

BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari pengamatan langsung di lapangan, sedangkan data sekunder sendiri merupakan data yang didapat dari instansi yang terkait dengan penelitian ini.

5.1.1 Data Primer

Data primer pada penelitian ini merupakan hasil pengamatan di lapangan yang berupa hasil wawancara dengan pihak-pihak yang terkait dan pengamatan langsung oleh peneliti terhadap data-data yang diperlukan dalam penelitian ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada table 5.1 dan 5.2

Tabel 5.1 Data Primer Hasil Wawancara

No	Data Hasil Wawancara	Keterangan
1	Kapasitas <i>Excavator</i> , <i>Wheel Loader</i> dan <i>Dump Truck</i>	Data ini didapatkan dari hasil wawancara terhadap supir dan operator alat berat. Wawancara juga dilakukan terhadap pengawas proyek .
2	Kecepatan rata-rata <i>Dump Truck</i> bermuatan dan saat tidak bermuatan	Data ini didapatkan dari hasil wawancara terhadap supir-supir <i>dump truck</i> kemudian merata-rata kecepatannya.
3	Faktor efisiensi alat	Data ini ditentukan setelah melakukan wawancara terhadap pihak ADP. Karena

		penentuan angka faktor ini berdasarkan kinerja alat. Juga bergantung pada umur alat berat yang digunakan. Umur alat diketahui setelah melakukan wawancara kepada operator alat berat.
--	--	---

Tabel 5.2 Data Preimer Hasil Pengamatan dan Perhitungan Peneliti

No	Data Hasil Pengamatan	Keterangan
1	Faktor Efisiensi Alat	Data ini ditentukan secara subjektif setelah melakukan pengamatan pada kinerja alat.
2	Waktu Siklus	Data-data yang ada dalam waktu siklus seperti waktu mengangkat, waktu memutar, waktu setting, dan lain-lain didapat dengan cara mengamati di lapangan dan menghitung waktunya menggunakan <i>stopwatch</i> .
3	Jarak dari <i>query</i> ke lokasi proyek	Data ini peneliti dapatkan dari mengukur sendiri di lapangan

5.1.2 Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini berupa gambar kerja proyek dan daftar harga sewa alat berat yang didapat dari pihak kontraktor.

5.2 Tinjauan Umum

5.2.1. Data Umum Lokasi

Studi kasus pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan kantor tahap II KPPD Sleman. Data proyek yang diperoleh antara lain :

Lokasi proyek	: Jalan Magelang Km. 13 Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta
Luas bangunan	: 1.886 m ² ; 4 Lantai + 1 Basement



Gambar 5.1 Denah Lokasi Proyek

5.2.2. Jenis Alat yang Digunakan

Data yang diperoleh dari permohonan data pada Proyek Pembangunan tahap II KPPD Sleman, jalan Magelang Km. 13 Triharjo, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta adalah volume tanah yang dipindahkan dan kinerja alat. Pada proyek tersebut alat berat yang digunakan mempunyai spesifikasi seperti di lampiran antara lain.

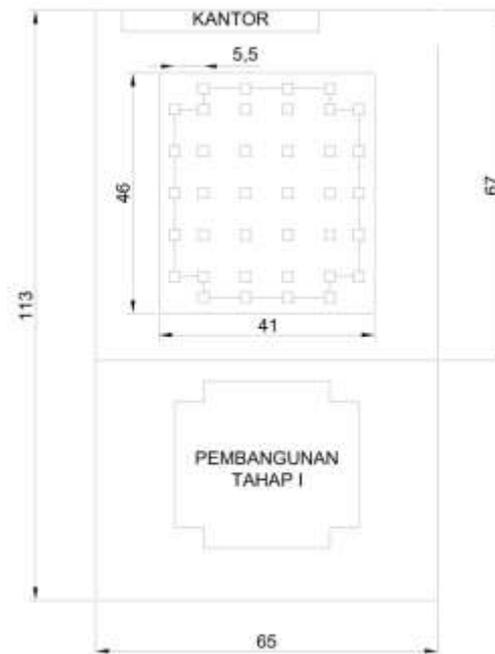
1. Jenis alat : *Excavator*
Merk/Jenis : *Komatsu PC200-8*

- Kapasitas : 1 m^3
Tahun pembuatan : 2012
Fungsi alat : Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.
2. Jenis alat : *Wheel Loader*
Merk/Jenis : *Komatsu WA380-3*
Kapasitas : 3 m^3
Tahun pembuatan : 2012
Fungsi alat : Penghampar dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.
3. Jenis alat : *Dump truck*
Kapasitas : 7 m^3
Tahun pembuatan : 2015
Fungsi alat : Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.

5.3 Analisis Data

5.3.1. Perhitungan Galian dan Timbunan

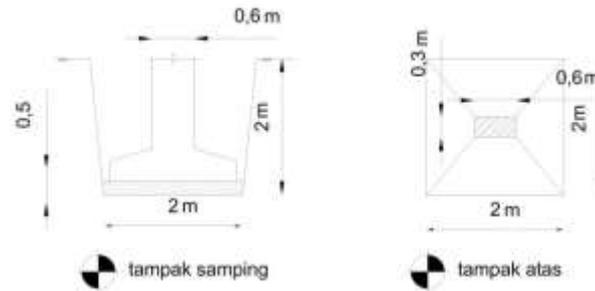
Perhitungan galian didapat dari volume penggalian basement dan penggalian pondasi yang didapat melalui pengamatan lapangan dengan ukuran seperti gambar 5.2 :



Gambar 5.2 Ukuran Luasan Proyek

Volume galian basement	: Panjang x Lebar x Kedalaman : $41 \times 46 \times 4 = 7.544 \text{ m}^3$
Volume galian pondasi	: Panjang x Lebar x Kedalaman x Jumlah : $2 \times 2 \times 2 \times 38 = 304 \text{ m}^3$
Volume galian total	: galian basement + galian pondasi : $7.544 + 304 = 7.848 \text{ m}^3$
<i>Swell factor</i>	: 24 % (tanah biasa kering)
Volume galian lapangan	: volume galian total + (<i>swell factor</i> x volume galian total) : $7.848 + (7848 \times 24\%) = 9.731,52 \text{ m}^3$

Volume timbunan didapat dari pengukuran dilapangan dengan menggunakan ukuran pondasi yang akan ditimbun, seperti gambar 5.2 berikut :



Gambar 5.3 Detail Pondasi

Volume timbunan : volume galian pondasi – (volume 1 pondasi x jumlah pondasi)
 : $304 - (2 \times 2 \times 0,5 \times 38 + 0,3 \times 0,6 \times 1,5 \times 38) = 217,74 \text{ m}^3$

Volume timbunan lapangan : volume timbunan total + (*swell factor* x volume timbunan total)
 : $217,74 + (24\% \times 217,74) = 270 \text{ m}^3$

Volume tanah sisa didapat setelah volume galian lapangan dan volume timbunan lapangan didapat.

Volume tanah sisa : volume galian lapangan – volume timbunan lapangan
 : $9.731,52 - 270 = 9.461,52 \text{ m}^3$

5.3.2. Perhitungan Produktivitas Alat

1. *Excavator*

Data yang diperoleh dari excavator mengacu pada lampiran tentang spesifikasi alat, data primer, dan data sekunder.

Tipe : Komatsu PC200-8
 Kapasitas bucket (q') : 1 m^3
 Efisiensi kerja (E) : 0,75
 Faktor bucket (K) : 0,8
 Waktu gali 1 : 11 detik
 Waktu gali 2 : 8 detik

Waktu buang 1 : 6 detik

Waktu buang 2 : 6 detik

Waktu putar : 5 detik

a. Produktivitas *excavator* untuk menggali

Pada pekerjaan ini *excavator* bertugas untuk menggali tanah asli yang ada di proyek tersebut baik itu penggalian *basement* maupun penggalian pondasi.

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Cm)} &= \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \\ &\text{waktu buang} \\ &= 11 + (2 \times 5) + 6 \\ &= 27 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per siklus (q)} &= q' \times K \\ &= 1 \times 0.8 \\ &= 0,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas } \textit{excavator} \text{ per jam (Q)} &= \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \\ &= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,75}{27} \\ &= 80,00 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

b. Produktivitas *excavator* untuk memindahkan tanah ke *dump truck*

Untuk perhitungan produktivitas *excavator* yang digunakan untuk memindahkan tanah ke *dump truck* terdapat perbedaan dalam waktu gali karena tanah yang digali lebih mudah yaitu tanah hasil galian di *stockpile* hasil dari *excavator* yang bertugas untuk menggali tanah asli.

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Cm)} &= \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu} \\ &\text{buang} \\ &= 8 + (2 \times 5) + 6 \\ &= 24 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per siklus (q)} &= q' \times K \\ &= 1 \times 0.8 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas excavator per jam (Q)} &= \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \\ &= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,75}{24} \\ &= 90,00 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2. *Wheel loader*

Data yang diperoleh dari *wheel loader* mengacu pada lampiran tentang spesifikasi alat, data primer, dan data sekunder.

Tipe	: Komatsu WA380-3
Kapasitas bucket (q')	: 3 m ³
Metode angkut	: Muat-Angkut
Jarak Angkut (D)	: 100 m
Tipe tanah	: Tanah Biasa
Faktor bucket (K)	: 0,8
Efisiensi kerja (E)	: 0.75
Kecepatan maju (F)	: 15 km/jam
Kecepatan mundur (R)	: 15 km/jam

- a. Produktivitas *wheel loader* untuk memindahkan tanah ke *dump truck*

Untuk perhitungan produktivitas *wheel loader* yang digunakan untuk memindahkan tanah ke *dump truck* metode V loading.

$$\begin{aligned} \text{Produksi per siklus (q)} &= q' \times K \\ &= 3 \times 0,8 \\ &= 2,4 \text{ m}^3 \\ \text{Kecepatan maju (F)} &= 15 \times 0,8 \\ &= 12 \text{ km/jam} \\ &= 200 \text{ m/menit} \\ \text{Kecepatan mundur (R)} &= 15 \times 0,8 \\ &= 12 \text{ km/jam} \\ &= 200 \text{ m/menit} \\ \text{Waktu tetap (Z)} &= 0,25 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= 2\left(\frac{D}{F} + \frac{D}{R}\right) + Z \\
 &= 2\left(\frac{25}{200} + \frac{25}{200}\right) + 0,25 \\
 &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (Q)} &= \frac{60}{Cm} \times q \times E \\
 &= \frac{60}{1} \times 2,4 \times 0,75 \\
 &= 144 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3. *Dump truck*

Data yang diperoleh dari *dump truck* mengacu pada lampiran tentang spesifikasi alat, data primer, dan data sekunder.

Kapasitas bak <i>dump truck</i> (c)	: 7 m ³
Kapasitas pemuat 1 (q'1)	: 3 m ³
Kapasitas pemuat 2 (q'2)	: 1 m ³
Factor bucket pemuat (K)	: 0,8
Efisiensi kerja (E)	: 0,75
Jarak Angkut (D)	: 2500 m
Waktu angkut 1 (ta ₁)	: 10 menit
Waktu angkut 2 (ta ₂)	: 7 menit
Waktu buang (t ₁)	: 0,5 menit
Waktu tunggu (t ₂)	: 0,2 menit
Waktu siklus pemuat 1 (Cms 1)	: 1 menit
Waktu siklus pemuat 2 (Cms 2)	: 0,4 menit

- a. Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *wheel loader*
 Jumlah siklus *wheel loader* untuk mengisi *dump truck* (n)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{c}{q'1 \times k} \\
 &= \frac{7}{3 \times 0,8} \\
 &= 2,92 \text{ dijadikan 3 kali siklus}
 \end{aligned}$$

$$\text{Produksi per siklus (C)} = n \times q'1 \times K$$

$$\begin{aligned}
 &= 3 \times 3 \times 0,8 \\
 &= 7,2 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + ta1 + ta2 + t1 + t2 \\
 &= 3 \times 1 + 10 + 7 + 0,5 + 0,2 \\
 &= 20 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (Q)} &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{7,2 \times 60 \times 0,75}{20} \\
 &= 16,24 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

b. Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator*

Untuk produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator* terdapat perbedaan dengan *wheel loader*.

Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* (n)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{c}{q'2 \times k} \\
 &= \frac{7}{1 \times 0,8} \\
 &= 8,75 \text{ dijadikan } 9 \text{ kali siklus} \\
 \text{Produksi per siklus (C)} &= n \times q' \times K \\
 &= 7 \times 1 \times 0,8 \\
 &= 7,2 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + ta1 + ta2 + t1 + t2 \\
 &= 9 \times 0,4 + 10 + 7 + 0,5 + 0,2 \\
 &= 21,3 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (Q)} &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{7,2 \times 60 \times 0,75}{21,3} \\
 &= 15,21 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

5.3.3. Perhitungan Biaya Sewa Alat

Dari hasil survei beberapa perusahaan yang menyediakan penyewaan alat berat di wilayah jogja didapatkan beberapa perbandingan harga. Daftar harga yang didapat hanyalah harga sewa alat per jam untuk *excavator* dan *wheel loader*, berbeda dengan *dump truck* dengan harga sewa per hari. Kebutuhan operator dan bahan bakar berupa solar ditanggung oleh penyewa. Berikut rincian harga sewa untuk masing-masing alat yang mengacu pada lampiran tentang harga sewa alat:

1. *Excavator*

Merek	: Komatsu	
Tipe/jenis	: PC200-8	
Harga sewa alat	: 175.000,00 /jam	
Bahan bakar	: 20 liter /jam x 7.800,00	= 156.000,00 /jam
Operator	: 150.000,00 /hari / 7 jam	= 21.500,00 /jam
Harga sewa	: 175.000,00 + 156.000,00 + 21.500,00	
		= 352.500,00 /jam

2. *Wheel loader*

Merek	: Komatsu	
Tipe/jenis	: WA380-3	
Harga sewa alat	: 200.000,00 /jam	
Bahan bakar	: 25 liter /jam x 7.800,00	= 195.000,00 /jam
Operator	: 150.000,00 /hari / 7 jam	= 21.500,00 /jam
Harga sewa	: 200.000,00 + 195.000,00 + 21.500,00	
		= 416.500,00 /jam

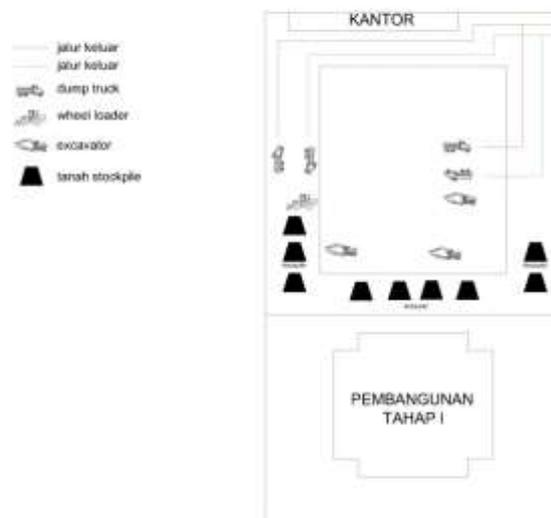
3. *Dump truck*

Tipe/jenis	: Kapasitas bak 7 m ³	
Harga sewa alat	: 500.000,00 /hari / 7 jam	= 71.500,00 /jam
Bahan bakar	: 16 liter /jam x 7.800,00	= 124.800,00 /jam
Operator	: 100.000,00 /hari / 7 jam	= 14.300,00 /jam
Harga sewa	: 71.500,00 + 124.800,00 + 14.300,00	
		= 210.600,00 /jam

5.3.4. Perhitungan Analisis Alternatif

1. Kondisi Existing

Pada kondisi *existing* semua spesifikasi alat dan skema pekerjaan merujuk pada keadaan yang sebenarnya terjadi pada proyek yang tengah berlangsung, berikut adalah skema pekerjaan pada kondisi *existing* :



Gambar 5.4 Skema Kerja Pada *Existing*

Pada skema *existing* terdapat 2 jalur keluar masuk *dump truck*, jalur *dump truck* yang pertama mengarah pada pemuatan yang dilakukan oleh *wheel loader* sedangkan pemuatan yang kedua pemuatan dilakukan oleh *wheel loader*. Dalam skema ini terdapat 3 buah *excavator* yang mana 1 *excavator* telah memuat *dump truck* dan yang 2 lagi menggali tanah asli dan memuatnya ke *stockpile*.

a. *Excavator*

1) Pekerjaan awal pada *excavator* adalah menggali basement dan pondasi dan hasil tanah galian akan ditempatkan pada *stockpile*.

Jumlah alat (n) = 2 unit

Volume galian = 9.731 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) = 80 m³/jam

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi excavator seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \\
 &= 160 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu kerja excavator} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}} \\
 &= \frac{9.731,52}{160} \\
 &= 60,82 \text{ jam dijadikan } 61 \text{ jam} \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 352.500,00 /\text{jam} \\
 \text{Biaya sewa alat} &= \text{Rp } 352.500,00 \times 61 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 43.005.000,00
 \end{aligned}$$

2) Selain pekerjaan penggalian tanah, 1 excavator lagi memuat ke *dump truck*, perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat (n)} &= 1 \text{ unit} \\
 \text{Volume tanah sisa} &= 9.461,52 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi excavator per jam (Q)} &= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi excavator seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu kerja excavator} &= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}} \\
 &= \frac{9.461,52}{90} \\
 &= 105,13 \text{ jam dijadikan } 106 \text{ jam} \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 352.500,00 /\text{jam} \\
 \text{Biaya sewa alat} &= \text{Rp } 352.500,00 \times 106 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 37.365.000,00
 \end{aligned}$$

3) Setelah didapat waktu kerja dan harga sewa alat dari perhitungan galian dan pemindahan maka didapat waktu kerja total dan harga sewa total sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja total} &= 61 \text{ jam} + 106 \text{ jam} \\
 &= 167 \text{ jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 43.005.000,00 + \\
 &\text{Rp } 37.365.000,00
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 80.370.000,00$$

b. Wheel loader

1) Pekerjaan memuat tanah *stockpile* ke dalam *truck* menggunakan *wheel loader*. Maka akan didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat (n)} &= 2 \text{ unit} \\ \text{Volume tanah sisa} &= 9.461,52 \text{ m}^3 \\ \text{Produksi wheel loader per jam (Q)} &= 144 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi wheel loader seluruh alat} &= Q \times n \\ &= 144 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= 288 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Waktu kerja wheel loader} &= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}} \\ &= \frac{9.461,52}{288} \\ &= 65,71 \text{ jam dijadikan } 66 \text{ jam} \\ \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 416.500 /\text{jam} \\ \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 416.500,00 \times 66 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= \text{Rp } 27.489.000,00 \end{aligned}$$

c. Dump truck

1) Keadaan pertama dimana pemuatan *dump truck* dilakukan oleh *wheel loader*.

$$\begin{aligned} \text{Volume yang akan diangkut} &= 9.461,52 \text{ m}^3 \\ \text{Produksi dump truck per jam} &= 16,241 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi wheel loader} &= 144 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produksi *wheel loader* disini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah dump truck (n)} &= \frac{\text{Produksi wheel loader}}{\text{produksi dump truck}} \\ &= \frac{144}{16,241} \\ &= 8,9 \text{ unit diambil } 9 \text{ unit} \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *wheel loader* dalam pengangkutan ke *dump truck*, maka didapat:

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja } \textit{dump truck} &= 66 \text{ jam} \\ \text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 210.600,00 / \text{jam} \\ \text{Biaya sewa alat} &= \text{Rp } 210.600,00 \times 66 \text{ jam} \times 9 \text{ unit} \\ &= \text{Rp } 125.096.400,00 \end{aligned}$$

2) Keadaan kedua dimana pemuatan *dump truck* dilakukan oleh *excavator*.

$$\begin{aligned} \text{Volume yang akan diangkut} &= 9.461,52 \text{ m}^3 \\ \text{Produksi } \textit{dump truck} \text{ per jam} &= 15,21 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi } \textit{excavator} &= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produksi *excavator* disini adalah produksi *excavator* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *excavator*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } \textit{dump truck} \text{ (n)} &= \frac{\text{Produksi } \textit{wheel loader}}{\text{produksi } \textit{dump truck}} \\ &= \frac{90}{15,21} \\ &= 5,92 \text{ unit diambil } 6 \text{ unit} \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *excavator* dalam pengangkutan ke *dump truck*. Maka didapat:

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja } \textit{dump truck} &= 106 \text{ jam} \\ \text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 210.600,00 / \text{jam} \\ \text{Biaya sewa } \textit{dump truck} &= \text{Rp } 210.600,00 \times 106 \text{ jam} \times 6 \text{ unit} \\ &= \text{Rp } 133.941.600,00 \end{aligned}$$

3) Setelah didapat waktu kerja dan harga sewa alat dari perhitungan galian dan pemindahan maka didapat waktu kerja total dan harga sewa total sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja total} &= 66 \text{ jam} + 106 \text{ jam} \\ &= 172 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 125.096.400,00 + \text{Rp} \\ &133.941.600,00 \\ &= \text{Rp } 259.038.000,00 \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil rekapitulasi dari perhitungan *existing* :

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan *Existing*

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	3	167	80.370.000,00	2 gali dan 1 memuat
<i>Wheel loader</i>	1	66	27.489.000,00	Memuat <i>dump truck</i>
<i>Dump truck</i>	15	172	259.038.000,00	
Total		405	366.897.000,00	

Berikut adalah jumlah tanah yang dapat dipindah dalam satu hari pekerjaan dengan total jam kerja optimal yaitu 7 jam/hari.

a. Galian

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } \textit{excavator} \text{ (n)} &= 2 \text{ unit} \\ \text{Produktivitas } \textit{excavator} \text{ per jam (Q)} &= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas } \textit{excavator} \text{ per hari} &= Q \times \text{waktu kerja} \times n \\ &= 80 \times 7 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= 1.120 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Waktu penyelesaian galian} &= \text{volume galian lapangan} : \\ &\text{produktivitas } \textit{excavator} \text{ per} \\ &\text{hari} \\ &= 9.731,52 \text{ m}^3 : 1.120 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 8,69 \text{ hari} \text{ jadi} \text{ 9 hari} \end{aligned}$$

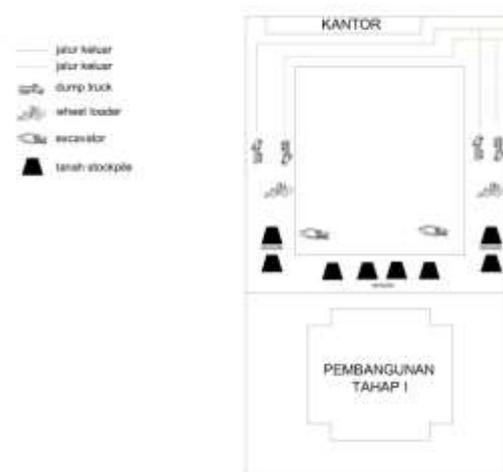
b. Pemuatan

$$\begin{aligned} &\text{Pemuatan oleh } \textit{wheel loader} \\ \text{Jumlah } \textit{dump truck} \text{ (n)} &= 9 \text{ unit} \\ \text{Produktivitas } \textit{wheel loader} \text{ per jam (Q)} &= 16,24 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas } \textit{wheel loader} \text{ per hari} &= Q \times \text{waktu kerja} \times n \\ &= 16,24 \times 7 \text{ jam} \times 9 \text{ unit} \\ &= 1.023,12 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &\text{Pemuatan oleh } \textit{excavator} \end{aligned}$$

Jumlah <i>dump truck</i> (n)	= 6 unit
Produktivitas <i>excavator</i> per jam (Q)	= 15,21 m ³ /jam
Produktivitas <i>excavator</i> per hari	= Q x waktu kerja x n
	= 15,21 x 7 jam x 6 unit
	= 638,82 m ³ /hari
Total Produktivitas <i>dump truck</i> per hari	= 1.023,12 + 638,82
	= 1.662,03 m ³ /hari
Waktu penyelesaian pemuatan	= volume tanah sisa lapangan
:	produktivitas <i>excavator</i> per hari
	hari
	= 9.461,52 m ³ : 1662,03
	m ³ /hari
	= 5,69 hari dijadikan 6 hari

2. Analisis Alternatif 1

Pada alternatif 1 penggunaan alat berat mempunyai spesifikasi dan jenis yang sama dengan *existing*, perbedaan terletak pada jumlah alat yang dipakai dan skema pada saat dilapangan seperti pada gambar berikut :



Gambar 5.5 Skema Kerja Pada Alternatif 1

Pada alternatif 1 terdapat 2 jalur pemuatan *dump truck* dan kedua pemuatannya dilakukan oleh 2 buah *wheel loader* yang diambil dari *stockpile*, sedangkan pemuatan *stockpile* dilakukan oleh 2 buah *excavator* dalam skema ini *excavator* tidak memuat ke *dump truck*.

a. Excavator

1) Pekerjaan pada *excavator* adalah menggali basement dan pondasi dan hasil tanah galian akan ditempatkan pada *stockpile*.

$$\text{Jumlah alat (n)} = 2 \text{ unit}$$

$$\text{Volume galian} = 9.731,52 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi Excavator per jam (Q)} = 80 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi excavator seluruh alat} &= Q \times n \\ &= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= 160 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu kerja excavator} = \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$$

$$= \frac{9.731,52}{160}$$

$$= 60,82 \text{ jam} = 61 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya alat sewa per jam} = \text{Rp } 352.500,00 /\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 352.500,00 \times 61 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= \text{Rp } 43.005.000,00 \end{aligned}$$

Tugas dari *excavator* pada alternatif ini hanya untuk menggali tanah asli, tanah tersebut kemudian dikumpulkan di *stockpile* yang berada di dekat lokasi galian dengan besar volume tanah $9.731,52 \text{ m}^3$.

b. Wheel loader

1) Pekerjaan memuat tanah *stockpile* ke dalam *truck* menggunakan *wheel loader*. Maka akan didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah alat (n)} = 2 \text{ unit}$$

$$\text{Produksi wheel loader per jam (Q)} = 144 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi wheel loader seluruh alat} &= Q \times n \\ &= 144 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 288 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu kerja } \textit{wheel loader} &= \frac{\textit{Volume tanah sisa}}{\textit{Produksi wheel loader seluruh alat}} \\
 &= \frac{9.461,52}{288} \\
 &= 32,85 \text{ jam} = 33 \text{ jam} \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 416.500 /\text{jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 416.500,00 \times 33 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 27.489.000,00
 \end{aligned}$$

c. *Dump truck*

1) Keadaan pemuatan *dump truck* hanya dilakukan oleh *wheel loader*.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume yang akan diangkut} &= 9.461,52 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } \textit{dump truck} \text{ per jam} &= 16,24 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } \textit{wheel loader} &= 288 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Produksi *wheel loader* disini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah } \textit{dump truck} \text{ (n)} &= \frac{\textit{Produksi wheel loader}}{\textit{produksi dump truck}} \\
 &= \frac{288}{16,24} \\
 &= 17,7 \text{ unit diambil } 18 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *wheel loader* dalam pengangkutan ke *dump truck*. Maka didapat:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja } \textit{dump truck} &= 33 \text{ jam} \\
 \text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 210.600,00 /\text{jam} \\
 \text{Biaya total sewa } \textit{dump truck} &= \text{Rp } 210.600,00 \times 33 \text{ jam} \times 18 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 125.096.400,00
 \end{aligned}$$

Dari data dan analisis didapatkan hasil pada Tabel 5.4 berikut:

Tabel 5.4 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	61	43.005.000,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	2	33	27.489.000,00	Memuat <i>dump</i>

				<i>truck</i>
<i>Dump truck</i>	18	33	125.096.400,00	
Total		127	195.590.940,00	

Berikut adalah jumlah tanah yang dapat dipindah dalam satu hari pekerjaan dengan total jam kerja optimal yaitu 7 jam/hari.

a. Galian

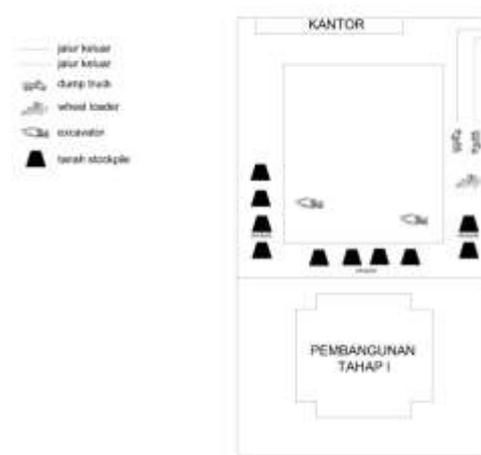
$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah excavator (n)} &= 2 \text{ unit} \\
 \text{Produktivitas excavator per jam (Q)} &= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas excavator per hari} &= Q \times \text{waktu kerja} \times n \\
 &= 80 \times 7 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\
 &= 1.120 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu penyelesaian galian} &= \text{volume galian lapangan} : \\
 &\quad \text{produktivitas excavator per} \\
 &\quad \text{hari} \\
 &= 9.731,52 \text{ m}^3 : 1.120 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 8,69 \text{ hari} \text{ dijadikan } 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

b. Pemuatan

$$\begin{aligned}
 &\text{Pemuatan oleh wheel loader} \\
 \text{Jumlah dump truck (n)} &= 18 \text{ unit} \\
 \text{Produktivitas wheel loader per jam (Q)} &= 16,24 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas wheel loader per hari} &= Q \times \text{waktu kerja} \times n \\
 &= 16,24 \times 7 \text{ jam} \times 18 \text{ unit} \\
 &= 2.046,32 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Waktu penyelesaian pemuatan} &= \text{volume tanah sisa lapangan} : \\
 : &\quad \text{produktivitas excavator per} \\
 &\quad \text{hari} \\
 &= 9.461,52 \text{ m}^3 : 2.046,32 \\
 &\quad \text{m}^3/\text{hari} \\
 &= 4,62 \text{ hari} \text{ dijadikan } 5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

3. Analisis Alternatif 2

Pada alternatif 2 penggunaan alat berat mempunyai spesifikasi dan jenis yang sama dengan *existing* dan alternatif 1, perbedaan terletak pada jumlah alat yang dipakai dan skema pada saat dilapangan seperti pada gambar berikut :



Gambar 5.6 Skema Kerja Pada Alternatif 2

Pada skema kerja ini hanya terdapat 1 jalur pemuatan *dump truck* dan pemuatan dilakukan oleh 1 buah *wheel loader* yang memuat dari *stockpile*, sedangkan pemuatan *stockpile* dilakukan oleh 2 buah *excavator* yang menggali dari tanah asli.

a. Excavator

- 1) Pekerjaan pada *excavator* adalah menggali basement dan pondasi dan hasil tanah galian akan ditempatkan pada *stockpile*.

$$\text{Jumlah alat (n)} = 2 \text{ unit}$$

$$\text{Volume galian} = 9.731,52 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi Excavator per jam (Q)} = 80 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi excavator seluruh alat} = Q \times n$$

$$= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= 160 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu kerja excavator} = \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$$

$$= \frac{9.731,52}{160}$$

$$= 60,82 \text{ jam} = 61 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya alat sewa per jam} = \text{Rp } 352.500,00 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat} = \text{Rp } 352.500,00 \times 61 \text{ jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp } 43.005.000,00$$

Tugas dari *excavator* pada alternatif ini hanya untuk menggali tanah asli, tanah tersebut kemudian dikumpulkan di *stockpile* yang berada di dekat lokasi galian dengan besar volume tanah 9.731,52 m³.

b. *Wheel loader*

1) Pekerjaan memuat tanah *stockpile* ke dalam *truck* menggunakan *wheel loader*. Maka akan didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah alat (n)} = 2 \text{ unit}$$

$$\text{Volume tanah sisa} = 9.461,52 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi wheel loader per jam (Q)} = 144 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi wheel loader seluruh alat} = Q \times n$$

$$= 144 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= 288 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu kerja wheel loader} = \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}}$$

$$= \frac{9.461,52}{288}$$

$$= 65,71 \text{ jam} \text{ dijadikan } 66 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya alat sewa per jam} = \text{Rp } 416.500 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat} = \text{Rp } 416.500,00 \times 66 \text{ jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp } 27.489.000,00$$

c. *Dump truck*

1) Keadaan pemuatan *dump truck* hanya dilakukan oleh *wheel loader*.

$$\text{Volume yang akan diangkut} = 9.461,52 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi dump truck per jam} = 16,241 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi wheel loader} = 144 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi *wheel loader* disini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } \textit{dump truck} (n) &= \frac{\text{Produksi } \textit{wheel loader}}{\text{produksi } \textit{dump truck}} \\ &= \frac{144}{16,241} \\ &= 8,9 \text{ unit diambil } 9 \text{ unit} \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *wheel loader* dalam pengangkutan ke *dump truck*. Maka didapat:

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja } \textit{dump truck} &= 66 \text{ jam} \\ \text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 210.600,00 /\text{jam} \\ \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 210.600,00 \times 66 \text{ jam} \times 9 \text{ unit} \\ &= \text{Rp } 125.096.400,00 \end{aligned}$$

Dari data dan analisis didapatkan hasil pada Tabel 5.5 berikut:

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	61	43.005.000,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	66	27.489.000,00	Memuat <i>dump truck</i>
<i>Dump truck</i>	9	66	125.096.400,00	
Total		193	195.590.400,00	

Berikut adalah jumlah tanah yang dapat dipindah dalam satu hari pekerjaan dengan total jam kerja optimal yaitu 7 jam/hari.

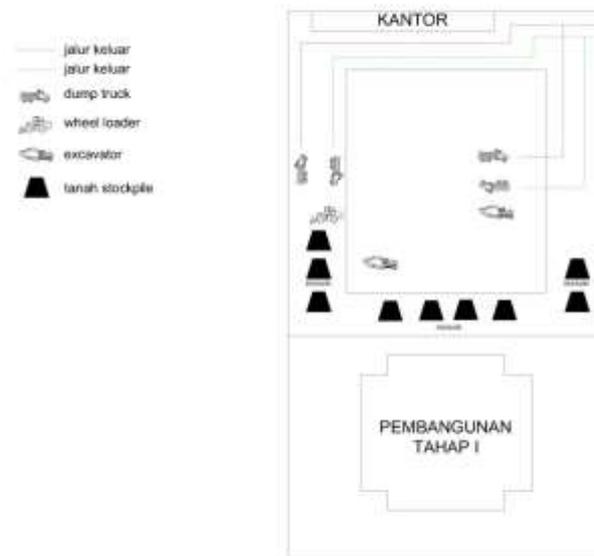
a. Galian

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } \textit{excavator} (n) &= 2 \text{ unit} \\ \text{Produktivitas } \textit{excavator} \text{ per jam } (Q) &= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas } \textit{excavator} \text{ per hari} &= Q \times \text{waktu kerja} \times n \\ &= 80 \times 7 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\ &= 1.120 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Waktu penyelesaian galian	= volume galian lapangan : productktivitas <i>excavator</i> per hari = $9.731,52 \text{ m}^3 : 1.120 \text{ m}^3/\text{hari}$ = 8,69 hari jadikan 9 hari
b. Pemuatan	
Pemuatan oleh <i>wheel loader</i>	
Jumlah <i>dump truck</i> (n)	= 9 unit
Produktivitas <i>wheel loader</i> per jam (Q)	= $16,24 \text{ m}^3/\text{jam}$
Produktivitas <i>wheel loader</i> per hari	= Q x waktu kerja x n = $16,24 \times 7 \text{ jam} \times 9 \text{ unit}$ = $1.023,16 \text{ m}^3/\text{hari}$
Waktu penyelesaian pemuatan :	= volume tanah sisa lapangan productktivitas <i>excavator</i> per hari = $9.461,52 \text{ m}^3 : 1.023,16$ m^3/hari = 9,25 hari jadikan 10 hari

4. Analisis Alternatif 3

Pada alternatif 3 penggunaan alat berat mempunyai spesifikasi dan jenis yang sama dengan *existing*, alternatif 1, dan alternatif 2 perbedaan terletak pada jumlah alat yang dipakai dan skema pada saat dilapangan seperti pada gambar berikut :



Gambar 5.7 Skema Kerja Pada Alternatif 3

Pada skema ini terdapat 2 jalur pemuatan *dump truck*, pemuatan pertama dilakukan oleh 1 buah *wheel loader* sedangkan pemuatan kedua dilakukan oleh 1 buah *excavator*. Pemuatan pada *stockpile* dilakukan oleh 1 buah *excavator* yang menggali dari tanah asli.

a. Excavator

- 1) Pekerjaan awal pada *excavator* adalah menggali basement dan pondasi dan hasil tanah galian akan ditempatkan pada *stockpile*.

$$\text{Jumlah alat (n)} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Volume galian} = 9.731,52 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi excavator per jam (Q)} = 80 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi excavator seluruh alat} &= Q \times n \\ &= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\ &= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja excavator} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}} \\ &= \frac{9.731,52}{80} \end{aligned}$$

$$= 121,64 \text{ jam} = 122 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya alat sewa per jam} = \text{Rp } 352.500,00 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya sewa alat} = \text{Rp } 352.500,00 \times 122 \text{ jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp } 43.005.000,00$$

2) Selain pekerjaan penggalian tanah, 1 *excavator* lagi memuat ke *dump truck*, perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah alat (n)} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Volume tanah sisa} = 9.461,52 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi excavator per jam (Q)} = 90 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi excavator seluruh alat} = Q \times n$$

$$= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$= 90 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja excavator} &= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}} \\ &= \frac{9.461,52}{90} \end{aligned}$$

$$= 105,13 \text{ jam} = 106 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya alat sewa per jam} = \text{Rp } 352.500,00 / \text{jam}$$

$$\text{Biaya sewa alat} = \text{Rp } 352.500,00 \times 106 \text{ jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp } 37.365.000,00$$

3) Setelah didapat waktu kerja dan harga sewa alat dari perhitungan galian dan pemindahan maka didapat waktu kerja total dan harga sewa total sebagai berikut :

$$\text{Waktu kerja total} = 122 \text{ jam} + 106 \text{ jam}$$

$$= 228 \text{ jam}$$

$$\text{Biaya total sewa alat} = \text{Rp } 43.005.000,00 + \text{Rp}$$

$$37.365.000,00$$

$$= \text{Rp } 80.370.000,00$$

b. Wheel loader

1) Pekerjaan memuat tanah *stockpile* ke dalam *truck* menggunakan *wheel loader*. Maka akan didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat (n)} &= 2 \text{ unit} \\
 \text{Volume tanah sisa} &= 9.461,52\text{m}^3 \\
 \text{Produksi } \textit{wheel loader} \text{ per jam (Q)} &= 144 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } \textit{wheel loader} \text{ seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 144 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit} \\
 &= 288 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \\
 \text{Waktu kerja } \textit{wheel loader} &= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi } \textit{wheel loader} \text{ seluruh alat}} \\
 &= \frac{9.461,52}{288} \\
 &= 65,71 \text{ jam dijadikan } 66 \text{ jam} \\
 \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 416.500 \text{ /jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 416.500,00 \times 66 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 27.489.000,00
 \end{aligned}$$

c. *Dump truck*

1) Keadaan pertama dimana pemuatan *dump truck* dilakukan oleh *wheel loader*.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume yang akan diangkut} &= 9.461,52 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } \textit{dump truck} \text{ per jam} &= 16,241 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } \textit{wheel loader} &= 144 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Produksi *wheel loader* disini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah } \textit{dump truck} \text{ (n)} &= \frac{\text{Produksi } \textit{wheel loader}}{\text{produksi } \textit{dump truck}} \\
 &= \frac{144}{16,241} \\
 &= 8,9 \text{ unit diambil } 9 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *wheel loader* dalam pengangkutan ke *dump truck*, maka didapat:

Waktu kerja <i>dump truck</i>	= 66 jam
Biaya sewa alat per jam	= Rp 210.600,00 /jam
Biaya sewa alat	= Rp 210.600,00 x 66 jam x 9 unit
	= Rp 125.096.400,00

2) Keadaan kedua dimana pemuatan *dump truck* dilakukan oleh *excavator*.

Volume yang akan diangkut	= 9.461,52 m ³
Produksi <i>dump truck</i> per jam	= 15,21 m ³ /jam
Produksi <i>excavator</i>	= 90 m ³ /jam

Produksi *excavator* disini adalah produksi *excavator* dalam pekerjaan pengangkutan tanah ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *excavator*. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } \textit{dump truck} (n) &= \frac{\textit{Produksi wheel loader}}{\textit{produksi dump truck}} \\ &= \frac{90}{15,21} \\ &= 5,92 \text{ unit diambil 6 unit} \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu *excavator* dalam pengangkutan ke *dump truck*. Maka didapat:

Waktu kerja <i>dump truck</i>	= 106 jam
Biaya sewa alat per jam	= Rp 210.600,00 /jam
Biaya sewa <i>dump truck</i>	= Rp 210.600,00 x 106 jam x 6 unit
	= Rp 133.941.600,00

3) Setelah didapat waktu kerja dan harga sewa alat dari perhitungan galian dan pemindahan maka didapat waktu kerja total dan harga sewa total sebagai berikut :

Waktu kerja total	= 66 jam + 106 jam
	= 172 jam
Biaya total sewa alat	= Rp 125.096.400,00 + Rp
	133.941.600,00
	= Rp 259.038.000,00

Dari data dan analisis didapatkan hasil pada Tabel 5.6 berikut:

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	228	80.370.000,00	1 gali dan 1 memuat <i>dump truck</i>
<i>Wheel loader</i>	1	66	27.489.000,00	Memuat <i>dump truck</i>
<i>Dump truck</i>	15	172	259.038.000,00	
Total		466	366.897.000,00	

Berikut adalah jumlah tanah yang dapat dipindah dalam satu hari pekerjaan dengan total jam kerja optimal yaitu 7 jam/hari.

a. Galian

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah } excavator (n) &= 1 \text{ unit} \\
 \text{Produktivitas } excavator \text{ per jam (Q)} &= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas } excavator \text{ per hari} &= Q \times \text{waktu kerja} \times n \\
 &= 80 \times 7 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= 560 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu penyelesaian galian} &= \text{volume galian lapangan} : \\
 &\text{produktivitas } excavator \text{ per} \\
 &\text{hari} \\
 &= 9.731,52 \text{ m}^3 : 560 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 17,38 \text{ hari} \text{ jadi} \text{ 18 hari}
 \end{aligned}$$

\

b. Pemuatan

Pemuatan oleh *wheel loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah } dump \text{ truck (n)} &= 9 \text{ unit} \\
 \text{Produktivitas } wheel \text{ loader per jam (Q)} &= 16,24 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas } wheel \text{ loader per hari} &= Q \times \text{waktu kerja} \times n \\
 &= 16,24 \times 7 \text{ jam} \times 9 \text{ unit} \\
 &= 1.023,12 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Pemuatan oleh *excavator*

$$\begin{aligned}
\text{Jumlah } \textit{dump truck} (n) &= 6 \text{ unit} \\
\text{Produktivitas } \textit{excavator} \text{ per jam (Q)} &= 15,21 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Produktivitas } \textit{excavator} \text{ per hari} &= Q \times \text{waktu kerja} \times n \\
&= 15,21 \times 7 \text{ jam} \times 6 \text{ unit} \\
&= 638,82 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Total Produktivitas } \textit{dump truck} \text{ per hari} &= 1.023,12 + 638,82 \\
&= 1.662,03 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Waktu penyelesaian pemuatan} &= \text{volume tanah sisa lapangan} \\
&: \text{produktivitas } \textit{excavator} \text{ per} \\
&\text{hari} \\
&= 9.461,52 \text{ m}^3 : 1662,03 \\
&\text{m}^3/\text{hari} \\
&= 5,69 \text{ hari} \text{ dijadikan } 6 \text{ hari}
\end{aligned}$$

5.4. Pembahasan

5.4.1. Jumlah Alat, Waktu dan Biaya Sewa Alat Berat

1. Alternatif 1

Berdasarkan data dan analisis didapatkan dari Tabel 5.3 maka pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai sepenuhnya dengan waktu 127 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 195.590.400,00.

$$\begin{aligned}
\text{Perbandingan Waktu} &= \frac{127-405}{405} \times 100 \% \\
&= -68,64 \%
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Perbandingan Biaya} &= \frac{195.590.400,00 - 366.897.000,00}{366.897.000,00} \times 100 \% \\
&= -46,69 \%
\end{aligned}$$

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

2. Alternatif 2

Berdasarkan data dan analisis didapatkan dari Tabel 5.4 maka pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai sepenuhnya dengan waktu 193 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 195.590.400,00.

$$\begin{aligned}\text{Perbandingan Waktu} &= \frac{193-405}{405} \times 100 \% \\ &= - 52,35 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perbandingan Biaya} &= \frac{195.590.400,00 - 366.897.000,00}{366.897.000,00} \times 100 \% \\ &= - 46,69 \%\end{aligned}$$

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

u(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

3. Alternatif 3

Berdasarkan data dan analisis didapatkan dari Tabel 5.5 maka pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai sepenuhnya dengan waktu 466 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 195.590.400,00.

$$\begin{aligned}\text{Perbandingan Waktu} &= \frac{466-405}{405} \times 100 \% \\ &= 15,06 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Perbandingan Biaya} &= \frac{366.897.000,00 - 366.897.000,00}{366.897.000,00} \times 100 \% \\ &= 0 \%\end{aligned}$$

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

5.4.2. Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif Alat Berat

Dari hasil perhitungan alternatif 1, alternatif 2, alternatif 3 dapat dilihat pada hasil rekapitulasi perbandingan alat berat dari segi biaya dan waktu dalam bentuk persen (%) dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut ini:

Tabel 5.7 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif Alat Berat

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
BIAYA (%)	- 68,64 %	- 52,35 %	- 15,06 %
WAKTU(%)	-46,69 %	- 46,69 %	0 %
ALAT	2 EX, 2 WL, 18 DT	2 EX, 1 WL, 9 DT	2 EX, 1 WL, 15 DT

Dari tabel 5.9 dapat dilihat alternatif 2 yang menggunakan 2 unit *excavator* Komatsu PC200-8, 1 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 9 unit *dumptruck* kapasitas 7 m³. Alternatif tersebut memiliki presentase biaya sebesar - 52,35 % dan waktu -46,69 %. Mengacu pada keterangan perhitungan presentase apabila didapatkan hasil minus (-) maka pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah, walaupun prosentase yang didapat tidak yang paling tinggi tetapi alternatif ini memberikan kemudahan dengan penggunaan *dump truck* yang paling sedikit sehingga pengaturan rute *dump truck* menjadi mudah dan meminimalisirkan waktu tunggu *dump truck*. Menurut dari hasil pertimbangan tersebut maka direkomendasikan menggunakan alternatif 2 untuk melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah pada proyek pembangunan kantor tahap II KPPD Sleman.

Pada alternatif 2 mempunyai kombinasi menggunakan 2 unit *excavator* Komatsu PC200-8, 2 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 9 unit *dumptruck* kapasitas 7 m³. Tugas dari *excavator* pada alternatif ini ialah menggali tanah sebesar 9.731,52 m³. Pekerjaan selanjutnya yaitu memindahkan sisa tanah hasil galian dan timbunan sebesar 9.461,52 m³ dengan menggunakan *wheel loader* sebagai pemuat dan *dump truck* sebagai pemindah ke tempat pembuangan.