

## **BAB V**

### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Tinjauan Umum**

Studi kasus pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII, Sleman, DIY. Berikut data proyek yang diperoleh antara lain:

- Lokasi proyek : Kampus Terpadu UII Jalan Kaliurang km 14,5,  
Kecamatan Ngaglik, Sleman, Yogyakarta
- Luas tapak : 14.445,68 m<sup>2</sup>
- Luas bangunan : 7.411,95 m<sup>2</sup>, 7 Lantai dan 2 Lantai Basement

Jumlah alat berat pada kondisi asli dilapangan (*existing*) yang digunakan dalam pekerjaan galian, timbunan dan pemindahan tanah tidak sama setiap harinya, maka akan diambil jumlah rata-rata per hari. Jumlah rata-rata *excavator* yang digunakan adalah 2,44 unit dengan total jam kerja 699 jam, untuk jumlah rata-rata *wheel loader* yang digunakan adalah 1,26 unit dengan total jam kerja 203 jam, sedangkan untuk jumlah rata-rata *dump truk* yang digunakan adalah 10,26 unit dengan total jam kerja 1642,5 jam.

#### **5.2 Analisis Data**

##### **5.2.1 Jenis Alat Berat yang Digunakan**

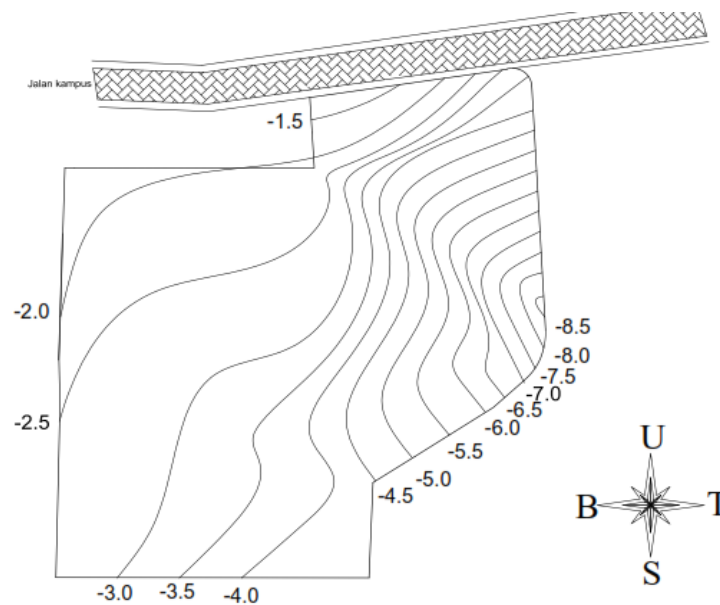
Berikut ini merupakan jenis alat berat yang akan digunakan pada tugas akhir ini sebagai perhitungan kombinasi pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII, Kampus Terpadu UII Jalan Kaliurang km 14,5, Kecamatan Ngaglik, Sleman, Yogyakarta, alat yang digunakan antara lain.

1. Jenis alat : *Excavator*
  - Merk/Jenis : *Kobelco SK200-8*
  - Kapasitas : 1 m<sup>3</sup>
  - Tahun pembuatan : 2013
  - Kondisi : Baik
  - Fungsi alat : Penggali dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.

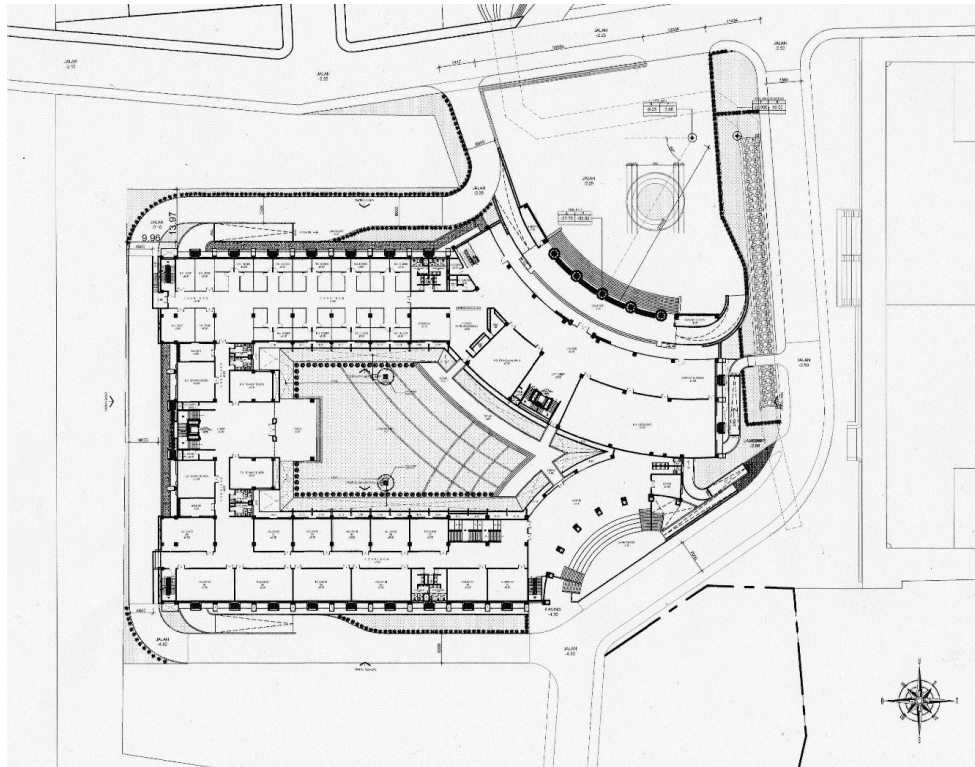
2. Jenis alat : *Wheel Loader*  
 Merk/Jenis : Komatsu WA380-3  
 Kapasitas : 3 m<sup>3</sup>  
 Tahun pembuatan : 2012  
 Kondisi : Baik  
 Fungsi alat : Menimbun dan pemuat tanah ke dalam bak *dump truck*.
3. Jenis alat : *Dump truck*  
 Merk/Jenis : Toyota Dyna Rino  
 Kapasitas : 7 m<sup>3</sup>  
 Tahun pembuatan : 2013  
 Kondisi : Baik  
 Fungsi alat : Pemuat tanah sisa dari lokasi proyek ke *quarry*.

### 5.2.2 Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

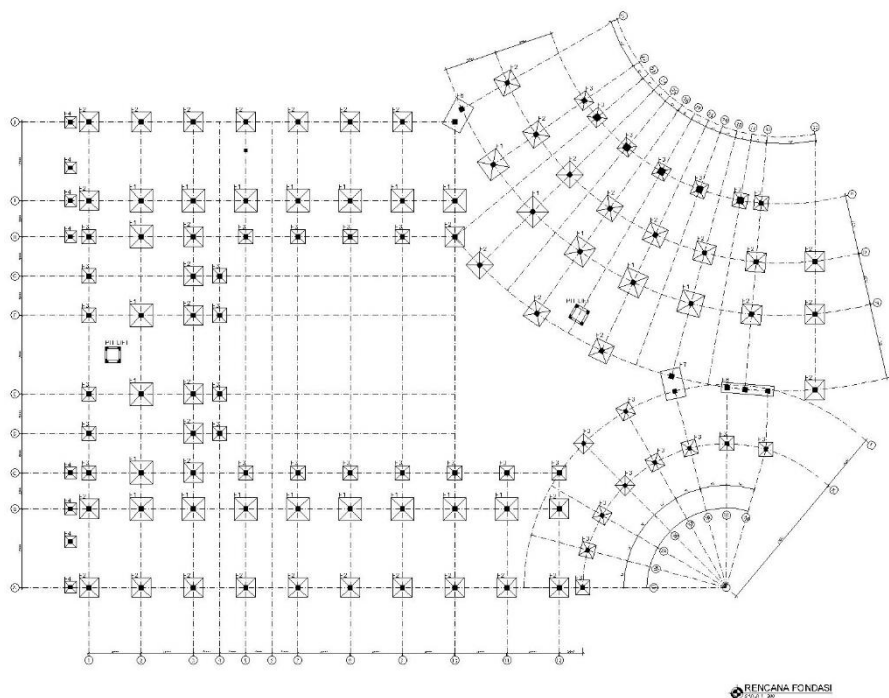
Dari hasil permohonan data kepada admin proyek pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII didapatkan *siteplan*, elevasi tanah asli dan denah pondasi. Berikut gambar dan perhitungan volume galian dan timbunan tanah pada proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII.



**Gambar 5.1 Peta Elevasi Tanah Asli Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII**



**Gambar 5.2 Denah Lokasi Rencana Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII**



**Gambar 5.3 Denah Pondasi Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII**

Volume galian dan timbunan didapatkan dari elevasi tanah asli yang kemudian akan dilakukan galian ataupun timbunan sesuai dari elevasi rencana serta volume galian dan timbunan pada pekerjaan pondasi. Dari data yang diperoleh terdapat 3 elevasi rencana, -2,5 meter untuk jalan dan halaman, 0,65 meter untuk *innercort* dan -7,85 meter untuk *basement*, sedangkan untuk luas didapat dari aplikasi *autoCAD* dan dibagi sesuai elevasi tanah asli. Adapun perhitungannya adalah sebagai berikut.

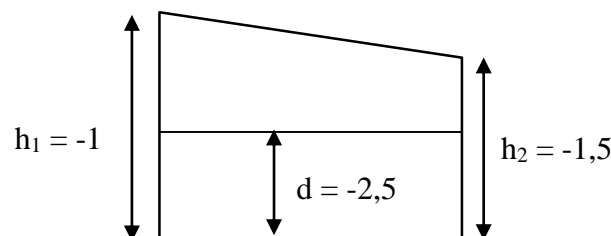
Tinggi tanah asli ( $h_1$ ) : -1 m

Tinggi tanah asli ( $h_2$ ) : -1,5 m

Elevasi rencana ( $d$ ) : -2,5 m

Luas ( $A$ ) : 98,617 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \left( d - \frac{h_1 + h_2}{2} \right) \times A \\ &= \left( -2,5 - \frac{-1 + -1,5}{2} \right) \times 98,617 \\ &= -123,271 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



**Gambar 5.4 Penampang Potongan Melintang**

Keterangan :

$h_1$  = tinggi sisi atas tanah asli (m)

$h_2$  = tinggi sisi bawah tanah asli (m)

$d$  = tinggi elevasi rencana (m)

Pada perhitungan diatas didapat hasil negatif (-) menunjukkan pada luasan tersebut perlu dilakukan galian, sedangkan untuk hasil positif (+) menunjukkan pada luasan tersebut perlu dilakukan timbunan.

Berikut adalah rekapitulasi hasil dari perhitungan volume galian dan timbunan yang sudah dibagi antara volume galian dan volume timbunan yang dapat dilihat pada tabel 5.1 dan tabel 5.2.

**Tabel 5.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Galian**

Tinggi tanah asli		Elevasi rencana (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>			
-1	-1.5	-2.5	98.617	123.271
-1.5	-2	-2.5	622.699	467.024
-2	-2.5	-2.5	950.963	237.741
-1.5	-2	-7.85	22.225	135.573
-2	-2.5	-7.85	1355.756	7592.234
-2.5	-3	-7.85	1977.118	10083.302
-3	-3.5	-7.85	788.885	3628.871
-3.5	-4	-7.85	567.425	2326.443
-4	-4.5	-7.85	712.699	2565.716
-4.5	-5	-7.85	533.518	1653.906
-5	-5.5	-7.85	477.83	1242.358
-5.5	-6	-7.85	411.818	864.818
-6	-6.5	-7.85	261.276	418.042
-6.5	-7	-7.85	183.692	202.061
-7	-7.5	-7.85	188.463	113.078
-7.5	-8	-7.85	139.655	13.966
<b>TOTAL</b>				31.668,402

**Tabel 5.2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Timbunan**

Tinggi tanah asli		Elevasi rencana (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>			
-2.5	-3	-2.5	964.863	241.216
-3	-3.5	-2.5	723.827	542.870
-3.5	-4	-2.5	691.304	864.130
-4	-4.5	-2.5	812.533	1421.933
-4.5	-5	-2.5	231.434	520.727
-5	-5.5	-2.5	204.97	563.668
-5.5	-6	-2.5	172.045	559.146
-6	-6.5	-2.5	136.132	510.495
-6.5	-7	-2.5	96.453	409.925
-7	-7.5	-2.5	36.219	172.040
-7.5	-8	-2.5	19.802	103.961
-8	-8.5	-2.5	30.334	174.421

**Lanjutan Tabel 5.2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Timbunan**

-8	-8.5	-7.85	47.224	18.890
-8.5	-9	-7.85	8.488	7.639
-2.5	-3	-0.65	585.359	1229.254
-3	-3.5	-0.65	375.829	977.155
-3.5	-4	-0.65	110.027	341.084
-4	-4.5	-0.65	88.875	319.950
-4.5	-5	-0.65	19.104	78.326
<b>TOTAL</b>				9.056,829

Dari hasil analisis perhitungan diatas didapatkan volume galian sebesar 31.668,402 m<sup>3</sup> dan volume timbunan sebesar 9.056,829 m<sup>3</sup>.

Hasil dari perhitungan diatas akan ditambahkan dengan perhitungan volume galian dan timbunan pondasi, dalam denah pondasi yang didapatkan semua pondasi menggunakan jenis pondasi *footplate* dan terdapat 7 tipe pondasi yang dari masing-masing tipe berbeda ukuran dan kedalaman. Berikut perhitungan volume galian pada pondasi.

$$\text{Luas Pondasi (F1)} \quad : 12,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Kedalaman Pondasi (F1)} \quad : 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Volume Pondasi (F1)} \quad : 10,54 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah Pondasi (F1)} \quad : 24 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Galian Pondasi (F1)} &= \text{Luas Pondasi} \times \text{Kedalaman Pondasi} \times \text{Jumlah} \\ &= 12,25 \times 2,5 \times 24 \\ &= 735 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Timbunan (F1)} &= (\text{Luas Pondasi} \times \text{Kedalaman Pondasi} - \text{Volume} \\ &\quad \text{Pondasi}) \times \text{Jumlah} \\ &= (12,25 \times 2,5 - 10,54) \times 24 \\ &= 482,16 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Berikut adalah rekapitulasi hasil dari perhitungan volume galian dan timbunan pada pekerjaan pondasi yang dapat dilihat pada tabel 5.3 dan tabel 5.4.

**Tabel 5.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Galian Pondasi**

Tipe Pondasi	Luas (m <sup>2</sup> )	Kedalaman (m)	Jumlah (buah)	Volume Galian (m <sup>3</sup> )
F1	12,25	2,5	24	735
F2	9	2,4	41	885,60
F3	4,84	2,4	38	441,41
F4	3,24	2,4	8	62,21
F5	13,25	2,4	1	32,40
F6	13,5	2,4	1	32,40
F7	12	2,4	1	28,80
<b>Total</b>				2.217,82

**Tabel 5.4 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Timbunan Pondasi**

Tipe Pondasi	Volume Galian Pondasi (m <sup>3</sup> )	Volume Pondasi (m <sup>3</sup> )	Jumlah (buah)	Volume Timbunan (m <sup>3</sup> )
F1	30,63	10,54	24	482,16
F2	21,60	6,63	41	613,61
F3	11,62	3,30	38	315,93
F4	7,78	2,50	8	42,19
F5	32,40	12,37	1	20,03
F6	32,40	14,69	1	17,71
F7	28,80	11,95	1	16,85
<b>Total</b>				1.508,48

Hasil dari perhitungan volume galian dan timbunan pada pekerjaan pondasi diatas akan ditambahkan dengan volume galian dan timbunan terhadap tanah asli yang sudah dianalisis sebelumnya untuk mendapatkan total volume galian dan timbunan.

Volume Galian Tanah Asli : 31.668,402 m<sup>3</sup>

Volume Timbunan Tanah Asli : 2.217,820 m<sup>3</sup>

Volume Galian Pondasi : 9.056,829 m<sup>3</sup>

Volume Timbunan Pondasi : 1.508,48 m<sup>3</sup>

Total Volume Galian = Volume Galian Tanah Asli + Volume Galian Pondasi

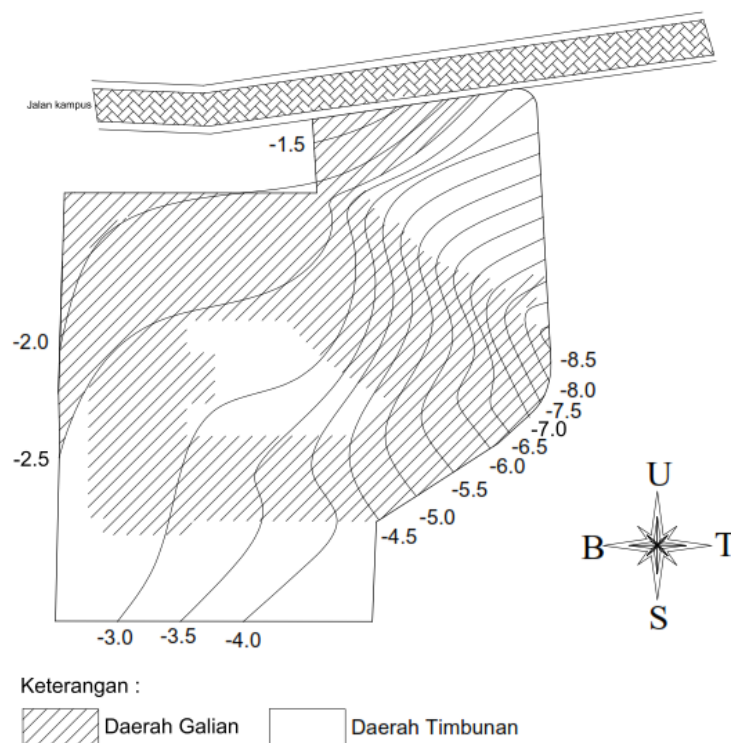
= 31.668,402 + 2.217,82

= 33.886,218 m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Total Volume Timbunan} &= \text{Volume Timbunan Tanah Asli} + \text{Volume} \\
 &\text{Timbunan Pondasi} \\
 &= 9.056,829 + 1.508,480 \\
 &= 10.565,309 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh total volume galian tanah sebesar 33.886,218 m<sup>3</sup> dan total volume timbunan tanah sebesar 10.565,309 m<sup>3</sup>, sedangkan untuk pelaksanaan pekerjaan tanah pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII ini dilakukan secara mekanis menggunakan alat berat. Tanah hasil galian tersebut dikumpulkan di *stockpile* yang berada tidak terlalu jauh dari daerah penggalian. Kemudian tanah hasil galian yang tidak terpakai akan diangkut menuju *quarry* atau tempat pembuangan akhir menggunakan *dump truck*. Dalam pengangkutan tanah ke *dump truck* memerlukan bantuan alat berat berupa *excavator* dan *wheel loader*, jarak untuk memindahkan tanah dari *stockpile* menuju *quarry* sekitar 3 kilometer. Setelah sampai *quarry*, tanah dihamparkan.

Tanah timbunan diambil dari tanah yang telah digali oleh *excavator* yang dikumpulkan di *stockpile* menggunakan bantuan *wheel loader* untuk dihamparkan.



**Gambar 5.5 Rencana Galian dan Timbunan**



### 5.2.3 Perhitungan Produktivitas Alat Berat

#### 1. *Excavator*

Pada Tugas Akhir ini *Excavator* mempunyai 2 fungsi yaitu untuk menggali tanah dan untuk memindahkan tanah dari *stockpile* ke *dump truck*, sehingga terdapat perbedaan waktu pada waktu gali dan waktu buang.

Tipe	: Kobelco SK200-8
Kapasitas bucket ( $q'$ )	: $1 \text{ m}^3$
Efisiensi kerja (E)	: 0,78
Faktor bucket (K)	: 0,8
Waktu gali	: 13 detik
Waktu buang	: 5 detik
Waktu putar	: 5 detik

#### a. Produktivitas *excavator* untuk menggali

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Cm)} &= \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang} \\ &= 13 + (2 \times 5) + 5 \\ &= 28 \text{ detik} \end{aligned}$$

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

Produktivitas *excavator* per jam

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \\ &= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,78}{28} \\ &= 80,23 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

#### 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 sebelumnya yaitu 13 detik menjadi 6 detik dan waktu buang sebelumnya 5 detik menjadi 7 detik karena tanah yang digali lebih mudah yaitu tanah hasil galian di *stockpile* hasil dari *excavator* yang bertugas untuk menggali

tanah asli serta waktu buang lebih lama karena luas penampang terbatas terhadap luasan bak *dump truck*.

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus (Cm)} &= \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang} \\ &= 6 + (2 \times 5) + 7 \\ &= 23 \text{ detik}\end{aligned}$$

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

Produktivitas *excavator* per jam

$$\begin{aligned}Q &= \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \\ &= \frac{0,8 \times 3600 \times 0,78}{23} \\ &= 97,67 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

## 2. *Wheel loader*

Pada tugas akhir ini *Wheel loader* mempunyai 2 fungsi yaitu untuk pekerjaan timbunan dan untuk memindahkan tanah dari *stockpile* ke *dump truck*. Pada pekerjaan timbunan menggunakan metode muat-angkut dengan jarak 75 meter, sedangkan pada pekerjaan pemindahan tanah dari *stockpile* ke *dump truck* menggunakan metode V loading dengan jarak 25 meter.

Tipe	: Komatsu WA380-3
Kapasitas bucket (q')	: 3 m <sup>3</sup>
Jenis Tanah	: Lempung Berpasir
Jarak Angkut (D1)	: 75 m
Jarak Angkut (D2)	: 25 m
Faktor bucket (K)	: 0,8
Efisiensi kerja (E)	: 0,78
Kecepatan maju (F)	: 10 km/jam
Kecepatan mundur (R)	: 10 km/jam

a. Produktivitas *wheel loader* untuk pekerjaan timbunan

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per siklus (q)} &= q' \times K \\
 &= 3 \times 0,8 \\
 &= 2,4 \text{ m}^3 \\
 \text{Kecepatan maju (F)} &= 10 \times 0,8 \\
 &= 8 \text{ km/jam} \quad = 133,33 \text{ m/menit} \\
 \text{Waktu tetap (Z)} &= 0,35 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= 2 \times \frac{D}{F} + Z \\
 &= 2 \times \frac{75}{133,33} + 0,35 \\
 &= 1,48 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (Q)} &= \frac{60}{Cm} \times q \times E \\
 &= \frac{60}{1,48} \times 2,4 \times 0,78 \\
 &= 76,15 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

b. Produktivitas *wheel loader* untuk memindahkan tanah ke *dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per siklus (q)} &= q' \times K \\
 &= 3 \times 0,8 \quad = 2,4 \text{ m}^3 \\
 \text{Kecepatan maju (F)} &= 10 \times 0,8 \\
 &= 8 \text{ km/jam} \quad = 133,33 \text{ m/menit} \\
 \text{Kecepatan mundur (R)} &= 10 \times 0,8 \\
 &= 8 \text{ km/jam} \quad = 133,33 \text{ m/menit} \\
 \text{Waktu tetap (Z)} &= 0,25 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= 2 \times \left( \frac{D}{F} + \frac{D}{R} \right) + Z \\
 &= 2 \times \left( \frac{25}{133,33} + \frac{25}{133,33} \right) + 0,25 \\
 &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (Q)} &= \frac{60}{Cm} \times q \times E \\
 &= \frac{60}{1} \times 2,4 \times 0,78 \\
 &= 112,32 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### 3. *Dump truck*

Pada perhitungan produktivitas alat berat *dump truck* penulis melakukan peninjauan langsung terhadap waktu angkut bermuatan dan waktu angkut kosong. Hal ini dilakukan karena jalur yang dilewati oleh *dump truck* adalah kawasan kampus sehingga kecepatan *dump truck* tidak stabil, sehingga diperlukan peninjauan langsung agar perhitungan sesuai kondisi dilapangan. Berikut adalah perhitungan produktivitas untuk alat berat *dump truck*.

Kapasitas bak <i>dump truck</i> (c)	: 7 m <sup>3</sup>
Kapasitas pemuat (q1')	: 3 m <sup>3</sup>
Factor bucket pemuat (K)	: 0,8
Efisiensi kerja (E)	: 0,78
Waktu angkut bermuatan (ta <sub>1</sub> )	: 10,5 menit
Waktu angkut kosong (ta <sub>2</sub> )	: 6,8 menit
Waktu buang (t <sub>1</sub> )	: 0,5 menit
Waktu tunggu (t <sub>2</sub> )	: 0,2 menit
Waktu siklus pemuat (Cms)	: 1 menit

#### a. Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *wheel loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah siklus } \textit{wheel loader} \text{ (n)} &= \frac{c}{q' \times k} \\
 &= \frac{7}{3 \times 0,8} \\
 &= 2,92 \text{ dijadikan 3 kali siklus} \\
 \text{Produksi per siklus (C)} &= n \times q' \times K \\
 &= 3 \times 3 \times 0,8 \\
 &= 7,2 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times \text{Cms} + ta_1 + ta_2 + t_1 + t_2 \\
 &= 3 \times 1 + 10,5 + 6,8 + 0,5 + 0,2 \\
 &= 21 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (Q)} &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{7,2 \times 60 \times 0,78}{21} \\
 &= 16,05 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

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

Untuk produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator* menggunakan waktu siklus pemuat sebesar 0,38 menit dengan kapasitas bucket 1 m<sup>3</sup>.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah siklus excavator (n)} &= \frac{c}{q' \times k} \\
 &= \frac{7,2}{1 \times 0,8} \\
 &= 8,75 \text{ dijadikan } 9 \text{ kali siklus} \\
 \text{Produksi per siklus (C)} &= n \times q' \times K \\
 &= 9 \times 1 \times 0,8 \\
 &= 7,2 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + ta_1 + ta_1 + t_1 + t_2 \\
 &= 9 \times 0,38 + 10,5 + 6,8 + 0,5 + 0,2 \\
 &= 21,45 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (Q)} &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{7,2 \times 60 \times 0,78}{21,45} \\
 &= 15,71 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

#### 5.2.4 Perhitungan Biaya Sewa Alat

Dalam perhitungan biaya sewa alat didapatkan dari wawancara dan permohonan data di beberapa penyewa alat berat yang ada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta. Dari hasil pendataan, didapatkan beberapa perbandingan harga yang tidak terpaut selisih harga yang banyak, sehingga memutuskan untuk mengambil salah satu perusahaan yang tidak disebutkan nama perusahaannya demi menjaga persaingan antar perusahaan lain. 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 yang lain yaitu bahan bakar berupa solar ditanggung oleh penyewa. Berikut adalah hasil perhitungan biaya harga sewa untuk masing-masing alat.

1. *Excavator*

Merek	: Kobelco
Tipe/jenis	: SK200-8
Harga sewa alat	: Rp.175.000,00 /jam
Bahan bakar	= 20 liter /jam x 7.800,00 = Rp. 156.000,00 /jam
Operator	= 150.000,00 /hari / 7 jam = Rp. 21.500,00 /jam
Harga sewa	= 175.000,00 + 156.000,00 + 21.500,00 = Rp. 352.500,00 /jam

2. *Wheel loader*

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

3. *Dump truck*

Merek	: Toyota Dyna Rino
Tipe/jenis	: Kapasitas bak 7 m <sup>3</sup>
Harga sewa alat	= 450.000,00 /hari / 7 jam = Rp. 64.300,00 /jam
Bahan bakar	= 16 liter /jam x 7.800,00 = Rp. 124.800,00 /jam
Operator	= 100.000,00 /hari / 7 jam = Rp. 14.300,00 /jam
Harga sewa	= 64.300,00 + 124.800,00 + 14.300,00 = Rp. 203.400,00 /jam

### 5.2.5 Perhitungan Alternatif Kombinasi Alat Berat

Berikut ini adalah beberapa perhitungan alternatif yang akan dianalisis berdasarkan perhitungan produksi alat dan biaya sewa serta dengan penjelasan secara teknis pengerjaan.

#### 1. Kondisi Asli Dilapangan (*existing*)

Pada pelaksanaan pekerjaan pemindahan tanah, jumlah alat berat yang digunakan pada kondisi asli dilapangan (*existing*) pada proyek pembangunan gedung Fakultas Hukum UII tidak selalu sama disetiap harinya, maka akan diambil jumlah rata-rata selama pekerjaan galian, timbunan dan pemindahan tanah dilakukan dan untuk rincian penggunaan alat berat pada kondisi asli dilapangan (*existing*) dapat dilihat pada lampiran 4. Biaya sewa alat berat per jam menggunakan biaya sewa alat yang sudah dihitung pada tugas akhir ini. Berikut adalah perhitungan waktu dan biaya untuk kondisi asli dilapangan (*existing*).

##### a. *Excavator*

Total <i>excavator</i>	: 100 unit
Total hari kerja	: 41 hari
Total waktu kerja	: 699 jam
Biaya sewa alat	: Rp 352.500,00 /jam
Jumlah rata-rata alat berat	$= \frac{\text{Total } excavator}{\text{Jumlah hari kerja}}$
	$= \frac{100}{41} \text{ unit}$
	= 2,44 unit
Waktu kerja tiap alat	$= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah rata-rata alat}}$
	$= \frac{699}{2,44} \text{ jam}$
	= 286,59 jam
Biaya total sewa alat	= Rp 352.500,00 x 286,59 jam x 2,44 unit
	= Rp 246.397.500,00

b. *Wheel Loader*

Total <i>wheel loader</i>	: 29 unit
Total hari kerja	: 23 hari
Total waktu kerja	: 203 jam
Biaya sewa alat	: Rp 416.500,00 /jam
Jumlah rata-rata alat berat	$= \frac{\text{Total } wheel\ loader}{\text{Jumlah hari kerja}}$
	$= \frac{29}{23} \text{ unit}$
	= 1,26 unit
Waktu kerja tiap alat	$= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah rata-rata alat}}$
	$= \frac{203}{1,26} \text{ jam}$
	= 161 jam
Biaya total sewa alat	= Rp 416.500,00 x 161 jam x 1,26 unit
	= Rp 84.549.500,00

c. *Dump Truck*

Total <i>dump truck</i>	: 484 unit
Total hari kerja	: 33 hari
Total waktu kerja	: 1642,5jam
Biaya sewa alat	: Rp 203.400,00/jam
Jumlah rata-rata alat berat	$= \frac{\text{Total } dump\ truck}{\text{Jumlah hari kerja}}$
	$= \frac{484}{33} \text{ unit}$
	= 10,26 unit
Waktu kerja tiap alat	$= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah rata-rata alat}}$
	$= \frac{1642,5}{10,26} \text{ jam}$
	= 160,04 jam
Biaya total sewa alat	= Rp 203.400,00 x 160,04 jam x 10,26 unit
	= Rp 334.084.500,00



Berikut adalah hasil dari perhitungan alat berat pada kondisi asli dilapangan (*existing*) yang dapat dilihat pada tabel 5.5.

**Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Alat Berat pada Kondisi Asli (*Existing*)**

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya
<i>Excavator</i>	2,44	286,59	Rp. 246.397.500,00
<i>Wheel loader</i>	1,26	161	Rp. 84.549.500,00
<i>Dump truck</i>	10,26	160,04	Rp. 334.084.500,00
<b>Total</b>		<b>607,63</b>	<b>Rp. 665.031.500,00</b>

## 2. Analisis Alternatif 1

### a. *Excavator*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat (n)} & : 1 \text{ unit} \\
 \text{Volume galian} & : 33.886,22 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } \textit{Excavator} \text{ per jam (Q)} & : 80,23 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } \textit{excavator} \text{ seluruh alat} & = Q \times n \\
 & = 80,23 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\
 & = 80,23 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu kerja } \textit{excavator} & = \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi } \textit{excavator} \text{ seluruh alat}} \\
 & = \frac{33.886,22}{80,23} \\
 & = 422,37 \text{ jam} \approx 423 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Setelah pekerjaan galian tanah oleh *excavator* selesai, kemudian tanah sisa yang dikumpulkan di *stockpile* akan dipindahkan ke *quarry* menggunakan *dump truck* dengan bantuan *excavator* untuk memuat tanah sisa tersebut. Berikut adalah perhitungan pemindahan tanah ke *dump truck* dengan bantuan *excavator*.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat (n)} & : 1 \text{ unit} \\
 \text{Produksi } \textit{excavator} \text{ per jam (Q)} & : 97,67 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } \textit{excavator} \text{ seluruh alat} & = Q \times n \\
 & = 97,67 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\
 & = 97,67 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tanah sisa} &= \text{volume galian} - \text{timbunan} \\
 &= 33.886,22 - 10.565,31 \text{ m}^3 \\
 &= 23.320,91 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu kerja } \textit{excavator} &= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}} \\
 &= \frac{23.320,91}{97,67} \\
 &= 238,77 \text{ jam} \approx 239 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Pada penggunaan alat berat *excavator* pada alternatif 1 ini menggunakan 1 unit *excavator*. Berikut adalah perhitungan biaya sewa *excavator*.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu penggunaan } \textit{excavator} &= \text{Waktu timbunan} + \text{Waktu} \\
 &\quad \text{memuat ke } \textit{dump truck} \\
 &= 423 \text{ jam} + 239 \text{ jam} \\
 &= 662 \text{ jam} \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 352.500,00 / \text{jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 352.500,00 \times 662 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 233.355.000,00
 \end{aligned}$$

b. *Wheel loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat (n)} &: 1 \text{ unit} \\
 \text{Volume timbunan} &: 10.565,31 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } \textit{wheel loader} \text{ per jam (Q)} &: 76,15 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } \textit{wheel loader} \text{ seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 76,15 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= 76,15 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu kerja } \textit{wheel loader} &= \frac{\text{Volume Timbunan}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}} \\
 &= \frac{10.565,31}{76,15} \\
 &= 138,74 \text{ jam} \approx 139 \text{ jam} \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 416.500 / \text{jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 416.500 \times 139 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 57.893.500,00
 \end{aligned}$$

Pada alternatif ini jumlah *wheel loader* yang digunakan yaitu menggunakan 1 unit. Tugas dari *wheel loader* pada alternatif 1 ini adalah untuk pekerjaan timbunan, karena untuk memuat tanah sisa ke bak *dump truck* akan dikerjakan oleh *excavator*.

c. *Dump truck*

Volume tanah yang akan diangkut : 23.320,91 m<sup>3</sup>

Produksi *dump truck* per jam : 15,71 m<sup>3</sup>/jam

Produksi *excavator* : 97,67 m<sup>3</sup>/jam

Produksi *excavator* di sini adalah produksi *excavator* dalam pekerjaan pengangkutan tanah yang dikumpulkan di *stockpile* ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *excavator*.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } \textit{dump truck} (n) &= \frac{\text{Produksi } \textit{excavator}}{\text{produksi } \textit{dump truck}} \\ &= \frac{97,67}{15,71} \\ &= 6,22 \text{ unit} \approx 7 \text{ unit} \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu kerja *excavator* dalam pengangkutan tanah yang berada di *stockpile* ke *dump truck*. Berikut adalah perhitungan untuk pekerjaan pengangkutan tanah oleh *dump truck*.

Waktu kerja *dump truck* = 239 jam

Biaya sewa alat per jam = Rp 203.400,00 /jam

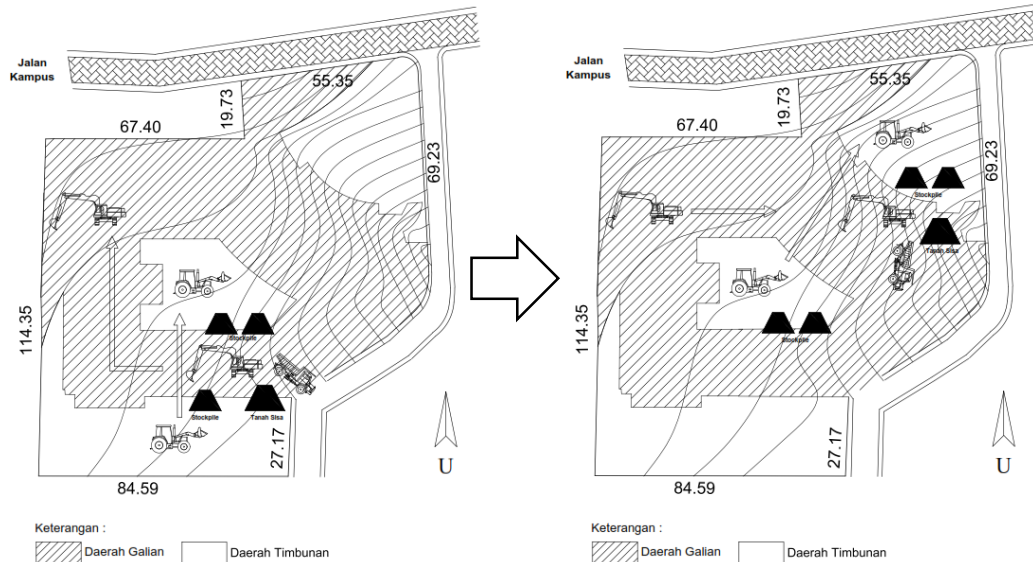
Biaya total sewa *dump truck* = Rp 203.400,00 x 239 jam x 7 unit  
= Rp 340.288.200,00

Berikut adalah hasil dari perhitungan untuk alternatif 1 yang dapat dilihat pada tabel 5.6.

**Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 1**

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	662	Rp. 233.355.000,00	Gali dan memuat
<i>Wheel loader</i>	1	139	Rp. 57.893.500,00	Timbun
<i>Dump truck</i>	7	239	Rp. 340.288.200,00	
<b>Total</b>		<b>1040</b>	<b>Rp. 631.536.700,00</b>	

Skema pekerjaan alat berat untuk alternatif 1 dapat dilihat pada Gambar 5.6 dan 5.7.



**Gambar 5.6 Skema Alat Berat Pada Alternatif 1**

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

a. Galian

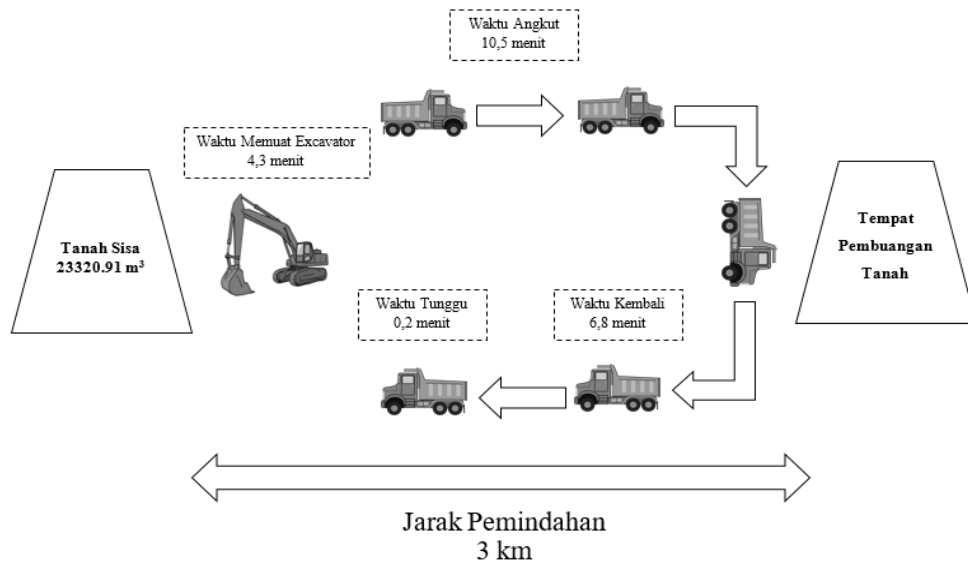
$$\begin{aligned} \text{Jumlah excavator per hari} &= 1 \text{ unit} \\ \text{Produktivitas excavator per jam} &= 80,23 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas excavator per hari} &= 80,23 \times 7 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\ &= 561,60 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh satu unit *excavator* dalam satu hari kerja adalah 561,60 m<sup>3</sup>/hari.

b. Timbunan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah wheel loader per hari} &= 1 \text{ unit} \\ \text{Produktivitas wheel loader per jam} &= 102,11 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas wheel loader per hari} &= 102,11 \times 7 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\ &= 714,76 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh satu unit *wheel loader* dalam satu hari kerja adalah 714,76 m<sup>3</sup>/hari.



**Gambar 5.7 Circle Time Dump Truck dan Excavator Alternatif 1**

Pada Gambar 5.7 menjelaskan tentang *circle time* antara satu unit *excavator* sebagai pengisi dan empat unit *dump truck* untuk memindahkan tanah sisa ke *quarry* dengan jarak 3 kilometer. Berikut adalah perhitungan tanah yang dipindahkan dalam satu hari kerja.

c. Pemindahan tanah ke *quarry*

Jumlah <i>dump truck</i> per hari	= 7 unit
Produktivitas <i>dump truck</i> per jam	= 15,71 m <sup>3</sup> /jam
Produktivitas <i>dump truck</i> per hari	= 15,71 x 7 jam x 7 unit
	= 769,75 m <sup>3</sup> /hari

3. Analisis Alternatif 2

a. *Excavator*

Jumlah alat (n)	: 1 unit
Volume galian	: 33.886,22 m <sup>3</sup>
Produksi Excavator per jam (Q)	: 80,23 m <sup>3</sup> /jam
Produksi excavator seluruh alat	= Q x n
	= 80,23 m <sup>3</sup> /jam x 1 unit
	= 80,23 m <sup>3</sup> /jam

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja } excavator &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}} \\
 &= \frac{33.886,22}{80,23} \\
 &= 422,37 \text{ jam} \approx 423 \text{ jam} \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 352.500,00 / \text{jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 352.500,00 \times 423 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 149.107.500,00
 \end{aligned}$$

Tugas dari *excavator* pada alternatif 2 ini hanya untuk menggali tanah asli dan kemudian dikumpulkan di *stockpile* yang berada di dekat lokasi galian. Pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan timbunan yang akan dikerjakan oleh alat berat lainnya yaitu *wheel loader*.

b. *Wheel loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat (n)} &: 1 \text{ unit} \\
 \text{Volume timbunan} &: 10.565,31 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } wheel \text{ loader per jam (Q)} &: 76,15 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } wheel \text{ loader seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 76,15 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= 76,15 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu kerja } wheel \text{ loader} &= \frac{\text{Volume Timbunan}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}} \\
 &= \frac{10.565,31}{76,15} \\
 &= 138,75 \text{ jam} \approx 139 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Setelah pekerjaan pemindahan tanah untuk timbunan selesai, tanah sisa yang dikumpulkan di *stockpile* akan dipindahkan ke *quarry* menggunakan *dump truck* dengan bantuan *wheel loader*. Berikut adalah perhitungan pengangkutan tanah ke *dump truck* dengan bantuan *wheel loader*.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat (n)} &: 1 \text{ unit} \\
 \text{Produksi } wheel \text{ loader per jam (Q)} &: 112,32 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } wheel \text{ loader seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 112,32 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= 112,32 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tanah sisa} &= \text{volume galian} - \text{timbunan} \\
 &= 33.886,22 - 10.565,31 \text{ m}^3 \\
 &= 23.320,91 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu kerja } \textit{wheel loader} &= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi } \textit{wheel loader} \text{ seluruh alat}} \\
 &= \frac{23.320,91}{112,32} \\
 &= 207,63 \text{ jam} \approx 208 \text{ jam} \\
 \text{Waktu penggunaan } \textit{wheel loader} &= \text{Waktu timbunan} + \text{Waktu} \\
 &\quad \text{memuat ke } \textit{dump truck} \\
 &= 139 \text{ jam} + 208 \text{ jam} \\
 &= 347 \text{ jam} \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 416.500 \text{ /jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 416.500 \times 347 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 144.525.500,00
 \end{aligned}$$

c. *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Volume yang akan diangkut} &: 23.320,91 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } \textit{dump truck} \text{ per jam} &: 16,05 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } \textit{wheel loader} &: 112,32 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Produksi *wheel loader* di sini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah yang dikumpulkan di *stockpile* ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah } \textit{dump truck} \text{ (n)} &= \frac{\text{Produksi } \textit{wheel loader}}{\text{produksi } \textit{dump truck}} \\
 &= \frac{112,32}{16,05} \\
 &= 7 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu kerja *wheel loader* dalam pengangkutan tanah yang berada di *stockpile* ke *dump truck*. Berikut adalah perhitungan untuk pekerjaan pengangkutan tanah oleh *dump truck*.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja } \textit{dump truck} &= 208 \text{ jam} \\
 \text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 203.400,00 \text{ /jam}
 \end{aligned}$$

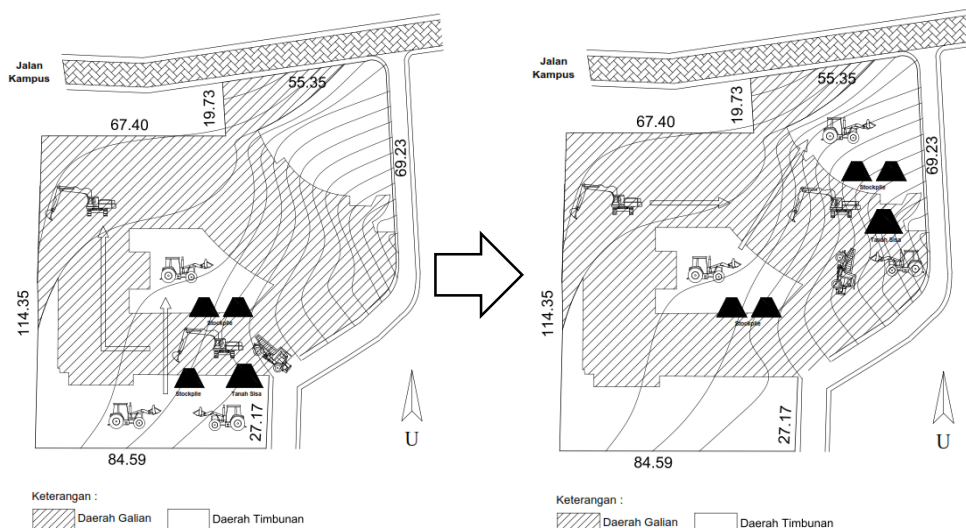
Biaya total sewa *dump truck* = Rp 203.400,00 x 208 jam x 7 unit  
 = Rp 296.150.400,00

Berikut adalah hasil dari perhitungan untuk alternatif 2 yang dapat dilihat pada tabel 5.7.

**Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 2**

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	423	Rp. 149.107.500,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	347	Rp. 144.525.500,00	Timbun, memuat
<i>Dump truck</i>	7	208	Rp. 296.150.400,00	
<b>Total</b>		<b>978</b>	<b>Rp. 589.783.400,00</b>	

Skema pekerjaan alat berat untuk alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan 5.9.



**Gambar 5.8 Skema Alat Berat Pada Alternatif 2**

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

a. Galian

Jumlah *excavator* per hari = 1 unit

Produktivitas *excavator* per jam = 80,23 m<sup>3</sup>/jam

Produktivitas *excavator* per hari = 80,23 x 7 jam x 1 unit

= 561,60 m<sup>3</sup>/hari

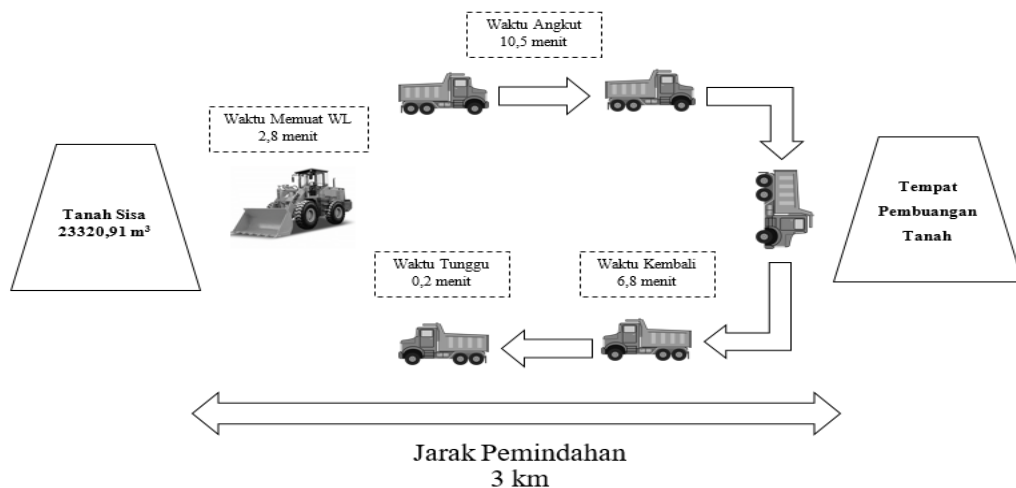


Sehingga tanah yang dipindahkan oleh satu unit *excavator* dalam satu hari kerja adalah 561,60 m<sup>3</sup>/hari.

b. Timbunan

Jumlah <i>wheel loader</i> per hari	= 1 unit
Produktivitas <i>wheel loader</i> per jam	= 76,15 m <sup>3</sup> /jam
Produktivitas <i>wheel loader</i> per hari	= 76,15 x 7 jam x 1 unit
	= 533,04 m <sup>3</sup> /hari

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh satu unit *wheel loader* dalam satu hari kerja adalah 533,04 m<sup>3</sup>/hari.



**Gambar 5.9 Circle Time Dump Truck dan Wheel Loader Alternatif 2**

Pada Gambar 5.9 menjelaskan tentang *circle time* antara satu unit *wheel loader* sebagai pengisi dan empat unit *dump truck* untuk memindahkan tanah sisa ke *quarry* dengan jarak 3 kilometer. Berikut adalah perhitungan tanah yang dipindahkan dalam satu hari kerja.

c. Pemandahan tanah ke quarry

Jumlah <i>dump truck</i> per hari	= 7 unit
Produktivitas <i>dump truck</i> per jam	= 16,05 m <sup>3</sup> /jam
Produktivitas <i>dump truck</i> per hari	= 16,05 x 7 jam x 7 unit
	= 786,24 m <sup>3</sup> /hari

#### 4. Analisis Alternatif 3

Perimbangan jumlah alat berat berdasarkan *siteplan* lokasi agar jumlah alat berat yang digunakan dapat diterapkan dilapangan. Pada tugas akhir ini jumlah alat berat untuk menggali tanah menggunakan 3 unit *excavator* dan 1 unit *wheel loader* untuk pekerjaan timbunan, sedangkan untuk menentukan jumlah alat berat pada pekerjaan memuat tanah sisa ke *dump truck* berdasarkan pada nilai produktivitas alat berat yang dominan, dari perhitungan alternatif yang sudah dilakukan didapatkan alat berat yang dominan untuk memuat tanah sisa ke *dump truck* adalah *wheel loader*, maka pada alternatif 3 ini alat berat yang digunakan untuk memuat tanah sisa ke *dump truck* adalah *wheel loader*.

##### a. *Excavator*

Jumlah alat (n)	: 3 unit
Volume galian	: 33.886,22 m <sup>3</sup>
Produksi <i>Excavator</i> per jam (Q)	: 80,23 m <sup>3</sup> /jam
Produksi <i>excavator</i> seluruh alat	= Q x n = 80,23 m <sup>3</sup> /jam x 3 unit = 240,69 m <sup>3</sup> /jam
Waktu kerja <i>excavator</i>	= $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$ = $\frac{33.886,22}{240,69}$ = 140,79 jam $\approx$ 141 jam
Biaya alat sewa per jam	= Rp 352.500,00 /jam
Biaya total sewa alat	= Rp 352.500,00 x 141 jam x 3unit = Rp 149.107.500,00

Tugas dari *excavator* pada alternatif 3 ini berjumlah 3 unit, digunakan hanya untuk menggali tanah asli dan kemudian dikumpulkan di *stockpile* yang berada di dekat lokasi galian. Pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan timbunan yang akan dikerjakan oleh alat berat lainnya yaitu *wheel loader*.

b. *Wheel loader*

Jumlah alat (n)	: 1 unit
Volume timbunan	: 10.565,31 m <sup>3</sup>
Produksi <i>wheel loader</i> per jam (Q)	: 76,15 m <sup>3</sup> /jam
Produksi <i>wheel loader</i> seluruh alat	= Q x n = 76,15 m <sup>3</sup> /jam x 1 unit = 76,15 m <sup>3</sup> /jam
Waktu kerja <i>wheel loader</i>	= $\frac{\text{Volume Timbunan}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}}$ = $\frac{10.565,31}{76,15}$ = 138,75 jam $\approx$ 139 jam
Biaya alat sewa per jam	= Rp 416.500 /jam
Biaya total sewa alat	= Rp 416.500 x 139 jam x 1 unit = Rp 57.893.500,00

Pekerjaan timbunan pada alternatif 3 menggunakan 1 unit *wheel loader*, setelah pekerjaan pemindahan tanah untuk timbunan selesai, tanah sisa yang dikumpulkan di *stockpile* akan dipindahkan ke *quarry* menggunakan *dump truck* dengan bantuan *wheel loader*. Penggunaan alat berat *wheel loader* pada pekerjaan pemuatan sisa tanah asli ke *dump truck* pada alternatif 3 ini menggunakan 2 unit *wheel loader*. Berikut adalah perhitungan pengangkutan tanah ke *dump truck* dengan bantuan *wheel loader*.

Jumlah alat (n)	: 2 unit
Produksi <i>wheel loader</i> per jam (Q)	: 112,32 m <sup>3</sup> /jam
Produksi <i>wheel loader</i> seluruh alat	= Q x n = 112,32 m <sup>3</sup> /jam x 2 unit = 224,64 m <sup>3</sup> /jam
Volume tanah sisa	= volume galian - timbunan = 33.886,22 - 10.565,31 m <sup>3</sup> = 23.320,91 m <sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja } wheel \text{ loader} &= \frac{\text{Volume tanah sisa}}{\text{Produksi wheel loader seluruh alat}} \\
 &= \frac{23.320,91}{224,64} \\
 &= 103,81 \text{ jam} \approx 104 \text{ jam} \\
 \text{Biaya alat sewa per jam} &= \text{Rp } 416.500 \text{ /jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 416.500 \times 104 \text{ jam} \times 2 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 86.632.000,00
 \end{aligned}$$

c. *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Volume yang akan diangkut} &: 23.320,91 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } dump \text{ truck per jam} &: 16,05 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } wheel \text{ loader} &: 224,64 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Produksi *wheel loader* di sini adalah produksi *wheel loader* dalam pekerjaan pengangkutan tanah yang dikumpulkan di *stockpile* ke dalam bak *dump truck*. Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *wheel loader*.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah } dump \text{ truck (n)} &= \frac{\text{Produksi wheel loader}}{\text{produksi dump truck}} \\
 &= \frac{224,64}{16,05} \\
 &= 14 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* sama dengan waktu kerja *wheel loader* dalam pengangkutan tanah yang berada di *stockpile* ke *dump truck*. Berikut adalah perhitungan untuk pekerjaan pengangkutan tanah oleh *dump truck*.

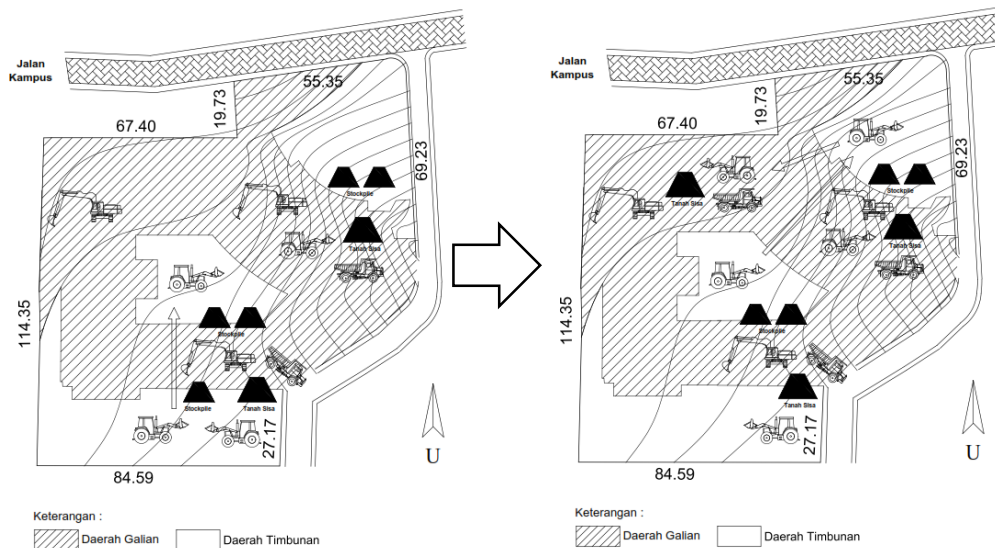
$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja } dump \text{ truck} &= 104 \text{ jam} \\
 \text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 203.400,00 \text{ /jam} \\
 \text{Biaya total sewa } dump \text{ truck} &= \text{Rp } 203.400,00 \times 104 \text{ jam} \times 14 \text{ unit} \\
 &= \text{Rp } 296.150.400,00
 \end{aligned}$$

Berikut adalah hasil dari perhitungan untuk alternatif 3 yang dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Analisis Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	3	141	Rp. 149.107.500,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	139	Rp. 57.893.500,00	Timbun
<i>Wheel loader</i>	2	104	Rp. 86.632.000,00	Memuat ke dump truck
<i>Dump truck</i>	14	104	Rp. 296.150.400,00	
<b>Total</b>		<b>488</b>	<b>Rp. 589.783.400,00</b>	

Skema pekerjaan alat berat untuk alternatif 2 dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan 5.11.



Gambar 5.10 Skema Alat Berat Pada Alternatif 3

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

a. Galian

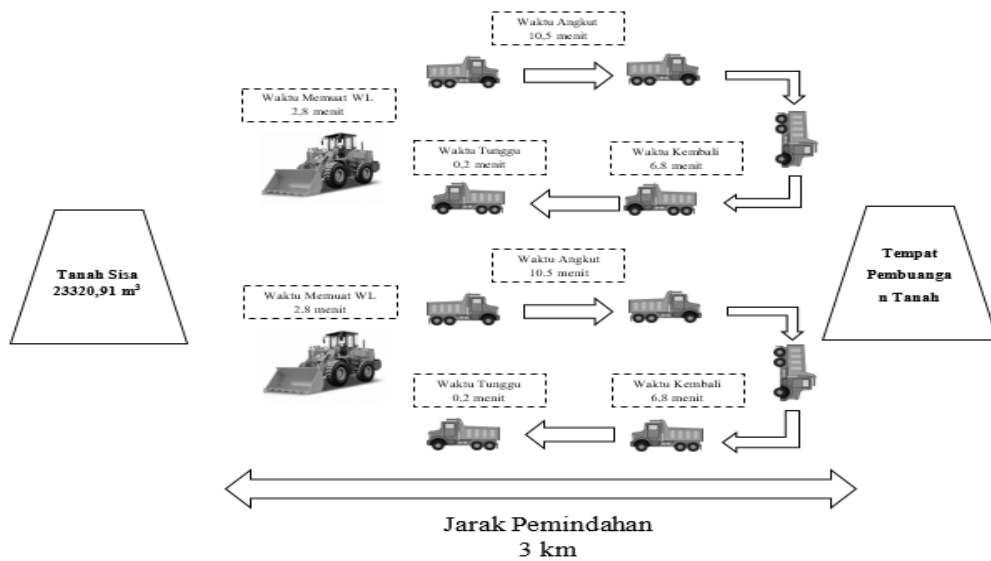
$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah excavator per hari} &= 3 \text{ unit} \\
 \text{Produktivitas excavator per jam} &= 80,23 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produktivitas excavator per hari} &= 80,23 \times 7 \text{ jam} \times 3 \text{ unit} \\
 &= 1684,80 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh 3 unit *excavator* dalam satu hari kerja adalah 1684,80 m<sup>3</sup>/hari.

b. Timbunan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah wheel loader per hari} &= 1 \text{ unit} \\ \text{Produktivitas wheel loader per jam} &= 76,15 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas wheel loader per hari} &= 76,15 \times 7 \text{ jam} \times 1 \text{ unit} \\ &= 533,04 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Sehingga tanah yang dipindahkan oleh satu unit *wheel loader* dalam satu hari kerja adalah 533,04 m<sup>3</sup>/hari.



**Gambar 5.9 Circle Time Dump Truck dan Wheel Loader Alternatif 3**

Pada Gambar 5.9 menjelaskan tentang *circle time* antara satu unit *wheel loader* sebagai pengisi dan empat unit *dump truck* untuk memindahkan tanah sisa ke *quarry* dengan jarak 3 kilometer. Berikut adalah perhitungan tanah yang dipindahkan dalam satu hari kerja.

c. Pemindahan tanah ke *quarry*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah dump truck per hari} &= 14 \text{ unit} \\ \text{Produktivitas dump truck per jam} &= 16,05 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produktivitas dump truck per hari} &= 16,05 \times 7 \text{ jam} \times 14 \text{ unit} \\ &= 1.572,9 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

### 5.3 Pembahasan

Setelah dilakukan perhitungan 3 alternatif kombinasi alat berat terhadap kondisi asli dilapangan (*existing*), selanjutnya akan dilakukan perbandingan 3 alternatif tersebut untuk mendapatkan alternatif yang lebih cepat dari segi waktu dan lebih murah dari segi biaya. Perhitungan alat berat yang digunakan dilapangan (*existing*) akan dijadikan sebagai pembanding terhadap alternatif yang telah dianalisis. Berikut adalah perhitungan perbandingan antara kondisi asli dilapangan (*existing*) dengan 3 alternatif yang sudah dianalisis.

#### 1. Kondisi Asli (*Existing*)

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 5.9 Biaya dan Waktu Alat Berat Kondisi Asli (*Existing*)**

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya
<i>Excavator</i>	2,44	286,59	Rp. 246.397.500,00
<i>Wheel loader</i>	1,26	161	Rp. 84.549.500,00
<i>Dump truck</i>	10,26	160,04	Rp. 334.084.500,00
<b>Total</b>		<b>607,63</b>	<b>Rp. 665.031.500,00</b>

Pada kondisi asli dilapangan (*existing*) pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 607,63 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 665.031.500,00. Perhitungan waktu dan biaya pada kondisi asli (*existing*) nantinya akan dijadikan pembanding dengan alternatif lainnya. Tujuannya untuk mengetahui alternatif mana yang paling efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya untuk diterapkan pada proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII.

#### 2. Alternatif 1

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 5.10 Jumlah, Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 1**

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	662	Rp. 233.355.000,00	Gali dan memuat
<i>Wheel loader</i>	1	139	Rp. 57.893.500,00	Timbun
<i>Dump truck</i>	7	239	Rp. 340.288.200,00	
<b>Total</b>		<b>1040</b>	<b>Rp. 631.536.700,00</b>	

Pada alternatif 1 ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 1040 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 631.536.700,00. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan (*existing*) maka akan terjadi kenaikan durasi kerja alat tetapi terjadi penurunan pada biaya.

$$\begin{aligned} \text{Selisih Waktu} &= 1040 - 607,63 \\ &= 432,37 \text{ jam} \\ \text{Selisih Biaya} &= \text{Rp. } 631.536.700,00 - \text{Rp. } 665.031.500,00 \\ &= - \text{Rp. } 33.494.800,00 \\ \text{Perbandingan Waktu} &= \frac{432,37}{607,63} \times 100\% \\ &= 71,16 \% \\ \text{Perbandingan Biaya} &= \frac{- \text{Rp.}33.494.800,00}{\text{Rp.}665.031.500,00} \times 100\% \\ &= -5,04 \% \end{aligned}$$

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

### 3. Alternatif 2

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 5.11 Jumlah, Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 2**

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	423	Rp. 149.107.500,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	347	Rp. 144.525.500,00	Timbun, memuat
<i>Dump truck</i>	7	208	Rp. 296.150.400,00	
<b>Total</b>		<b>978</b>	<b>Rp. 589.783.400,00</b>	

Pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 978 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 589.783.400,00. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan (*existing*) maka akan terjadi kenaikan durasi kerja alat tetapi terjadi penurunan pada biaya.



$$\begin{aligned}
 \text{Selisih Waktu} &= 978 - 607,63 \\
 &= 370,37 \text{ jam} \\
 \text{Selisih Biaya} &= \text{Rp. } 589.783.400,00 - \text{Rp. } 665.031.500,00 \\
 &= - \text{Rp. } 75.248.100,00 \\
 \text{Perbandingan Waktu} &= \frac{370,37}{607,63} \times 100\% \\
 &= 60,95 \% \\
 \text{Perbandingan Biaya} &= \frac{- \text{Rp. } 75.248.100,00}{\text{Rp. } 665.031.500,00} \times 100\% \\
 &= - 11,31\%
 \end{aligned}$$

**Keterangan**

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

4. Alternatif 3

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil sebagai berikut.

**Tabel 5.12 Jumlah, Biaya dan Waktu Alat Berat Alternatif 3**

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	3	141	Rp. 149.107.500,00	Gali
<i>Wheel loader</i>	1	139	Rp. 57.893.500,00	Timbun
<i>Wheel loader</i>	2	104	Rp. 86.632.000,00	Memuat ke dump truck
<i>Dump truck</i>	14	104	Rp. 296.150.400,00	
<b>Total</b>		<b>488</b>	<b>Rp. 589.783.400,00</b>	

Pada alternatif ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 488 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 589.783.400,00. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan (*existing*) maka akan terjadi kenaikan durasi kerja alat tetapi terjadi penurunan pada biaya.

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih Waktu} &= 488 - 607,63 \\
 &= -119,63 \text{ jam} \\
 \text{Selisih Biaya} &= \text{Rp. } 589.783.400,00 - \text{Rp. } 665.031.500,00 \\
 &= - \text{Rp. } 75.248.100,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan Waktu} &= \frac{-119,63}{607,63} \times 100\% \\ &= -19,69\% \\ \text{Perbandingan Biaya} &= \frac{-\text{Rp.}75.248.100,00}{\text{Rp.}665.031.500,00} \times 100\% \\ &= -11,31\% \end{aligned}$$

#### Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

### 5.3.1 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif Alat Berat

Dari hasil perhitungan alternatif 1, alternatif 2 dan alternatif 3 dapat dilihat pada hasil rekapitulasi perbandingan alat berat dari segi biaya dan waktu dapat dilihat pada tabel 5.13 berikut ini:

**Tabel 5.13 Hasil Rekapitulasi Selisih dan Perbandingan Alternatif**

	<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
<b>Biaya</b>	0	- Rp. 33.494.800,00	- Rp. 75.248.100,00	- Rp. 75.248.100,00
<b>Waktu</b>	0	432,37	370,37jam	- 119,63 jam
<b>Biaya (%)</b>	0	- 5,04%	- 11,31%	- 11,31%
<b>Waktu (%)</b>	0	71,16%	60,95 %	-19,69 %
<b>Alat</b>	0	1 Ex, 1 WL, 7 DT	1 Ex, 2 WL, 7 DT	3 Ex, 3 WL, 14 DT

Dari tabel 5.11 dapat dilihat alternatif 3 yang menggunakan 3 unit *excavator* Kobelco SK200-8, 3 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 14 unit *dump truck* Toyota Dyna Rino kapasitas 7 m<sup>3</sup>, alternatif tersebut memiliki selisih biaya dan selisih waktu paling kecil terhadap kondisi asli dilapangan. Untuk selisih biaya sebesar - Rp. 75.248.100,00 (-11,31 %) dan selisih total waktu kerja selama - 119,63 jam (-19,69 %). Mengacu pada keterangan perhitungan perbandingan antara kondisi asli dilapangan dengan perhitungan alternatif, apabila didapatkan hasil minus (-) maka pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah. Sehingga dapat direkomendasikan menggunakan alternatif 3 untuk melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII.

Pada alternatif 3 mempunyai kombinasi menggunakan 3 unit *excavator* Kobelco SK200-8, 2 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 14 unit *dump truck* Toyota Dyna Rino kapasitas 7 m<sup>3</sup>. Tugas dari 3 unit *excavator* pada alternatif ini adalah untuk menggali tanah sebesar 33.886,22 m<sup>3</sup>, sedangkan untuk pekerjaan timbunan tanah sebesar 10.565,31 m<sup>3</sup> dilakukan oleh 1 unit *wheel loader* dan untuk pemindahan tanah sisa sebesar 23.320,91 m<sup>3</sup> ke *quarry* dengan jarak 3 km dilakukan oleh 14 unit *dump truck* dengan bantuan dalam pengangkutan menggunakan 2 unit *wheel loader*.