

BAB IV

HASIL DAN ANALISIS

4.1 Tinjauan Umum

Studi kasus pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Farm Cigeulis. Data proyek yang diperoleh antara lain:

Lokasi Proyek : Desa Waringin Jaya, Kec. Cigeulis, Kab. Pandeglang,
Prov. Banten

Luas Lahan Utama : 241.024,00 m²

Volume galian : 241.237,02 m³

Volume Timbunan : 224.872,52 m³

Data volume galian dan timbunan ini didapatkan dari hasil peninjauan pada lapangan proyek. Data volume galian dan Timbunan didapatkan dari kontraktor yang mengerjakan Proyek Pembangunan *Farm* Cigeulis.

Pelaksanaan pekerjaan tanah pada proyek pembangunan *Farm* Cigeulis ini dilakukan secara mekanis menggunakan alat berat. Kemudian tanah hasil galian diangkut menuju yang membutuhkan untuk di timbun menggunakan *dump truck*. Dalam pengangkutan tanah ke *dump truck* memerlukan bantuan alat berat berupa *excavator*, jarak untuk memindahkan tanah dari tempat galian ke timbunan. Setelah sampai, tanah dihamparkan dibantu menggunakan *bulldozer*

Alat yang digunakan dalam tugas akhir ini diharapkan mampu mengoptimalkan pekerjaan dari segi biaya dan waktu. Berikut alat yang digunakan antara lain:

Tabel 4.1 Spesifikasi Alat Berat Kobelco SK200

Kobelco SK200	
Boom/Stick Excavator Option	
Max Digging Depth	22 ft (7 m)
Max Loading Height	22.7 ft (7 m)
Max Reach Along Ground	32 ft (10 m)
Max Vertical Wall Digging Depth	20.1 ft (6 m)
Shipping Height of Unit	10 ft (3 m)
Shipping Length of Unit	31.1 ft (9 m)
Bucket	
Reference Bucket Capacity	1.2 cu yds (1 m ³)
Dimensions	
Ground Clearance	1.5 ft (0 m)
Length of Track on Ground	11.1 ft (3 m)
Tail Swing Radius	9.1 ft (3 m)
Width to Outside of Tracks	9.2 ft (3 m)
Engine	
Displacement	311.3 cu in (0 m)
Engine Model	J05E
Power Measured @	2000 rpm
Operating Specifications	
Hydraulic System Relief Valve Pressure	4974.8 psi
Operating Weight	44533.4 lbs (20,200 kg)
Undercarriage	
Max Travel Speed	3.8 mph (6 kph)
Shoe Size	23.7 in (60 cm)

Sumber: Pt Daya Kobelco Construction Machinery Indonesia, 2021

Tabel 4.2 Spesifikasi Alat Berat Dozer D85ESS-2

Dozer D85ESS-2	
Engine	
type	4-stroke cycle
Aspiration	Turbocharged
Number of cylinders	6
Bore x stroke	1255 x 150 mm
Piston displacement	11.04 L
governor	All speed
Horsepower	
ISO 9249/SAE J1349	149 kW, 200 HP
Rate rpm	1950rpm
Net maximum torque	1200 rpm
Travel Speed	Forward/Reverse
1 st	0-3.9/0-5.0
2 nd	0-6.8/0-8.6
3 rd	0-10.6/0-13.4
Blade length/height	
Angle dozer	4370 mm/1070 mm
Straight tilt	3620 mm/ 1295 mm
Semi-U tilt	3640 mm/ 1565 mm
Maximum drop below ground	
Angle dozer	485 mm
Straight tilt	590 mm
Semi-U tilt	590 mm
coolant and lubricant	
coolant	52 ltr
fuel tank	406 ltr

Sumber: PT. Komatsu Indonesia, 2021

Tabel 4.3 Spesifikasi Alat Berat Hyno JD500

Hyno JD500	
Engine	
model	J08E-UF
Tipe	diesel 4 stroke
tenaga maks (P/rpm)	260/2500
Momen putir maks (kgm/rpm)	76/1500
jumlah silinder	6
diameter x langkah piston (mm)	112 x 130
isi silinder	7684
Transmisi	
Perbanding Gigi	
ke-1	12.728
ke-2	8.829
ke-3	6.281
ke-4	4.644
ke-5	3.478
ke-6	2.538
ke-7	1.806
ke-8	1.335
ke-9	1
mundur	12.040
Performance	
kecepatan maks (km/jam)	86
daya tanjak	47.1
tangki solar	200 L
kapasitas bak	
Minimal	0 m ³
maksimal	30 m ³
Dimensi	
panjang bak	6420
total panjang	8480
total lebar	2450
total lebar	2700

Sumber: PT Hino Motors Sales Indonesia

4.2.2 Perhitungan Produktifitas Alat

1. *Excavator*

Tipe	= Kobelco SK200	(Tabel 4.1)
Kapasitas bucket (q')	= 1,0 m ³	(Tabel 4.1)
Efisiensi kerja (E)	= 0,75	(Tabel 2.1)
Faktor bucket (K)	= 1,1	(Tabel 2.5)
Waktu gali	= 17 detik	(Tabel 2.7)
Waktu putar	= 8 detik	(Tabel 2.9)
Waktu buang	= 6 detik	(Tabel 2.8)

Berdasarkan Rochmanhadi (1992), mengenai perhitungan produktivitas, produk di persiklus dan waktu siklus didapatkan rumus perhitungan sebagai berikut:

- Waktu siklus (C_m)

$$\begin{aligned}
 C_m &= \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang} \\
 &= 17 + (2 \times 8) + 6 \\
 &= 39 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

- Produksi per siklus (q)

$$\begin{aligned}
 q &= q' \times K \\
 &= 1,0 \times 1,1 \\
 &= 1,1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Produktivitas *excavator* per jam (m³/jam)

$$\begin{aligned}
 Q &= q \times \frac{3600}{C_m} \times E \\
 Q &= 1,1 \times \frac{3600}{39} \times 0,75 \\
 Q &= 76,15 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

2. *Bulldozer*

Tipe	= Dozer D85ESS-2	(Tabel 4.2)
Jarak Dorong (D)	= 20 m	(Lapangan)
Waktu tetap (Z)	= 0,35 menit	(Lapangan)
Faktor blade (a)	= 1,1	(Tabel 2.4)
Tinggi blade (H)	= 1,56 m	(Tabel 4.2)
Lebar blade (L)	= 3,64 m	(Tabel 4.2)
Efisiensi kerja (E)	= 0.78	(Tabel 2.1)
Kecepatan maju (F)	= 8 km/jam	(Lapangan)
Kecepatan mundur (R)	= 10 km/jam	(Lapangan)

Berdasarkan Rochmanhadi (1992,) mengenai perhitungan produktivitas, produksi persiklus dan waktu siklus didapatkan rumus perhitungan sebagai berikut:

- Waktu siklus (Cm)

$$\begin{aligned}
 C_m &= \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \\
 &= \frac{20}{133,333} + \frac{20}{166,66} + 0,25 \\
 &= 4,85 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Produksi per siklus (q)

$$\begin{aligned}
 q &= L \times H^2 \times a \\
 &= 3,64 \times (1,56^2) \times 1,1 \\
 &= 12,49 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Produktifitas (Q)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{q \times 3600 \times E}{cm} \\
 &= \frac{12,49 \times 60 \times 0,78}{4,85} \\
 &= 120,55 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

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 poyek pembangunan sehingga kecepatan *dump truck* tidak stabil, sehingga diperlukan peninjauan langsung agar perhitungan sesuai kondisi dilapangan. Berikut adalah perhitungan produktivitas untuk alat berat *dump truck*.

Tipe	= Hyno JD500	(Tabel 4.3)
Kapasitas bak <i>dump truck</i> (c)	= 30 m ³	(Tabel 4.3)
Kapasitas pemuat (q1')	= 1,0 m ³	(Tabel 4.1)
<i>Factor bucket</i> pemuat (K)	= 1,1	(Tabel 2.5)
Efisiensi kerja (E)	= 0,71	(Tabel 2.1)
Waktu angkut bermuatan (ta1)	= 10,5 menit	(Lapangan)
Waktu angkut kosong (ta2)	= 6,8 menit	(Lapangan)
Waktu buang (t1)	= 0,5 menit	(Tabel 2.11)
Waktu tunggu (t2)	= 0,2 menit	(Lapangan)
Waktu siklus pemuat (Cms)	= 0,5 menit	(Lapangan)

Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator* Untuk produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator* pada pekerjaan ini menggunakan *excavator* kapasitas *bucket* 1,0 m³ dengan waktu siklus pemuat 0,5 menit.

Berdasarkan Rochmanhadi (1992) mengenai perhitungan produktivitas, produk di persiklus dan waktu siklus didapatkan rumus perhitungan sebagai berikut:

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

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{C}{q' \times k} \\ &= \frac{30}{1,0 \times 1,1} \\ &= 27,27 \text{ siklus} \approx 28 \text{ siklus} \end{aligned}$$

- Produksi per siklus (C)

$$\begin{aligned} C &= n \times q' \times K \\ &= 28 \times 1,0 \times 1,1 \\ &= 30,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Waktu siklus (C_m)

$$\begin{aligned} C_m &= n \times C_{ms} + t_{a1} + t_{a2} + t_1 + t_2 \\ &= 28 \times 0,5 + 10,5 + 6,8 + 0,5 + 0,2 \\ &= 32 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Produktivitas per jam (m³/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C \times 60 \times E}{C_m} \\ &= \frac{30,8 \times 60 \times 0,71}{32} \\ &= 41 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.2.3 Perhitungan Biaya Sewa Alat

Dari hasil survei lapangan dan wawancara dengan pakar lapangan. Daftar harga yang di dapat hanyalah harga sewa alat per jam untuk *excavator*, *bulldozer*. Sedangkan *dump truck* dengan harga sewa per hari. Kebutuhan yang lain yaitu bahan bakar berupa solar dan operator ditanggung oleh penyewa, untuk harga solar diambil harga bahan bakar solar tahun 2022.

Berikut rincian harga sewa untuk masing-masing alat:

1. *Excavator*

Merek	= Kobelco
Tipe/jenis	= Sk 200
Harga sewa alat	= Rp. 350.000,00 /jam
Bahan bakar	= 20 liter /jam x Rp. 5,150,00 = Rp. 103.000,00 /jam
Operator	= Rp. 200.000,00 /hari / 7 jam = Rp. 29.000,00 /jam
Harga sewa	= 350.000,00 + 103.000,00 + 29.000,00 = Rp. 481.571,00
Harga sewa	= Rp. 481.571,00 /jam x 7 jam = Rp. 3.371.000 /hari

2. *Bulldozer*

Merek	= Dozer
Tipe/jenis	= D85ESS-2

Harga sewa alat	= Rp. 400.000,00 /jam
Bahan bakar	= 18,17 liter /jam x Rp. 5,150,00 = Rp. 93.575,5 /jam
Operator	= Rp. 200.000,00 /hari / 7 jam = Rp. 28.571,00 /jam
Harga sewa	= 400.000,00 + 93.575,5 + 28.571,00 = Rp. 522.147 /jam
Harga sewa	= Rp. 522.147 x 7 jam = Rp. 3.655.029 /hari
 3. <i>Dumptruck</i>	
Merek	= Hyno
Tipe/jenis	= JD500
Harga sewa alat	= Rp. 2.000.000,00 / hari / 24 jam = Rp. 83,33 /jam
Bahan bakar	= 8,15 liter /jam x Rp. 5,150,00 = Rp. 41.972,5 /jam
Operator	= Rp. 150.000,00 /hari / 7 jam = Rp. 21.429,00 /jam
Harga sewa	= 83,33 + 41.972,5 + 21.429,00 = Rp. 146.734 /jam
Harga sewa total	= Rp. 146.734 x 7 jam = Rp. 1.027.141 /hari

4.2.4 Perhitungan Analisis 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*)

Berdasarkan wawancara lapangan di dapatkan waktu kerja serta jenis dan jumlah unit yang akan melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah pada kondisi asli dilapangan (*existing*). Setelah medapatkan data berupa waktu kerja per alat berat dan biaya sewa alat berat perjam. Berikut adalah perhitungan waktu dan biaya untuk kondisi asli dilapangan (*existing*).

1. *Excavator*

Jumlah alat berat	= 5 unit
Volume galian	= 241.237,02 m ³
Total waktu kerja	= 96,65 hari
Bahan bakar	= 20 liter /jam x Rp. 5,150,00
	= Rp. 103.000,00 /jam
Operator	= Rp. 200.000,00 /hari / 7 jam
	= Rp. 29.000,00 /jam
Harga sewa	= 350.000,00 + 103.000,00 + 29.000,00
	= Rp. 481.571,00
Harga sewa	= Rp. 481.571,00 /jam x 7 jam
	= Rp. 3.371.000 /hari

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja total} \\ &= \text{Rp. } 3.371.000 \times 96,65 \\ &= \text{Rp. } 325.793.702,00- \end{aligned}$$

2. Bulldozer

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat berat} &= 2 \text{ unit} \\ \text{Volume timbunan} &= 224.875,25 \text{ m}^3 \\ \text{Total waktu kerja} &= 133,25 \text{ hari} \\ \text{Harga sewa alat} &= \text{Rp. } 400.000,00 \text{ /jam} \\ \text{Bahan bakar} &= 18,17 \text{ liter /jam} \times \text{Rp. } 5,150,00 \\ &= \text{Rp. } 93.575,5 \text{ /jam} \\ \text{Operator} &= \text{Rp. } 200.000,00 \text{ /hari} / 7 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 28.571,00 \text{ /jam} \\ \text{Harga sewa} &= 400.000,00 + 93.575,5 + 28.571,00 \\ &= \text{Rp. } 522.147 \text{ /jam} \\ \text{Harga sewa} &= \text{Rp. } 522.147 \times 7 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 3.655.029 \text{ /hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa alat} \times \text{Waktu kerja total} \\ &= \text{Rp. } 3.655.029 \times 133,25 \\ &= \text{Rp. } 487.025.402,00- \end{aligned}$$

3. Dump Truck

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat berat} &= 10 \text{ unit} \\ \text{Total waktu kerja} &= 96,65 \text{ hari} \\ \text{Biaya sewa alat} &= \text{Rp. } 2.000.000,00- \text{ /hari} \end{aligned}$$

Harga sewa alat = Rp. 2.000.000,00 / hari / 24 jam
 = Rp. 83,33 /jam

Bahan bakar = 8,15 liter /jam x Rp. 5,150,00
 = Rp. 41.972,5 /jam

Operator = Rp. 150.000,00 /hari / 7 jam
 = Rp. 21.429,00 /jam

Harga sewa = 83,33 + 41.972,5 + 21.429,00
 = Rp. 146.734 /jam

Harga sewa total = Rp. 146.734 x 7 jam
 = Rp. 1.027.141 /hari

Biaya total sewa alat = Harga sewa x Waktu kerja total
 = Rp. 1.027.141 x 96,65
 = Rp. 99.269.063,95-

Tabel 4.4 perhitungan asli lapangan (existing) sumber data lapangan

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi hari	Biaya
<i>Excavator</i>	5	96,65	Rp. 325.793.702,00-
<i>Bulldozer</i>	2	133,25	Rp. 487.025.402,00-
<i>Dumptruck</i>	10	96,65	Rp. 99.269.063,95-
	Total		Rp 912.088.168,00-

Sumber: Data lapangan, 2022

Dari data yang di peroleh pada kondisi asli dilapangan (*existing*) pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 326,54 hari dan memerlukan biaya sebesar Rp

912.088.168,00. Perhitungan waktu dan biaya pada kondisi asli (*existing*) nantinya akan dijadikan pembandingan dengan alternatif lainnya. Tujuannya adalah untuk mengetahui alternatif mana yang paling efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya untuk diterapkan pada proyek Pembangunan *Farm Cigeulies*.

2. Alternatif Kombinasi

Berikut penulis memberikan beberapa alternatif yang didapat setelah diskusi dengan pakar dilapangan, dengan menambah jenis alat berat yaitu wheelloader, karena fungsi dari alat tersebut mampu mengerjakan pekerjaan wheelloader untuk membantu menggali, menimbun dan meratakan, sehingga jumlah produktivitas pekerjaan kombinasi akan bertambah.

3. Wheelloader

Wheel loader adalah traktor beroda ban, serba guna dan memiliki kemampuan traksi yang berasal dari *wheel loader* digunakan untuk bermacam-macam pekerjaan tanah seperti menggali, mendorong, mengurug dan mengangkat. Pada kondisi tanah yang sangat lunak (liat berlumpur), jarak pemindahan yang efektif adalah sampai sejauh 100 meter dan tinggi angkat bucket setinggi 2,5 – 5 meter.

Produksi *wheel loader* dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

Rumus produktifitas berdasar Rochmanhadi (1992) sebagai berikut:

$$\text{Produktifitas (Q)} = \frac{q \times 60}{cm} \times E \dots \dots \dots \text{2. 10}$$

Keterangan:

Q : Kapasitas produksi alat (m³ /jam)

q : Produksi m³ dalam 1 siklus

E : Efisiensi kerja

Cm : Waktu siklus (menit)

Rumus produksi berdasar Rochmanhadi (1992) sebagai berikut:

$$\text{Produksi (q)} = q' \times K \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan:

q' : Kapasitas blade

K : Faktor blade

Rumus waktu siklus berdasar Rochmanhadi (1992) sebagai berikut:

$$\text{Waktu siklus (Cm)} = 2 \times \frac{D}{F} + Z \dots\dots\dots 2.12$$

Keterangan:

D : Jarak angkut (m)

F : Kecepatan maju (m/menit)

R : Kecepatan mundur (m/menit)

Z : Waktu tetap (menit)

Wheel loader yang akan digunakan dalam alternatif ini ialah Wheelloader WA380-8 dengan data spesifikasi seperti berikut:

Tabel 4.5 Spesifikasi Alat Berat Wheelloader WA380-8

Wheelloader WA380-8	
Engine	
type	Water-cooled, 4-cycle
Aspiration	Turbo-charged, after-cooled
Number of cylinders	6
Bore x stroke	4.21 x 4.88 in
Piston displacement	408 in ³
governor	All speed
Horsepower	
ISO 9249/SAE J1349	191 HP
Rate rpm	2,100 rpm

Net maximum torque	1200 rpm
Travel Speed	Forward/Reverse
1 st	8,00 km/jam/10,00 km/jam
2 nd	11,74 km/jam/12,39 km/jam
2 nd (Lock-up clutch ON)	12,39 km/jam/13,35 km/jam
3 rd	20,92 km/jam /22,36 km/jam
3 rd (Lock-up clutch ON)	22,36 km/jam/24,14 km/jam
4 th	36,04 km/jam /38,62 km/jam
4 th (Lock-up clutch ON)	37,49 km/jam / 37,49 km/jam
Blade capacity	
blade	3.4 m ³
coolant and lubricant	
fuel tank	300 ltr

Sumber: PT. Komatsu Indonesia, 2021

Tipe	= Wheelloader WA308-8	(Tabel 4.5)
Jarak (D)	= 20 m	
Waktu tetap (Z)	= 0,25 menit	
Kapasitas Blade	= 3,4 m ³	(Tabel 4.5)
Faktor blade (K)	= 1,1	(Tabel 2.4)
Efisiensi kerja (E)	= 0.78	(Tabel 2.1)
Kecepatan maju (F)	= 8 km/jam	(Tabel 4.5)
Kecepatan mundur (R)	= 10 km/jam	(Tabel 4.5)

Berdasarkan Rochmanhadi (1992,) mengenai perhitungan produktivitas, produksi persiklus dan waktu siklus didapatkan rumus perhitungan sebagai berikut:

1. Produksi persiklus (q)

$$q = q' \times K$$

$$= 3,4 \times 1,1$$

$$= 3,74 \text{ m}^3$$

2. Kecepatan maju (F)

F = *factor blade* x kecepatan maju

$$= 8,8 \text{ km/ jam (di ubah ke m/menit)}$$

$$= 146,67 \text{ m/ menit}$$

3. Waktu siklus (Cm)

$$Cm = 2 \times \frac{D}{F} + Z$$

$$= 2 \times \frac{20}{146,67} + 0,25$$

$$= 0,52 \text{ menit}$$

4. Produktifitas (Q)

$$Q = \frac{q \times 60}{cm} \times E$$

$$= \frac{3,74 \times 60}{0,73} \times 0,7$$

$$= 334,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

5. Perhitungan biaya sewa *wheelloader*

Harga sewa alat = Rp. 400.000,00 /jam

Bahan bakar = 25 liter /jam x Rp. 5,150,00

= Rp. 128.750 /jam

Operator = Rp. 200.000,00 /hari / 7 jam

= Rp. 28.571,00 /jam

Harga sewa = 400.000,00 + 128.750 + 28.571,00

$$= \text{Rp } 557.321 \text{ /jam}$$

Harga sewa = Rp 557.321x 7

$$= \text{Rp. } 3.901.205 \text{ / hari}$$

Dengan penambahan jenis alat berat wheel loader tersebut, maka diskusi saya dan pakar lapangan membuat beberapa alternatif kombinasi alat berat dengan mengubah beberapa alat berat di lapangan dengan wheel loader baik pada pekerjaan galian maupun timbunan, berikut beberapa kombinasi alternatif:

Pada alternatif I terdapat 2 unit Exca, 2 unit wheel loader, dan 2 unit bulldozer.

Dimana pada pekerjaan galian dilakukan oleh exca dan wheel loader, sedangkan pada pekerjaan timbunan dilakukan oleh bull

A. Alternatif 1

A. Pekerjaan Galian

Pada alternatif ini penulis membuat kombinasi *Excavator & Wheel loader* untuk menggali sehingga di dapatkan produksi dan waktu kerja total.

Jenis alat = *Excavator*

Jumlah alat (n) = 2

Volume galian = 241.237,02 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) = 76,15 m³/jam

Produksi total *excavator* = Q x n

$$= 76,15 \times 2 \times 7$$

$$= 1.066,15 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jenis alat = *Wheel loader*

Jumlah alat (n) = 2

$$\text{Volume galian} = 241.237,02 \text{ m}^3$$

$$\text{Produksi Wheelloader per jam (Q)} = 334,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi total Wheelloader} &= Q \times n \\ &= 334,84 \times 2 \times 7 \\ &= 4.687,81 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja galian kedua alat berat} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produksi Excavator total} + \text{Produksi Wheelloader total}} \\ &= \frac{241.237,02 \text{ m}^3}{1.066,15 \text{ m}^3 / \text{hari} + 4.687,81 \text{ m}^3 / \text{hari}} \\ &= 41,93 \text{ hari} \end{aligned}$$

Setelah pekerjaan galian tanah selesai, kemudian tanah sisa akan dipindahkan ke *quarry*. Pada tahap ini penulis berdiskusi menganalisis tanah sisa yang akan di kerjakan oleh *excavator*.

$$\begin{aligned} \text{Volume tanah sisa} &= \text{volume galian} - \text{timbunan} \\ &= 241.237,02 \text{ m}^3 - 224.872,52 \text{ m}^3 \\ &= 16.361,77 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja excavator tanah sisa} &= \frac{\text{Volume sisa}}{\text{Produksi Excavator total}} \\ &= \frac{16.361,77 \text{ m}^3}{1.066,15 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 15,35 \text{ hari} \end{aligned}$$

Perhitungan biaya galian:

Excavator

$$\begin{aligned} \text{Waktu total galian} + \text{tanah sisa} &= 41,93 \text{ hari} + 15,35 \text{ hari} \\ &= 57,27 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya sewa alat total / hari} = \text{Rp. } 3.371.000,00-$$

$$\text{Biaya total sewa alat} = \text{Biaya sewa alat} \times \text{Waktu kerja total}$$

$$= \text{Rp. } 3.371.000,00 \times 57,27 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp}193.063.487,35-$$

Wheelloader

Waktu total galian = 41,93 hari

Biaya sewa alat per hari = Rp 3.901.250 / hari

Biaya total sewa alat = Rp 3.901.250 x 41,93 hari

$$= \text{Rp } 163.561.219,09-$$

2 Pekerjaan Timbunan

Pada alternatif ini penulis membuat pekerjaan timbunan hanya menggunakan alat

Bulldozer.

Jenis alat = *bulldozer*

Jumlah alat (n) = 2

Volume timbunan = 224.875,25 m³

Produksi *bulldozer* per jam (Q) = 120,55 m³/jam

Produksi total *bulldozer* = Q x n

$$= 120,55 \times 2 \times 7$$

$$= 1.687,64 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Waktu kerja bulldozer total = $\frac{\text{Volume timbunan}}{\text{Produksi bulldozer total}}$

$$= \frac{224.875,25 \text{ m}^3}{1.687,64 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 133,25 \text{ hari}$$

Perhitungan biaya timbunan:

Biaya *Bulldozer* sewa per hari = Rp. 3.655.029 /hari

Biaya total sewa alat = Rp 3.655.029 x 133,25 hari

$$= \text{Rp } 487.025.402,46-$$

Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan produksi *excavator* dan *wheeloader* pada pekerjaan galian. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\text{Produksi total Wheeloader} = 4.687,81 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi total Excavator} = 1.066,15 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Produksi Dumptruck per jam} = 67,13 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jumlah Dumptruck} = \frac{(\text{Produksi Excavator total} + \text{Produksi Wheeloader total})}{\text{produktivitas dumptruck} \times 7}$$

$$= \frac{1.066,15 \text{ m}^3 / \text{jam} + 4.687,81 \text{ m}^3/\text{jam}}{67,13 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7}$$

$$= 12,24 \text{ unit} \approx 13 \text{ unit}$$

Waktu kerja *dump truck* di sesuaikan dengan waktu kerja *excavator*, karena tanah sisa dikerjakan oleh *excavator* sehingga di lakukan penjumlahan antara waktu kerja galian total kedua alat berat + waktu kerja tanah sisa *excavator*. Maka didapat waktu pekerjaan pengangkutan tanah oleh *dump truck*:

$$\text{Waktu total galian excavator} = 41,93 \text{ hari}$$

$$\text{Waktu pengerjaan tanah sisa} = 15,35 \text{ hari}$$

$$\text{Waktu total galian} + \text{tanah sisa} = 41,93 \text{ hari} + 15,35 \text{ hari}$$

$$\text{Waktu kerja Dumptruck} = 57,27 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya Dumptruck sewa total per hari} = \text{Rp } 1.027.141 / \text{hari}$$

$$\text{Biaya total sewa alat} = \text{Rp } 1.027.141 \times 57,27 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp.} 58.826.280,42 -$$

Tabel 4.7 perhitungan Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi hari	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	57,27	Rp193.063.487,35-	Menggali dan
<i>Whelloader</i>	2	41,93	Rp163.561.219,07-	Memuat
<i>Bulldozer</i>	2	133,25	Rp487.025.402,46-	Menimbun
<i>Dumptruck</i>	13	57,27	Rp58.826.280,42-	Mengangkut
	Total		Rp902.476.389,30	

Sumber: Data Penulis, 2022

Pada alternatif 1 ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 308,97 hari dan memerlukan biaya sebesar Rp 902.476.389,30. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan (*existing*) maka akan terjadi kenaikan durasi kerja alat tetapi terjadi penurunan pada biaya.

Selisih Waktu = 326,54 – 289,72 hari

= -36,82 hari

Selisih Biaya = Rp. 912.088.168,40 - Rp 902.476.389,30

= -Rp9.611.779,10

Perbandingan waktu = $\frac{-36,82 \text{ hari}}{326,54 \text{ hari}} \times 100\%$

= -11,28 %

Perbandingan biaya = $\frac{-Rp9.611.779,10}{Rp912.088.168,40} \times 100\%$

$$= -1,05 \%$$

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

Pada alternatif II terdapat 3 unit Exca, 3 unit wheel loader, dan 1 unit bulldozer. Dimana pada pekerjaan galian dilakukan oleh exca dan 2 unit wheel loader, sedangkan pada pekerjaan timbunan dilakukan oleh bull dan 1 unit wheel loader

B. Alternatif 2

1 Pekerjaan Galian

Pada alternatif ini penulis membuat kombinasi *Excavator & Wheel loader* untuk menggali sehingga di dapatkan produksi dan waktu kerja total.

Jenis alat = *Excavator*

Jumlah alat (n) = 3

Volume galian = 241.237,02 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) = 76,15 m³/jam

Produksi total *excavator* = Q x n
 = 76,15 x 3 x 7
 = 1.599,23 m³/hari

Jenis alat = *Wheel loader*

Jumlah alat (n) = 2

Volume galian = 241.237,02 m³

Produksi *Wheelloader* per jam (Q) = 334,84 m³/jam

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi total Wheelloader} &= Q \times n \\
 &= 334,84 \times 2 \times 7 \\
 &= 4.687,81 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja galian kedua alat berat} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produksi Excavator total} + \text{Produksi Wheelloader total}} \\
 &= \frac{241.237,02 \text{ m}^3}{1.599,23 \text{ m}^3 / \text{hari} + 4.687,81 \text{ m}^3 / \text{hari}} \\
 &= 38,37 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Setelah pekerjaan galian tanah selesai, kemudian tanah sisa akan dipindahkan ke *quarry*. Pada tahap ini penulis menganalisis tanah sisa yang akan di kerjakan oleh *excavator*.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tanah sisa} &= \text{volume galian} - \text{timbunan} \\
 &= 241.237,02 \text{ m}^3 - 224.872,52 \text{ m}^3 \\
 &= 16.361,77 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kerja excavator tanah sisa} &= \frac{\text{Volume sisa}}{\text{Produksi Excavator total}} \\
 &= \frac{16.361,77 \text{ m}^3}{1.599,23 \text{ m}^3/\text{hari}} \\
 &= 10,23 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya galian:

Excavator

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu total galian + tanah sisa} &= 38,37 \text{ hari} + 10,23 \text{ hari} \\
 &= 48,60 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya sewa alat / hari} = \text{Rp. } 3.371.000,00-$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Biaya sewa alat} \times \text{Waktu kerja total} \\
 &= \text{Rp. } 3.371.000,00 \times 48,60 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp}163.835.732,97-
 \end{aligned}$$

Wheelloader

Waktu total galian	= 38,37 hari
Biaya sewa alat per hari	= Rp 3.901.250 / hari
Biaya total sewa alat	= Rp 3.901.250 x 38,37 jam
	= Rp 149.692.904,04

2 Pekerjaan Timbunan

Pada alternatif ini penulis membuat kombinasi *Bulldozer & Wheel loader* untuk menimbun sehingga di dapatkan produksi dan waktu kerja total.

Jenis alat	= <i>bulldozer</i>
Jumlah alat (n)	= 1
Volume timbunan	= 224875,25 m ³
Produksi bulldozer per jam (Q)	= 120,55 m ³ /jam
Produksi total bulldozer	= Q x n
	= 120,55 x 1 x 7
	= 843,82 m ³ /hari

Jenis alat	= <i>Wheel loader</i>
Jumlah alat (n)	= 1
Volume timbunan	= 224875,25 m ³
Produksi <i>Wheelloader</i> per jam (Q)	= 334,84 m ³ /jam
Produksi total <i>Wheelloader</i>	= Q x n
	= 334,84 x 1 x 7
	= 2.343,91 m ³ /hari

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja timbunan kedua alat berat} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produksi bulldozer total} + \text{Produksi Wheeloader total}} \\ &= \frac{224875,25 \text{ m}^3}{843,82 \text{ m}^3 / \text{hari} + 2.343,91 \text{ m}^3 / \text{hari}} \\ &= 70,54 \text{ hari} \end{aligned}$$

Perhitungan biaya timbunan:

Bulldozer

$$\begin{aligned} \text{Waktu total timbunan} &= 70,54 \text{ hari} \\ \text{Biaya sewa alat total per hari} &= \text{Rp } 3.655.029 / \text{hari} \\ \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 3.655.029 \times 70,54 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. } 257.840.461,70- \end{aligned}$$

Wheeloader

$$\begin{aligned} \text{Waktu total timbunan} &= 70,54 \text{ hari} \\ \text{Biaya sewa alat total per hari} &= \text{Rp } 3.901.250 / \text{hari} \\ \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 3.901.250 \times 70,54 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 275.209.920,04- \end{aligned}$$

Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan produksi *excavator* dan *wheeloader* pada pekerjaan galian. Maka jumlah *dump truck* didapat:

$$\begin{aligned} \text{Produksi total Wheeloader} &= 4.687,81 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi total Excavator} &= 1.599,23 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Produksi Dumptruck per jam} &= 67,13 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Jumlah Dumptruck} &= \frac{(\text{Produksi Excavator total} + \text{Produksi Wheeloader total})}{\text{produktivitas dumptruck} \times 7} \\ &= \frac{1.599,23 \text{ m}^3 / \text{jam} + 4.687,81 \text{ m}^3/\text{jam}}{67,13 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7} \\ &= 13,38 \text{ unit} \approx 14 \text{ unit} \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* di sesuaikan dengan waktu kerja *excavator*, karena tanah sisa dikerjakan oleh *excavator* sehingga di lakukan penjumlahan antara waktu kerja galian total kedua alat berat + waktu kerja tanah sisa *excavator*. Maka didapat waktu pekerjaan pengangkutan tanah oleh *dump truck*:

Waktu total galian *excavator* = 38,37 hari

Waktu pengerjaan tanah sisa = 10,23 hari

Waktu total galian + tanah sisa = 38,37 hari + 10,23 hari

Waktu kerja *Dumptruck* = 48,60 hari

Biaya *Dumptruck* sewa total per hari = Rp 1.027.141 /hari

Biaya total sewa alat = Rp 1.027.141 x 48,60 hari

= Rp 49.920.608,51-

Tabel 4.8 perhitungan Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi hari	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	3	48,60	Rp163.835.732,97	Menggali dan
<i>Whelloader</i>	2	38,37	Rp149.692.904,04	Memuat
<i>Whelloader</i>	1	70,54	Rp275.209.920,04	Menimbun
<i>Bulldozer</i>	1	70,54	Rp257.840.461,70	
<i>Dumptruck</i>	14	48,60	Rp49.920.608,51	Mengangkut
	Total		Rp896.499.627,26	

Sumber: Data Penulis, 2022

Pada alternatif 2 ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 276,66 hari dan memerlukan biaya sebesar Rp896.499.627,26-. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan (*existing*) maka akan terjadi kenaikan durasi kerja alat tetapi terjadi penurunan pada biaya.

$$\begin{aligned} \text{Selisih Waktu} &= 276,66 - 326,54 \text{ hari} \\ &= -49,88 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Selisih Biaya} &= \text{Rp}896.499.627,26 - \text{Rp}912.088.168,40 \\ &= -\text{Rp}15.588.541,14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan waktu} &= \frac{49,88 \text{ hari}}{326,54 \text{ hari}} \times 100\% \\ &= -15,28 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan biaya} &= \frac{-\text{Rp}15.588.541,14}{\text{Rp}912.088.168,40} \times 100\% \\ &= -1,71 \% \end{aligned}$$

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

Pada alternatif III 3 unit Exca dan 2 unit wheel loader. Dimana pada pekerjaan galian dilakukan oleh exca 3 dan 1 unit wheel loader, sedangkan pada pekerjaan timbunan dilakukan oleh 1 unit wheel loader

C. Alternatif 3

1 Pekerjaan Galian

Pada alternatif ini penulis membuat kombinasi *Excavator & Wheel loader* untuk menggali sehingga di dapatkan produksi dan waktu kerja total.

Jenis alat = *Excavator*

Jumlah alat (n) = 3

Volume galian = 241.237,02 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) = 76,15 m³/jam

Produksi total *excavator* = Q x n
 = 76,15 x 3 x 7
 = 1.599,23 m³/hari

Jenis alat = *Wheel loader*

Jumlah alat (n) = 1

Volume galian = 241.237,02 m³

Produksi *Wheelloader* per jam (Q) = 334,84 m³/jam

Produksi total *Wheelloader* = Q x n
 = 334,84 x 1 x 7
 = 2.343,91 m³/hari

Waktu kerja galian kedua alat berat = $\frac{\text{Volume galian}}{\text{Produksi Excavator total} + \text{Produksi Wheelloader total}}$
 = $\frac{241.237,02 \text{ m}^3}{1.599,23 \text{ m}^3 / \text{hari} + 2.343,91 \text{ m}^3 / \text{hari}}$
 = 61,18 hari

Setelah pekerjaan galian tanah selesai, kemudian tanah sisa akan dipindahkan ke *quarry*. Pada tahap ini penulis menganalisis tanah sisa yang akan di kerjakan oleh *wheelloader*.

$$\begin{aligned} \text{Volume tanah sisa} &= \text{volume galian} - \text{timbunan} \\ &= 241.237,02 \text{ m}^3 - 224.872,52 \text{ m}^3 \\ &= 16.361,77 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kerja excavator tanah sisa} &= \frac{\text{Volume sisa}}{\text{Produksi Wheelloader total}} \\ &= \frac{16.361,77 \text{ m}^3}{2.343,91 \text{ m}^3/\text{hari}} \\ &= 6,98 \text{ hari} \end{aligned}$$

Perhitungan biaya galian:

Excavator

$$\text{Waktu total galian} = 61,18 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya sewa alat / hari} = \text{Rp. } 3.371.000,00-$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Biaya sewa alat} \times \text{Waktu kerja total} \\ &= \text{Rp } 3.371.000,00 \times 61,18 \text{ hari} \\ &= \text{Rp} 206.234.244,62 - \end{aligned}$$

Wheelloader

$$\begin{aligned} \text{Waktu total galian} + \text{tanah sisa} &= 61,18 \text{ hari} + 6,98 \text{ hari} \\ &= 68,16 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya sewa total alat per hari} = \text{Rp} 3.901.250/ \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp} 3.901.250 \times 68,16 \text{ hari} \\ &= \text{Rp} 265.907.273,35 \end{aligned}$$

2 Pekerjaan timbunan

Pada alternatif ini penulis membuat kombinasi *Wheel loader* untuk menimbun sehingga di dapatkan produksi dan waktu kerja total.

Jenis alat	= <i>Wheel loader</i>
Jumlah alat (n)	= 1
Volume timbunan	= 224875,25 m ³
Produksi <i>Wheelloader</i> per jam (Q)	= 334,84 m ³ /jam
Produksi total <i>Wheelloader</i>	= Q x n
	= 334,84 x 1 x 7
	= 2.343,91 m ³ /hari
Waktu kerja timbunan	$\frac{\text{Volume galian}}{\text{Produksi Wheelloader total}}$
	$\frac{224875,25 \text{ m}^3}{2.343,91 \text{ m}^3 / \text{hari}}$
	=95,94 hari

Wheelloader

Waktu total timbunan	= 95,94 hari
Biaya sewa alat per hari	= Rp3.901.250/ hari
Biaya total sewa alat	= Rp3.901.250x 95,94 hari
	=Rp374.287.311,92–

Jumlah *dump truck* disesuaikan dengan produksi *excavator* dan *wheeloader* pada pekerjaan galian. Maka jumlah *dump truck* didapat:

Produksi total <i>Wheelloader</i>	= 2.343,91 m ³ /jam
Produksi total <i>Excavator</i>	= 1.599,23 m ³ /jam
Produksi <i>Dumptruck</i> per jam	= 67,13 m ³ /jam

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Dumptruck} &= \frac{(\text{Produksi Excavator total} + \text{Produksi Wheeloader total})}{\text{produktivitas dumptruck} \times 7} \\
 &= \frac{1.599,23 \text{ m}^3 / \text{jam} + 2.343,91 \text{ /jam}}{67,13 \text{ m}^3 / \text{jam} \times 7} \\
 &= 8,39 \text{ unit} \approx 9 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja *dump truck* di sesuaikan dengan waktu kerja *wheeloader*, karena tanah sisa dikerjakan oleh *wheeloader* sehingga di lakukan penjumlahan antara waktu kerja galian total kedua alat berat ditambah waktu kerja tanah sisa. Maka didapat waktu pekerjaan pengangkutan tanah oleh *dump truck*:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu total galian} &= 61,18 \text{ hari} \\
 \text{Waktu pengerjaan tanah sisa} &= 6,98 \text{ hari} \\
 \text{Waktu total galian + tanah sisa} &= 61,18 \text{ hari} + 6,98 \text{ hari} \\
 \text{Waktu kerja Dumptruck} &= 68,16 \text{ hari} \\
 \text{Biaya Dumptruck sewa per hari} &= \text{Rp } 1.027.141/\text{hari} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Rp } 1.027.141 \times 68,16 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp } 70.009.411,94
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Perhitungan Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi hari	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	3	61,18	Rp206.234.244,62	Menggali dan
<i>Wheeloader</i>	1	68,16	Rp265.907.273,35	Memuat
<i>Wheeloader</i>	1	95,94	Rp374.287.311,92	Menimbun
<i>Dumptruck</i>	9	68,16	Rp70.009.411,94	Mengangkut
	Total		Rp916.438.241,83	

Sumber: Data Penulis, 2022

Pada alternatif 3 ini pekerjaan dapat selesai 100 % dengan waktu 293,44 hari dan memerlukan biaya sebesar Rp916.438.241,83-. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan (*existing*) maka akan terjadi penurunan durasi kerja alat dan terjadi penurunan pada biaya.

Selisih Waktu = 293,44 – 326,54 hari

= -33,10 hari

Selisih Biaya = Rp916.438.241,83 - Rp912.088.168,40

= Rp4.350.073,43

Perbandingan waktu = $\frac{-33,10 \text{ hari}}{326,54 \text{ hari}} \times 100\%$

= -10,14 %

Perbandingan biaya = $\frac{\text{Rp}4.350.073,43}{\text{Rp}912.088.168,40} \times 100\%$

= 0,48 %

Keterangan

(-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah

(+) Pekerjaan lebih lambat dan biaya lebih mahal

Setelah dilakukan analisis alternatif 1, alternatif 2, dan alternatif 3, berikut hasil rekapitulasi:

Tabel 4.10 Hasil rekapitulasi hasil perbandingan Alternatif dan existing

	Jumlah Alat	Durasi hari	Biaya	Keterangan	Produktivitas Total
keadaan lapangan					
<i>Excavator</i>	5	96,65	Rp325.793.702,00	Menggali	4.353,03 m ³
<i>Bulldozer</i>	2	133,25	Rp487.025.402,46	Menimbun	
<i>Dumptruck</i>	10	96,65	Rp99.269.063,95	Mengangkut	
	Total		Rp912.088.168,40		
alternatif 1					
<i>Excavator</i>	2	57,27	Rp193.063.487,35	Menggali dan Memuat	7.441,61m ³
<i>Whelloader</i>	2	41,93	Rp163.561.219,07		
<i>Bulldozer</i>	2	133,25	Rp487.025.402,46	Menimbun	
<i>Dumptruck</i>	13	57,27	Rp58.826.280,42	Mengangkut	
	Total		Rp902.476.389,30		
alternatif 2					
<i>Excavator</i>	3	48,60	Rp163.835.732,97	Menggali dan Memuat	9.474,77 m ³
<i>Whelloader</i>	2	38,37	Rp149.692.904,04		
<i>Whelloader</i>	1	70,54	Rp275.209.920,04	Menimbun	
<i>Bulldozer</i>	1	70,54	Rp257.840.461,70		
<i>Dumptruck</i>	14	48,60	Rp49.920.608,51	Mengangkut	
	Total		Rp896.499.627,26		
alternatif 3					
<i>Excavator</i>	3	61,18	Rp206.234.244,62	Menggali dan Memuat	6.287,04 m ³
<i>Wheeloader</i>	1	68,16	Rp265.907.273,35		
<i>Wheeloader</i>	1	95,94	Rp374.287.311,92	Menimbun	
<i>Dumptruck</i>	9	68,16	Rp70.009.411,94	Mengangkut	
	Total		Rp916.438.241,83		

Sumber: Data Penulis, 202

4.3 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.

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 4.10 berikut ini:

Tabel 4.11 Hasil rekapitulasi hasil perbandingan Alternatif

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Biaya	-Rp9.611.779,10	-Rp15.588.541,14	Rp4.350.073,43
Waktu	-36,82	-49,88	-33,10
Biaya %	-1,05	-1,71	0,48
Waktu %	-11,28	-15,28	-10,14
Jumlah alat	Exca 2, Bull 2, wheel 2, DT 13	Exca 3, Bull 1, wheel 3, DT 14	Exca 3, wheel 2, DT 9

Sumber: Data Penulis, 2022

Dari tabel 4.11, dapat dilihat alternatif 1 yang menggunakan 2 unit *excavator* Kobelco SK-200, 2 unit *bulldozer* D85ESS, 2 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 13 unit *dump truck* Hyno JD-500 kapasitas 30 m³, alternatif tersebut memiliki selisih biaya dan selisih waktu sedikit lebih kecil terhadap kondisi asli dilapangan. Untuk selisih biaya sebesar -Rp9.611.779,0 (-1,05%) dan mampu menekan waktu kerja selama -36,82 hari (-11,28%) dari waktu *existing*.

Pada alternatif 2 yang menggunakan 3 unit *excavator* Kobelco SK-200, 1 *bulldozer* D85ESS, 3 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 14 unit *dump truck* Hyno JD-500 kapasitas 30 m³, alternatif tersebut memiliki selisih biaya dan selisih waktu paling kecil terhadap kondisi asli dilapangan. Untuk selisih biaya sebesar -Rp15.588.541,14 (-1,71 %) dan mampu mengurangi waktu kerja selama -49,88 hari (-15,28%) dari waktu existing.

Pada alternatif 3 yang menggunakan 3 unit *excavator* Kobelco SK-200, 2 unit *wheel loader* Komatsu WA380-3 dan 9 unit *dump truck* Hyno JD-500 kapasitas 30 m³, alternatif tersebut memiliki selisih biaya lebih besar existing sebesar Rp4.350.073,43 (0,48 %) namun mampu mengurangi waktu kerja selama -33,10 hari (-10,14%) dari waktu existing.

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 2 untuk melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah pada proyek pembangunan Farm cigeulis.

Sehingga memilih alternatif 2 yang mampu menghewat biaya dengan selisih biaya sebesar -Rp15.588.541,14 (-1,71 %) dan mampu mengurangi waktu kerja selama -49,88 hari (-15,28%) dari waktu existing, yang disebabkan jumlah produktifitas wheeloader yang bertambah sehingga mampu menekan waktu penyewaan alat berbeda dengan alternatif lain yang jumlah produktifitasnya di bawah alternatif 2.

4.4 Faktor Yang Mempengaruhi

Menurut pakar lapangan ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan kombinasi alat dapat dihindari. Faktor-faktor yang mempengaruhi setelah berdiskusi oleh pakar antara lain sebagai berikut:

a. Fungsi alat berat

Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut dan meratakan permukaan. Kapasitas peralatan pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

b. Kombinasi

Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, sehingga di dapatkan kelompok kerja atau kombinasi. Kombinasi juga salah satu hal dapat mempengaruhi, karna kombinasi yang tidak tepat maka tidak produktif setiap elemen alat berat. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

c. Ekonomi

Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting didalam pemilihan alat berat.

d. Lokasi proyek

Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.

e. Jenis dan daya dukung tanah

Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.

f. Kondisi lapangan

Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan kombinasi alat berat.

g. Maintenance

Hal ini harus dilakukan untuk mengurangi kerusakan dan kegagalan operasi alat berat dalam melakukan tugasnya.

h. Keamanan

Hal ini merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kombinasi. Keamanan di salah satu tempat harus mengupayakan keamanan alat berat agar tidak kehilangan beberapa *sparepart*.



4.5 Validasi Pakar

Tabel 4.11 Validasi Pakar

	Validasi Pakar				
	Alternatif	Tanggapan	Alasan	Kendala	Solusi
Pakar	1	Tidak	Mampu mengurangi biaya hingga mencapai -1,05% dan mengurangi durasi hingga -5,38%.	Pada alternatif 1 ini hanya mampu mengurangi biaya sebesar -Rp9.611.779,10 dan mengurangi durasi waktu -17,57 dari kondisi asli existing. Alternatif ini belum di katakan optimum dbandingkan alternatif lain	Pemilihan alat berat yang lebih effesien, sehingga dapat menambah jumlah produktivitas dan mengurangi durasi penyewaan hingga mendekati hasil yang paling optimum.
	2	Iya	Mampu mengurangi biaya hingga mencapai -1,71% dan mengurangi durasi hingga -15,28%.	Pada alternatif ini mampu mengurangi biaya sebesar -Rp15.588.541,14 dan mengurangi durasi waktu -49,88 dari kondisi asli existing. Alternatif ini yang paling optimum dbandingkan alternatif lain	-
	3	Tidak	Alternatif ini terjadi kenaikan biaya mencapai 0,48 % namun terjadi penurunan durasi mencapai -10,14 %	Pada alternatif ini terjadi kenaikan biaya sebesar -Rp4.350.073,43 dan dapat mengurangi durasi waktu -33,10 dari kondisi asli existing. Alternatif ini dikatakan belum optimum dbandingkan alternatif lain	Waktu lembur dan penekanan pada durasi kerja, namun hal ini akan menyebabkan kenaikan biaya.

Sumber: Data Penulis, 2022