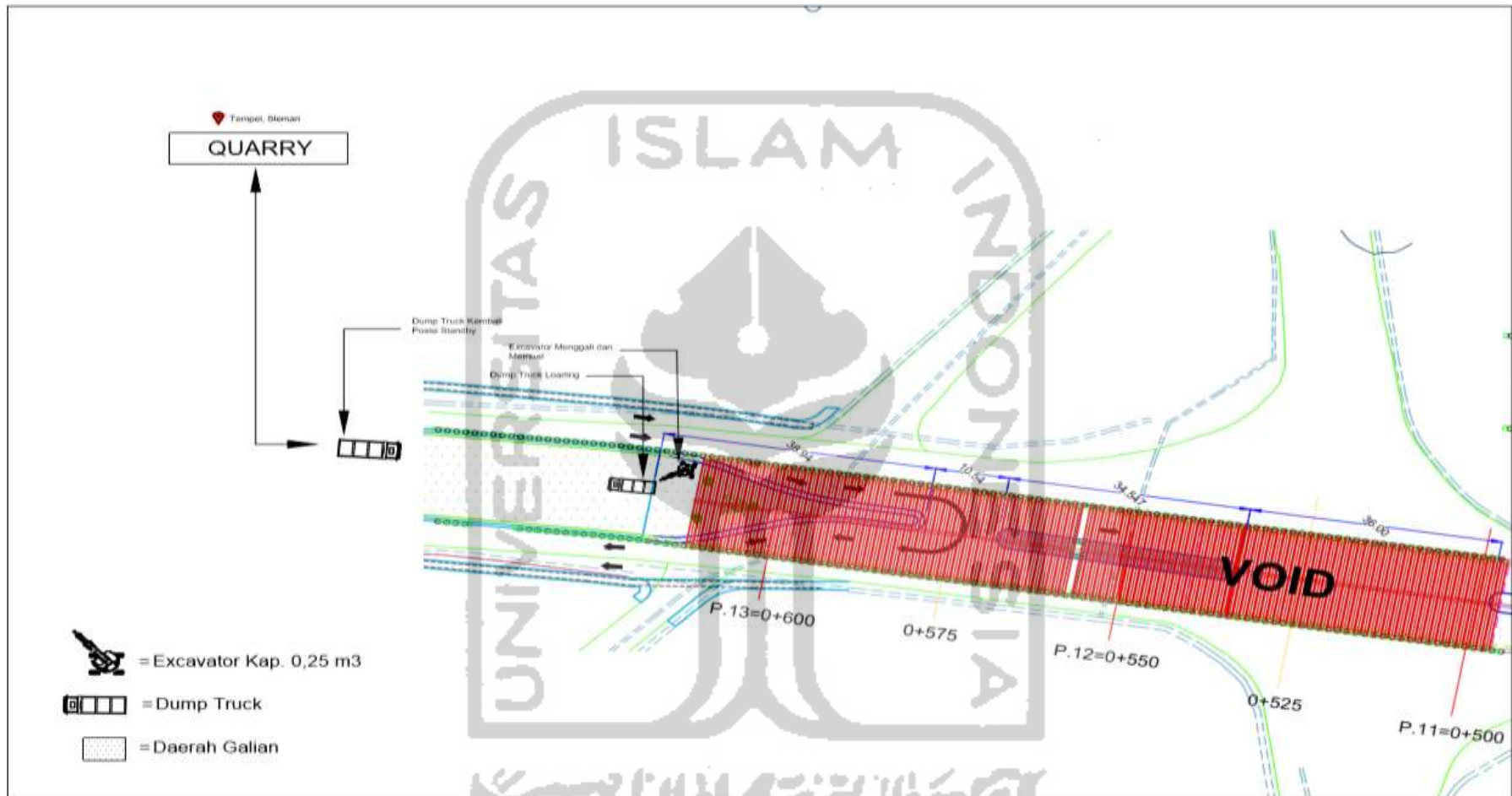
Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan kombinasi alat berat alternatif 2 pada Tabel 5.7 dan sketsa pergerakan alat pada Gambar 5.9 – 5.10

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alternatif 2

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah	Biaya Sewa/ jam	Jam Kerja/ hari	Volume	Produksi/ jam	Produksi/ hari	Waktu Pekerjaan	Biaya
Galian I	Excavator (1 m3)	2	Rp 575.000	8	13841,98	106,67	1706,72	9 hari	Rp 82.800.000
	Dump Truck	12	Rp 87.500	8		3,86	1698,4		Rp 75.600.000
Galian II	Excavator (0,25 m3)	1	Rp 275.000	8	16393,28	30	240	69 hari	Rp 151.800.000
	Dump Truck	2	Rp 87.500	8		3,52	253,44		Rp 96.600.000
TOTAL								70 hari	Rp 407.200.000



Gambar 5.9 Sketsa Pergerakan Alat Berat pada Galian I



Gambar 5.10 Sketsa Pergerakan Alat Berat pada Galian II

3) Alternatif 3

Pada alternatif 3 digunakan alat berat untuk pekerjaan galian 2 berupa 2 unit excavator PC 200-8 kapasitas 1 m³ dan pada galian II menggunakan 2 unit excavator CAT 306E2 kapasitas 0,25 m³. Jumlah dump truck menyesuaikan produktivitas excavator tiap galian.

a. Pekerjaan Galian I

1. Excavator

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian I menggunakan excavator Komatsu PC 200-8 kapasitas (1 m³).

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Alat (n)} &= 2 \text{ unit} \\
 \text{Jam Kerja Alat} &= 8 \text{ jam/hari} \\
 \text{Volume Galian} &= 13841,98 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi Excavator (Q)} &= 106,67 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Biaya Sewa Alat per hari} &= \text{Rp. } 4.600.000,00/\text{hari} \\
 \text{Produksi Excavator Keseluruhan :} \\
 &= Q \times n \\
 &= 106,67 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \times 8 \text{ jam} \\
 &= 1706,72 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu Kerja Excavator :} \\
 &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}} \\
 &= \frac{13841,98 \text{ m}^3}{1706,72 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 8,11 \approx 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya Sewa Alat} &= \text{Rp. } 4.600.000,00/\text{hari} \times 9 \text{ hari} \times 2 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp. } 82.800.000,00 -
 \end{aligned}$$

Pada pekerjaan galian I excavator digunakan untuk menggali sekaligus memuat ke dump truck.

2. Dump Truck

$$\begin{aligned}
 \text{Volume muatan galian} &= 13841,98 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu kerja excavator} &= 9 \text{ hari} \\
 \text{Produksi excavator} &= 1706,72 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Produksi DT per jam} &= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi DT per hari} &= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$= 30,88 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Biaya Sewa Alat per hari = Rp. 700.000,00/hari

Menentukan jumlah dump truck

$$= \frac{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}{\text{Produktivitas Dump Truck per Hari}}$$

$$= \frac{1706,72 \text{ m}^3/\text{hari}}{30,88 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 55,25 \approx 56 \text{ rit DT per hari}$$

Jumlah DT menyesuaikan siklus DT :

$$= \frac{\text{Jumlah DT per hari}}{\text{Jumlah siklus DT per hari}}$$

$$= \frac{56 \text{ unit}}{5 \text{ siklus}}$$

$$= 11,2 \approx 12 \text{ unit DT per hari}$$

Produksi dump truck keseluruhan :

$$= Q \times n$$

$$= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \times 56 \text{ rit} \times 8 \text{ jam}$$

$$= 1729,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu kerja dump truck :

$$= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Jumlah Alat} \times \text{Produksi per Hari}}$$

$$= \frac{13841,98 \text{ m}^3}{56 \times 30,88}$$

$$= 8,00 \text{ hari} \approx 8 \text{ hari}$$

Durasi pekerjaan dump truck menyesuaikan durasi pekerjaan excavator yaitu selama 9 hari.

$$\text{Biaya Sewa Alat} = \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari} \times 9 \text{ hari} \times 12 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp. } 75.600.000,00 -$$

Total biaya sewa pada pekerjaan galian 1 :

$$= \text{sewa excavator} + \text{sewa dump truck}$$

$$= \text{Rp. } 82.800.000 + \text{Rp. } 75.600.000$$

$$= \text{Rp. } 158.400.000,00 -$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = 9 \text{ hari}$$

b. Pekerjaan Galian II

1. Excavator

Berikut ini adalah perhitungan untuk pekerjaan galian II menggunakan excavator Caterpillar CAT 306E2 kapasitas (0,25 m³).

Jumlah Alat (n) = 2 unit

Jam Kerja Alat = 8 jam/hari

Volume Galian = 16393,28 m³

Produksi Excavator (Q) = 30 m³/jam

Biaya Sewa Alat per hari = Rp. 2.200.000,00/hari

Produksi Excavator Keseluruhan :

$$= Q \times n$$

$$= 30 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \times 8 \text{ jam}$$

$$= 480 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Waktu Kerja Excavator} = \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}$$

$$= \frac{16393,28 \text{ m}^3}{480 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 34,15 \approx 35 \text{ hari}$$

Biaya Sewa Alat = Rp.2.200.000,00/hari \times 35 hari \times 2 unit

$$= \text{Rp. } 154.000.000,00$$

Pada pekerjaan galian I excavator digunakan untuk menggali sekaligus memuat ke dump truck.

2. Dump Truck

Volume muatan galian = 16393,28 m³

Waktu kerja excavator = 35 hari

Produksi excavator = 480 m³/hari

Produksi DT per jam = 3,52 m³/jam

Produksi DT per hari = 3,52 m³/jam \times 8 jam

$$= 28,16 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Biaya Sewa Alat per hari = Rp. 700.000,00/hari

Menentukan jumlah dump truck :

$$= \frac{\text{Produksi Excavator Keseluruhan}}{\text{Produktivitas Dump Truck per Hari}}$$

$$= \frac{480 \text{ m}^3/\text{jam}}{28,16 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 17 \text{ rit DT per hari}$$

Jumlah DT menyesuaikan siklus DT :

$$= \frac{\text{Jumlah DT per hari}}{\text{Jumlah siklus DT per hari}}$$

$$= \frac{17 \text{ unit}}{5 \text{ siklus}}$$

$$= 3,4 \approx 4 \text{ unit DT per hari}$$

Produksi dump truck keseluruhan :

$$= Q \times n$$

$$= 3,52 \text{ m}^3/\text{jam} \times 17 \text{ rit} \times 8 \text{ jam}$$

$$= 478,72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu kerja dump truck :

$$= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Jumlah Alat} \times \text{Produksi per Hari}}$$

$$= \frac{16393,28 \text{ m}^3}{17 \times 28,16 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 34,24 \text{ hari} \approx 35 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya Sewa Alat} = \text{Rp. } 700.000,00/\text{hari} \times 35 \text{ hari} \times 4 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp. } 98.000.000,00 -$$

Total biaya sewa pada pekerjaan galian II :

$$= \text{sewa excavator} + \text{sewa dump truck}$$

$$= \text{Rp. } 154.000.000 + \text{Rp. } 98.000.000$$

$$= \text{Rp. } 252.000.000,00 -$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = 35 \text{ hari}$$

c. Akumulasi Perhitungan Alternatif 3 :

$$\text{Biaya sewa alat} = \text{sewa alat galian I} + \text{sewa alat galian II}$$

$$= \text{Rp. } 158.400.000 + \text{Rp. } 252.000.000$$

$$= \text{Rp. } 410.400.000,00 -$$

$$\text{Durasi pekerjaan} = \text{Durasi galian I} + \text{Durasi galian II}$$

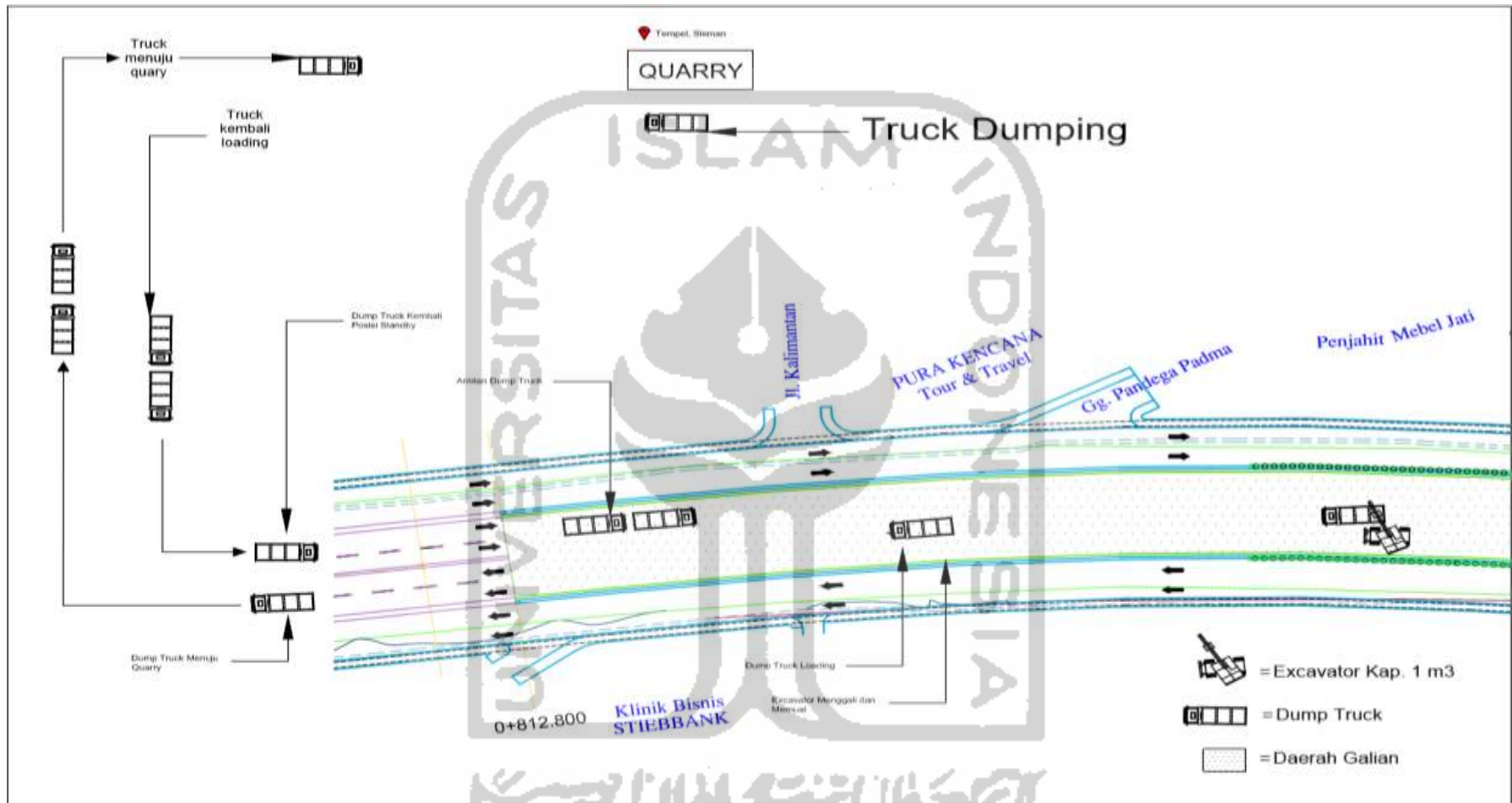
$$= 9 \text{ hari} + 35 \text{ hari}$$

$$= 44 \text{ hari}$$

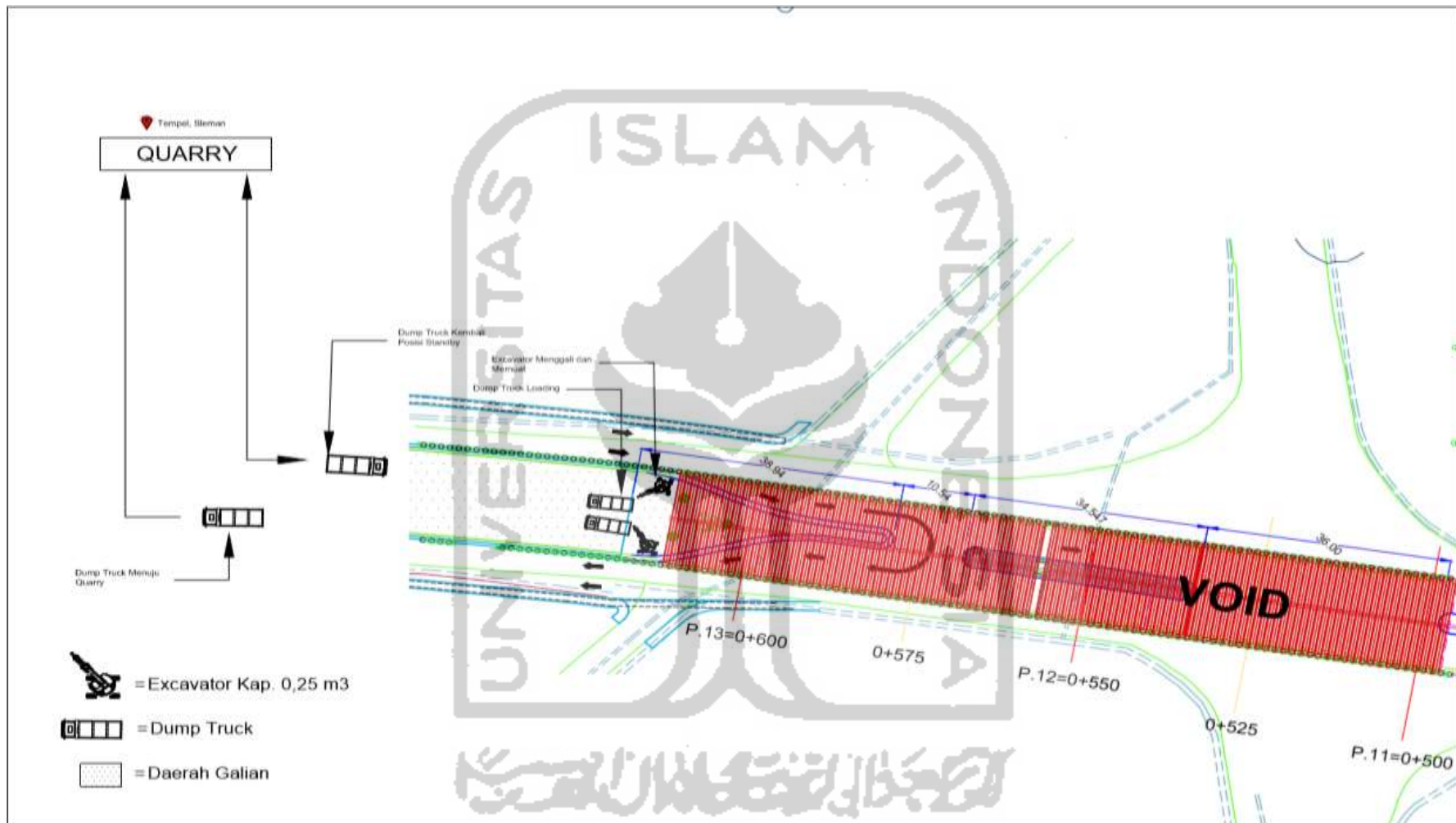
Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan kombinasi alat berat alternatif 3 pada Tabel 5.8 dan sketsa pergerakan alat pada Gambar 5.11 – 5.12.

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Alternatif 3

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah	Biaya Sewa/ jam	Jam Kerja / hari	Volume	Produksi/ jam	Produksi/ hari	Waktu Pekerjaan		Biaya
Galian I	Excavator (1 m3)	2	Rp 575.000	8	13841,98	106,67	1706,72	8,11	9 hari	Rp 82.800.000
	Dump Truck	12	Rp 87.500	8		3,86	30,88	8,00		Rp 75.600.000
Galian II	Excavator (0,25 m3)	2	Rp 275.000	8	16393,28	30	480	34,15	35 hari	Rp 154.000.000
	Dump Truck	4	Rp 87.500	8		3,52	28,16	34,24		Rp 98.000.000
TOTAL								44 hari	Rp 410.400.000	



Gambar 5.11 Sketsa Pergerakan Alat Berat pada Galian I



Gambar 5.12 Sketsa Pergerakan Alat Berat pada Galian II

5.3 Pembahasan

5.3.1 Perbandingan Waktu dan Biaya

Setelah melakukan 3 analisis alternatif kombinasi alat berat, langkah selanjutnya membandingkan hasil analisis tersebut dengan kondisi di lapangan (*existing*) untuk melihat perbedaan durasi pekerjaan dan biaya sewa dari masing-masing kombinasi alat berat. Berikut adalah perbandingan antara kondisi dilapangan (*existing*) dengan 3 alternatif analisis kombinasi alat berat.

1. Kondisi *Existing*

Berdasarkan data dan analisis diperoleh hasil rekapitulasi pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5. 9 Rekapitulasi Perhitungan Kondisi di Lapangan (*existing*)

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan		Biaya
Galian I	Excavator (1 m ³)	2	2,42	17 hari	Rp 151.700.000
	Dump Truck	7	minggu		
Galian II	Excavator (0,25 m ³)	1	9,85	69 hari	Rp 393.300.000
	Dump Truck	5	minggu		
TOTAL			13 minggu	86 hari	Rp 545.000.000

Pada kondisi dilapangan (*existing*) durasi pekerjaan dapat dikerjakan selama 86 hari dengan total biaya sebesar Rp 545.000.000. Waktu dan biaya tersebut merupakan hasil perhitungan secara teoritis. Jenis dan jumlah alat berat yang digunakan merupakan data primer yang didapat dari pengamatan langsung. Hasil rekapitulasi (*existing*) ini akan dijadikan pembanding dengan analisis alternatif kombinasi alat berat untuk mendapatkan selisih durasi pekerjaan dan biaya sewa alat berat.

2. Alternatif 1

Berikut adalah hasil rekapitulasi analisis alternatif kombinasi alat berat pada Tabel 5.10

Tabel 5. 10 Rekapitulasi Hasil Analisis Alternatif 1

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan	Biaya
Galian I	Excavator (1 m ³)	3	4,87 hari	Rp 82.800.000
	Dump Truck	17	4,87 hari	Rp 72.400.000
Galian II	Excavator (0,25 m ³)	2	30,85 hari	Rp 154.000.000
	Dump Truck	4	30,85 hari	Rp 98.000.000
TOTAL			41 hari	Rp 406.200.000

Pada perhitungan alternatif 1 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 41 hari dengan biaya sebesar Rp 406.200.000. Berikut adalah rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (*existing*).

Selisih Durasi Pekerjaan = 86 hari – 41 hari

= 45 hari

Perbandingan Durasi = $\frac{45 \text{ hari} - 86 \text{ hari}}{86 \text{ hari}} \times 100\%$

= -47,67 %

Selisih Biaya Alat = Rp 545.000.000 - Rp 406.200.000

= Rp 138.800.000

Perbandingan Biaya = $\frac{\text{Rp } 406.200.000 - \text{Rp } 545.000.000}{\text{Rp } 545.000.000} \times 100\%$

= -25,46 %

3. Alternatif 2

Berikut adalah hasil rekapitulasi analisis alternatif kombinasi alat berat pada Tabel 5.11

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Hasil Analisis Alternatif 2

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan	Biaya
Galian I	Excavator (1 m ³)	2	8,30 hari	Rp 82.800.000
	Dump Truck	12	8,30 hari	Rp 75.600.000
Galian II	Excavator (0,25 m ³)	1	68,53 hari	Rp 151.800.000
	Dump Truck	2	68,53 hari	Rp 96.600.000
TOTAL			78 hari	Rp 407.200.000

Pada perhitungan alternatif 2 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 78 hari dengan biaya sebesar Rp 407.200.000. Berikut adalah rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (*existing*).

$$\begin{aligned} \text{Selisih Durasi Pekerjaan} &= 86 \text{ hari} - 78 \text{ hari} \\ &= 8 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\text{Perbandingan Durasi} = \frac{78 \text{ hari} - 86 \text{ hari}}{86 \text{ hari}} \times 100\%$$

$$= -9,30 \%$$

$$\text{Selisih Biaya Alat} = \text{Rp } 545.000.000 - \text{Rp } 407.200.000$$

$$= \text{Rp } 137.800.000$$

$$\text{Perbandingan Biaya} = \frac{\text{Rp } 407.200.000 - \text{Rp } 545.000.000}{\text{Rp } 545.000.000} \times 100\%$$

$$= -25,28 \%$$

4. Alternatif 3

Berikut adalah hasil rekapitulasi analisis alternatif kombinasi alat berat pada Tabel 5.12

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Hasil Analisis Alternatif 3

Pekerjaan	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu Pekerjaan		Biaya
Galian I	Excavator (1 m ³)	2	8,11 hari	9 hari	Rp 82.800.000
	Dump Truck	12	8,11 hari		Rp 75.600.000
Galian II	Excavator (0,25 m ³)	2	34,24 hari	35 hari	Rp 154.000.000
	Dump Truck	4	34,24 hari		Rp 98.000.000
TOTAL			44 hari	Rp	410.400.000

Pada perhitungan alternatif 3 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 44 hari dengan biaya sebesar Rp 410.400.000 Berikut adalah rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (*existing*).

Selisih Durasi Pekerjaan = 86 hari – 44 hari

= 42 hari

Perbandingan Durasi = $\frac{42 \text{ hari} - 86 \text{ hari}}{86 \text{ hari}} \times 100\%$

= -51,16 %

Selisih Biaya Alat = Rp 545.000.000 - Rp 410.400.000

= Rp 134.600.000

Perbandingan Biaya = $\frac{\text{Rp } 410.400.000 - \text{Rp } 545.000.000}{\text{Rp } 545.000.000} \times 100\%$

= -24,77 %

3.2.2 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alat Berat

Dari perhitungan analisis alternatif kombinasi alat berat dapat dilihat perbandingan antara jumlah unit alat berat, durasi pekerjaan dan biaya sewa alat berat. Pada hasil analisis tersebut, perhitungan

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Perbandingan dengan Kondisi Existing

Keterangan		Existing	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Biaya	Rp	545.000.000	406.200.000	407.200.000	410.400.000
	%	100%	-25,46%	-25,38%	-24,77%
Waktu	Hari	86 hari	41 hari	78 hari	44 hari
	%	100%	-47,67%	-9,30%	-51,16%
Jenis Alat	G I	- 2 Exca 1 m ³	- 3 Exca 1 m ³	- 2 Exca 1 m ³	- 2 Exca 1 m ³
		- 7 DT	- 17 DT	- 12 DT	- 12 DT
	G II	- 1 Exca 0,25 m ³	- 2 Exca 0,25 m ³	- 1 Exca 0,25 m ³	- 2 Exca 0,25 m ³
		- 5 DT	- 4 DT	- 2 DT	- 4 DT

Dari Tabel 5.13 dapat dilihat hasil rekapitulasi perbandingan tersebut memiliki perbedaan durasi pekerjaan dan biaya sewa alat. Mengacu pada perhitungan perbandingan kondisi existing dengan kondisi alternatif, jika diperoleh nilai negatif (-) maka durasi pekerjaan bisa diselesaikan lebih singkat dan biaya yang dikeluarkan lebih kecil, sedangkan jika diperoleh nilai positif (+), maka durasi pekerjaan diselesaikan lebih lama dan dengan biaya yang lebih besar

Dari segi biaya, perhitungan alternatif 1 memiliki selisih biaya yang terbesar dan durasi pekerjaan yang cepat dibandingkan kondisi *existing* dan perhitungan alternatif lainnya. Maka dari itu kombinasi alat pada alternatif 1 direkomendasikan untuk pekerjaan galian tanah pada proyek underpass Kentungan.