

# **KAJIAN PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU KOMBINASI ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN (STUDI KASUS: PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PERKULIAHAN PROGRAM STUDI AGROINDUSTRI POLITEKNIK NEGERI SUBANG)**

**MUHAMMAD FARHAN FIRDAUS, KATARINA RINI RATNAYANTI**

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung  
Email : farhanfirdaus167@gmail.com

## **ABSTRAK**

*Pada pekerjaan galian timbunan diperlukannya manajemen alat berat yang baik agar tercapainya biaya pelaksanaan yang murah dan waktu pelaksanaan yang cepat serta mutu yang baik sesuai dengan perencanaan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu kombinasi alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan. Metode analisis yang digunakan pada perhitungan waktu pelaksanaan yaitu berdasarkan Produktivitas Alat Berat dan untuk perhitungan biaya berdasarkan Biaya Operasional Alat Berat. Dari hasil perhitungan didapatkan alternatif 1 dengan durasi 28 hari dan biaya Rp.943.172.040.- alternatif 2 dengan durasi 26 hari dan biaya Rp.907.125.248.- alternatif 3 dengan durasi 28 hari dan biaya Rp.861.832.650,- alternatif 4 dengan durasi 27 hari dan biaya Rp.871.056.993.- dan alternatif 5 dengan durasi 30 hari dan biaya Rp.844.727.936.-. Sehingga disimpulkan bahwa kombinasi 2 adalah alternatif yang dipilih karena waktu pelaksanaannya lebih cepat dengan biaya hanya selisih 7,3% dari alternatif 5 yang biayanya paling murah.*

**Kata kunci:** waktu pelaksanaan, biaya operasional, alat berat, produktivitas

## **ABSTRACT**

*In embankment excavation work, good heavy equipment management is needed to achieve low implementation costs and fast execution time, and good quality according to the plan. The purpose of this study is to compare the cost and time of the combination of heavy equipment in excavation and embankment work. The analytical method used in calculating the execution time is based on Heavy Equipment Productivity and for the calculation of cost based on Heavy Equipment Operational Costs. From the calculation results obtained alternative 1 with a duration of 28 days and a cost of Rp.943.172.040, alternative 2 with a duration of 26 days and a cost of Rp.907.125.248.- alternative 3 with a duration of 28 days and a cost of Rp.861.832.650,- alternative 4 with a duration of 27 days and a cost of Rp.871.056.993.- and alternative 5 with a duration of 30 days and a cost of Rp.844.727.936.-. So it is concluded that combination 2 is the chosen alternative because the implementation time is faster with a cost of only 7.3% difference from alternative 5 which has the cheapest cost.*

**Keywords:** implementation time, operational costs, heavy equipment, productivity

## 1. PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Program Studi Agroindustri Sarana dan Prasarana Politeknik Negeri Subang merupakan proyek yang cukup penting sehingga akan dituntut untuk menyelesaikan proyek tersebut dengan waktu dan biaya yang efisien. Salah satu pekerjaan pembangunan Gedung Perkuliahan Program Studi Agroindustri Sarana dan Prasarana Politeknik Negeri Subang adalah pekerjaan galian dan timbunan untuk gedung dan pembuatan jalan baru. Volume galian dan timbunan pada proyek ini sebesar 21.513 m<sup>3</sup>. Tanah galian untuk pekerjaan timbunan adalah tanah yang masih berada disekitar proyek tersebut. Untuk pekerjaan timbunan pada area gedung seluas 2700 m<sup>2</sup> (45 × 60 m) dengan volume timbunan 6.195 m<sup>3</sup>, sedangkan timbunan untuk jalan dengan panjang 312 m dan lebar 7 m dengan volume 15.318 m<sup>3</sup>. Dalam menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan diperlukan pemilihan dan penggunaan alat-alat yang tepat baik jenis, ukuran dan jumlahnya sehingga dapat tercapai biaya dan waktu yang efisien. Jika pemilihan alat berat yang digunakan kurang tepat maka akan menyebabkan bertambahnya biaya pekerjaan dan terjadi keterlambatan waktu penyelesaian pekerjaan, sehingga proyek berjalan tidak optimal. Maka dari itu pada penelitian ini penulis akan membahas tentang perbandingan biaya dan waktu pelaksanaan pemilihan kombinasi alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan pada Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Program Studi Agroindustri Sarana dan Prasarana Politeknik Negeri Subang.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Manajemen Proyek

Menurut Karaini (1991) manajemen proyek adalah usaha untuk merencanakan, mengorganisasi, mengarahkan, mengkoordinasi, dan mengawasi kegiatan proyek sehingga sesuai dengan waktu dan biaya yang telah ditetapkan.

### 2.2 Karakteristik Tanah

Pengembangan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material (tanah) yang diganggu dari bentuk aslinya. Dari faktor tersebut bentuk material dibagi dalam 3 (tiga) keadaan sebagai berikut ini.

1. Keadaan asli (*Bank Condition*), yaitu keadaan material yang masih belum mengalami gangguan teknologi disebut keadaan asli (*bank*).
2. Keadaan gembur (*loose*), yaitu keadaan material (tanah) setelah diadakan pengerjaan (*disturb*), tanah demikian misalnya terdapat di depan *dozer blade*, di atas *truck*, di dalam *bucket* dan sebagainya. Material yang tergali dari tempat asalnya, akan mengalami perubahan volume (mengembang).
3. Keadaan padat (*compact*), keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali dengan disertai usaha pemadatan. Keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan), perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara di antara partikel-partikel tanah tersebut. Dengan demikian volumenya berkurang, sedangkan berat tetap.

Sifat-sifat tanah seperti tersebut di atas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli tersebut, karena bila tanah dipindahkan dari tempat aslinya, selalu akan terjadi perubahan isi dan kepadatannya dari keadaan yang asli.

**Tabel 1. Konversi Tanah Untuk Volume Tanah**

Jenis Tanah	Kondisi tanah semula	Kondisi tanah yang akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1.00	1.11	0.95
	(B)	0.90	1.00	0.85
	(C)	1.05	1.17	1.00
Tanah liat berpasir/tanah biasa	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.80	1.00	0.72
	(C)	1.11	1.39	1.00
Tanah liat	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.70	1.00	0.63
	(C)	1.11	1.59	1.00
Tanah campur kerikil	(A)	1.00	1.18	1.08
	(B)	0.85	1.00	0.91
	(C)	0.93	1.09	1.00
Kerikil	(A)	1.00	1.13	1.03
	(B)	0.88	1.00	0.91
	(C)	0.97	1.10	1.00
Kerikil kasar	(A)	1.00	1.42	1.29
	(B)	0.70	1.00	0.91
	(C)	0.77	1.10	1.00
Pecahan cda atau batuan lunak	(A)	1.00	1.65	1.22
	(B)	0.61	1.00	0.74
	(C)	0.82	1.35	1.00
Pecahan granit atau batuan keras	(A)	1.00	1.70	1.31
	(B)	0.59	1.00	0.77
	(C)	0.76	1.30	1.00
Pecahan batu	(A)	1.00	1.75	1.40
	(B)	0.57	1.00	0.80
	(C)	0.71	1.24	1.00
Batuan hasil peledakan	(A)	1.00	1.80	1.30
	(B)	0.56	1.00	0.72
	(C)	0.72	1.38	1.00

(A) Asli (B) Lepas (C) Padat

Sumber: **Rochmanhadi 1985**

### 2.3 Alat Berat

Alat berat adalah mesin yang digunakan dalam suatu proyek tertentu yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia dengan waktu yang lebih singkat dan efisien.

### 2.4 Produktivitas Alat berat

Menurut Rahmad Rizaldi (2005) produktivitas alat merupakan besar volume pekerjaan yang dihasilkan oleh sebuah alat berat selama periode tertentu. Dalam proyek konstruksi produktivitas merupakan salah satu masalah utama, karena produktivitas alat berat akan besar pengaruhnya terhadap total biaya proyek.

#### 1. Excavator

Untuk menghitung produksi excavator dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \tag{2.1}$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)

q = Produksi persiklus (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi kerja.

Cm = Waktu siklus dalam detik

Produksi persiklus:

$$q = q' \times k \tag{2.2}$$

Dimana:

q' = Kapasitas *bucket* yang tercantum dalam spesifikasi alat (m<sup>3</sup>)

k = Faktor *bucket* tergantung tipe dan keadaan tanah

Waktu siklus (Cm):

$$Cm = t_1 + t_2 + t_3 \tag{2.3}$$

Dimana:

- $t_1$  = Waktu gali  
 $t_2$  = Waktu putar  $\times 2$   
 $t_3$  = Waktu buang

## 2. *Dump Truck*

Untuk menghitung produksi *dump truck* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$(Q) = q \times \frac{60}{C_m} \times E \text{ (m}^3\text{/jam)} \quad 2.4$$

Dimana :

- $q$  = Kapasitas volume bak (m<sup>3</sup>)  
 $E$  = Efisiensi kerja  
 $C_m$  = Waktu siklus dalam menit

Waktu siklus

$$(C_m) = n \times C_{ms} + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \quad 2.5$$

$$n = \frac{C_1}{q'} \times K \quad 2.6$$

Dimana:

- $n$  = Jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat *truck*  
 $C_1$  = Kapasitas rata-rata *dump truck* (m<sup>3</sup>)  
 $q'$  = Kapasitas *bucket* pemuat (*excavator/wheel loader*, menit) (m<sup>3</sup>)  
 $k$  = Faktor *bucket* pemuat  
 $C_{ms}$  = Waktu siklus pemuat (*excavator/wheel loader*, menit)  
 $D$  = Jarak angkat (m)  
 $V_1$  = Kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (m/menit)  
 $V_2$  = Kecepatan rata-rata *dump truck* kosong (m/menit)  
 $t_1$  = Waktu buang, *standby* sampai waktu pembuangan dimulai  
 $t_2$  = Waktu untuk posisi pengisian dan pemuatan mulai mengisi (menit)

## 3. *Bulldozer*

Untuk menghitung produksi *bulldozer* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

Produktivitas per jam (Q)

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \text{ (m}^3\text{/jam)} \quad 2.7$$

Dimana :

- $q$  = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)  
 $E$  = Efisiensi kerja  
 $C_m$  = Waktu siklus

Produksi per siklus ( $q$ ) bulldozer saat penggusuran adalah sebagai berikut:

$$q = L \times H^2 \times a \quad 2.8$$

Dimana:

- $L$  = Lebar *blade*/sudut (m)  
 $H$  = Tinggi *blade* (m)  
 $a$  = Faktor *blade*

Waktu siklus

$$C_m = \frac{D}{F} \times \frac{D}{R} + Z \text{ (menit)} \quad 2.9$$

Dimana:

- $D$  = Jarak angkut gusur (meter)

- F = Kecepatan maju (m/menit)  
 R = Kecepatan mundur (m/menit)  
 Z = Waktu ganti persnelling/gigi (menit)

#### 4. *Vibrator Roller*

Untuk menghitung produksi *vibrator roller* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{W \times V \times H \times 100 \times E}{N} \quad 2.10$$

Dimana:

- W = Lebar pemadatan efektif tiap pass (m)  
 E = Efisiensi Kerja  
 V = Kecepatan operasi (km/jam)  
 H = Tebal pemadatan untuk 1 lapis (m)  
 N = Jumlah pass yang diperlukan untuk kepadatan tertentu

#### 5. *Motor Grader*

Untuk menghitung produksi *motor grader* dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{Lh \times b \times t \times E \times 60}{n \times Ct} \quad 2.11$$

Dimana:

- Lh = Panjang jalan (m)  
 b = Lebar efektif (m)  
 t = Tebal hamparan material (m)  
 Ct = *Cycle time*  
 n = Jumlah pass (lintasan)  
 E = Efisiensi

## 2.5 Biaya Operasional Alat Berat

Biaya operasional alat merupakan biaya yang harus dikeluarkan agar alat dapat bekerja. Biaya operasional terdiri dari:

1. Biaya sewa alat  
 Pada umumnya biaya yang harus dibayarkan oleh penyewa alat kepada penyedia alat adalah biaya sewa alat per jam dan harga sewa alat tergantung dari masing-masing perusahaan penyedia alat.
2. Biaya operator  
 Biaya operator adalah biaya yang dikeluarkan untuk orang yang mengoperasikan alat berat (operator alat berat dan kenek). Biaya operator biasanya dibayarkan berdasarkan kesepakatan antara penyewa alat dengan operator tersebut.
3. Biaya bahan bakar  
 Biaya bahan bakar merupakan biaya yang dikeluarkan untuk kebutuhan bahan bakar alat itu sendiri. Untuk menghitung biaya bahan bakar dapat dapat dihitung dengan:

$$H = (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \times \text{Harga Bahan Bakar} \quad 2.12$$

Dimana:

- H = Banyaknya bahan bakar yang digunakan dalam 1 jam dengan satuan liter/jam.  
 HP = *Horse Power*, kapasitas tenaga mesin penggerak.  
 12,00 % = untuk alat yang bertugas ringan.  
 15,00 % = untuk alat yang bertugas berat.

4. Biaya mobilisasi dan demobilisasi

Biaya mobilisasi dan demobilisasi merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak penyewa alat untuk mendatangkan alat dan mengembalikan alat apabila telah selesai digunakan.

5. Biaya pelumas

Besarnya pemakaian pelumas sangat tergantung pada ukuran mesin, kapasitas karter oli, keadaan *piston ring*, dan lama waktu penggantian dengan rumus yang digunakan adalah:

$$\text{Biaya pelumas} = (0,01-0,02 \text{ Lt/HP/jam}) \times \text{HP} \times \text{Harga minyak pelumas} \quad 2.13$$

Dimana:

HP = Tenaga mesin (*horse power*)

Harga minyak pelumas = Harga minyak pelumas yang berlaku didaerah setempat (Rp/Liter)

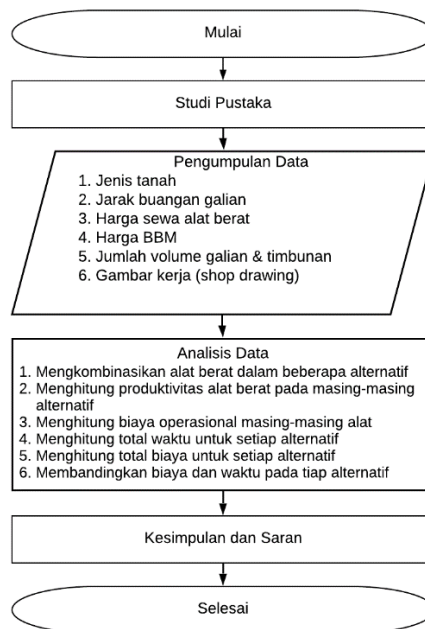
6. Biaya *overhead*

Menurut Permen PUPR No.28 (2016) biaya *overhead* adalah biaya yang diperhitungkan sebagai biaya operasional dan pengeluaran kantor pusat yang bukan dari biaya pengadaan untuk setiap mata pembayaran, biaya manajemen, akuntansi, pelatihan dan auditing, perizinan, registrasi, biaya iklan, humas dan promosi, dan lain sebagainya. Untuk pekerjaan konstruksi, penentuan nilai keuntungan dan biaya *overhead* sangat mudah karena sudah ditetapkan dalam Peraturan Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah No.9 Tahun 2018 tentang pedoman pelaksanaan pengadaan barang/jasa melalui penyedia, yaitu sebesar 15% (lima belas persen).

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir

Berikut adalah diagram alir dari penelitian analisis pemilihan kombinasi alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan, seperti pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Bagan Alir Penelitian**

### 3.2 Deskripsi Lokasi

Studi kasus dilakukan di proyek pembangunan Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Program Studi Agroindustri Politeknik Negeri Subang yang berlokasi di Blok Lanten Banteng, Desa Cibogo, Kecamatan Cibogo Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat. Proyek ini memiliki kriteria tanah berupa tanah lunak, selain itu tempat ini merupakan bekas sawah. Sawah tersebut sudah lama tidak dipakai dan menjadi kering sehingga alat berat mampu menduduki dan melewati tanah dilokasi proyek tersebut.



**Gambar 2. Lokasi Penelitian**

Jarak lokasi galian ke lokasi timbunan yaitu 200 m. Konversi tanah untuk volume tanah pada pekerjaan timbunan tanah:

1. Jalan

Volume pekerjaan (keadaan tanah padat) = 15.318 m<sup>3</sup>  
 Volume pekerjaan (keadaan asli) = 15.318 x 1.11 (Tabel 2.2)  
 = 17.002,98 m<sup>3</sup>  
 Volume pekerjaan (keadaan lepas/*loose*) = 17.002,98 x 1.25 (Tabel 2.2)  
 = 21.253,725 m<sup>3</sup>

2. Gedung

Volume pekerjaan (keadaan tanah padat) = 6.195 m<sup>3</sup>  
 Volume pekerjaan (keadaan asli) = 6.195 x 1.11 (Tabel 2.2)  
 = 6.876,45 m<sup>3</sup>  
 Volume pekerjaan (keadaan lepas/*loose*) = 6.876,45 x 1.25 (Tabel 2.2)  
 = 8.595,563 m<sup>3</sup>

## 4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Produktivitas Penggunaan Alat Berat

Dalam melaksanakan pekerjaan galian dan timbunan dengan menggunakan alat-alat berat, hal penting yang harus diperhatikan adalah mengetahui kapasitas operasi dari alat-alat berat yang digunakan. Berikut ini merupakan jenis-jenis dan perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan pada masing-masing alternatif:

**Tabel 2. Jenis-jenis Alat Berat Yang Digunakan**

Kombinasi	Alat Berat	Jumlah Alat (Unit)	Kapasitas		
			Bucket (m <sup>3</sup> )	Lebar blade (m)	Tinggi blade (m)
1	Excavator Komatsu PC 200-8	3	0,8	-	-
	Dumptruck Hino Dutro	-	8	-	-
	Motor Grader Komatsu GD655	1	-	3,71	-
	Vibrator roller Sakkai SV512D	1	Berat 10 Ton	2,13	-
2	Excavator Komatsu PC 300-8	2	1,4	-	-
	Dumptruck Hino Dutro	-	8	-	-
	Bulldozer Caterpillar D8R	1	-	4,25	1,74
	Vibrator roller Sakkai SV512D	1	Berat 10 Ton	2,13	-

**Tabel 3. Jenis-jenis Alat Berat Yang Digunakan (lanjutan)**

Kombinasi	Alat Berat	Jumlah Alat (Unit)	Kapasitas		
			Bucket (m <sup>3</sup> )	Lebar blade (m)	Tinggi blade (m)
3	Excavator Caterpillar 320D	2	1,2	-	-
	Dumptruck Hino Dutro		8	-	-
	Bulldozer Komatsu D155A-X	1	-	4,06	1,74
	Vibrator roller Sakkai SV512D	1	Berat 10 Ton	2,13	-
4	Excavator Komatsu PC 300-8	2	1,4	-	-
	Dumptruck Hino Dutro		8	-	-
	Motor Grader Komatsu Gd705A-4	1	-	4	-
	Vibrator roller Caterpillar CS553E	1	Berat 10 Ton	2,134	-
5	Excavator Hitachi EX200LC	2	1,1	-	-
	Dumptruck Hino Dutro		8	-	-
	Motor Grader Komatsu GD655	1	-	3,71	-
	Vibrator roller Caterpillar CS553E	1	Berat 10 Ton	2,134	-

**Tabel 4. Produktivitas Alternatif 1**

Alternatif 1													
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Produktivitas (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas (m <sup>3</sup> /hari)		Jumlah alat (unit)	Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /hari)		Total hari kerja masing-masing alat (hari)		
		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Total
Excavator	Komatsu PC 200	50.005	50.005	400.043	400.043	3	150.015	150.015	1200.129	1200.129	18	8	26
Dumptruck	Hino Dutro	32.850	32.850	262.802	262.802	5	164.250	164.250	1314.01	1314.01	18	8	26
Motor Grader	Komatsu GD655	159.187	124.437	1265.496	995.503	1	159.187	124.437	1265.496	995.503	17	9	26
Vibrator Roller	Sakkai SV512D	106.029	141.372	848.235	1130.976	1	106.029	141.372	848.235	1130.976	19	6	25

**Tabel 5. Produktivitas Alternatif 2**

Alternatif 2													
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Produktivitas (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas (m <sup>3</sup> /hari)		Jumlah alat (unit)	Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /hari)		Total hari kerja masing-masing alat (hari)		
		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Total
Excavator	Komatsu PC 300-8	84.384	84.384	675.072	675.072	2	168.768	168.768	1350.144	1350.144	16	7	23
Dumptruck	Hino Dutro	41.787	41.787	334.297	334.297	4	167.148	167.148	1337.188	1337.188	16	7	23
Bulldozer	Caterpillar D8R	147.160	273.949	1177.281	1903.595	1	147.160	273.949	1177.281	1903.595	19	5	24
Vibrator Roller	Sakkai SV512D	106.029	141.372	848.235	1130.98	1	106.029	141.372	848.235	1130.976	19	6	25

**Tabel 6. Produktivitas Alternatif 3**

Alternatif 3													
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Produktivitas (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas (m <sup>3</sup> /hari)		Jumlah alat (unit)	Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /hari)		Total hari kerja masing-masing alat (hari)		
		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Total
Excavator	Caterpillar 320D	72.329	72.329	578.633	578.633	2	144.658	144.658	1157.266	1157.266	19	8	27
Dumptruck	Hino Dutro	39.196	39.196	313.568	313.568	4	156.784	156.784	1254.272	1254.272	19	8	27
Bulldozer	Komatsu D155A-X	140.836	220.976	1126.691	1767.811	1	140.836	220.976	1126.691	1767.811	19	5	24
Vibrator Roller	Sakkai SV512D	106.029	141.372	848.235	1130.976	1	106.029	141.372	848.235	1130.976	19	6	25

**Tabel 7. Produktivitas Alternatif 4**

Alternatif 4													
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Produktivitas (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas (m <sup>3</sup> /hari)		Jumlah alat (unit)	Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /hari)		Total hari kerja masing-masing alat (hari)		
		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Total
Excavator	Komatsu PC 300-8	84.384	84.384	675.072	675.072	2	168.768	168.768	1350.144	1350.144	16	7	23
Dumptruck	Hino Dutro	41.787	41.787	334.297	334.297	4	167.1485	167.149	1337.188	1337.188	16	7	23
Motor Grader	Komatsu GD705A-4	182.285	143.913	1466.276	1151.303	1	182.285	143.913	1466.276	1151.303	15	8	23
Vibrator Roller	Caterpillar CS553E	106.249	141.665	849.993	1133.324	1	106.24913	141.665	849.993	1133.324	19	6	25

**Tabel 8. Produktivitas Alternatif 5**

Alternatif 5													
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Produktivitas (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas (m <sup>3</sup> /hari)		Jumlah alat (unit)	Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /jam)		Produktivitas x jumlah alat (m <sup>3</sup> /hari)		Total hari kerja masing-masing alat (hari)		
		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Jalan	Gedung	Total
Excavator	Hitachi EX200LC	66.302	66.302	530.414	530.414	2	132.604	132.604	1060.828	1060.828	20	9	29
Dumptruck	Hino Dutro	37.737	37.737	301.894	301.894	4	150.947	150.947	1207.576	1207.576	20	9	29
Motor Grader	Komatsu GD655	159.187	124.437	1265.496	995.503	1	159.187	124.437	1265.496	995.503	17	9	26
Vibrator Roller	Caterpillar CS553E	106.249	141.666	849.993	1133.324	1	106.249	141.666	849.993	1133.324	19	6	25

#### 4.2 Analisis Biaya Penggunaan Alat Berat

Dalam per hari nya biaya operasional alat berat terdiri dari biaya sewa alat, biaya operator, biaya bahan bakar, biaya pelumas. Untuk biaya mobilisasi dan demobilisasi dihitung sekali dan biaya *overhead* dihitung setelah biaya ditotalkan semua berdasarkan jumlah hari alat berat bekerja. Berikut adalah perhitungan biaya yang harus dikeluarkan oleh masing-masing alternatif dalam sehari (8 jam kerja).



**Tabel 9. Kebutuhan Biaya Alternatif 1**

Alternatif 1						
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Biaya Sewa Alat/hari	Harga Solar/hari	Harga Pelumas/hari	Biaya Operator (2 Orang/hari)	Mobilisasi & Demobilisasi
Excavator	Komatsu PC 200	Rp1,280,000	Rp1,278,720	Rp639,360	Rp250,000	Rp2,000,000
Dumptruck	Hino Dutro	Rp1,200,000	Rp632,832	Rp552,960	Rp195,000	Rp1,000,000
Motor Grader	Komatsu GD655	Rp1,920,000	Rp1,684,800	Rp777,600	Rp250,000	Rp2,000,000
Vibrator Roller	Sakkai SV512D	Rp1,280,000	Rp1,045,440	Rp522,720	Rp250,000	Rp2,000,000

**Tabel 10. Kebutuhan Biaya Alternatif 2**

Alternatif 2						
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Biaya Sewa Alat/hari	Harga Solar/hari	Harga Pelumas/hari	Biaya Operator (2 Orang/hari)	Mobilisasi & Demobilisasi
Excavator	Komatsu PC 300-8	Rp2,800,000	Rp2,160,000	Rp1,080,000	Rp250,000	Rp2,000,000
Dumptruck	Hino Dutro	Rp1,200,000	Rp632,832	Rp552,960	Rp195,000	Rp1,000,000
Bulldozer	Caterpillar D8R	Rp2,560,000	Rp2,854,800	Rp1,317,600	Rp250,000	Rp2,000,000
Vibrator Roller	Sakkai SV512D	Rp1,280,000	Rp1,045,440	Rp522,720	Rp250,000	Rp2,000,000

**Tabel 11. Kebutuhan Biaya Alternatif 3**

Alternatif 3						
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Biaya Sewa Alat/hari	Harga Solar/hari	Harga Pelumas/hari	Biaya Operator (2 Orang/hari)	Mobilisasi & Demobilisasi
Excavator	Caterpillar 320D	Rp1,800,000	Rp1,200,960	Rp600,480	Rp250,000	Rp2,000,000
Dumptruck	Hino Dutro	Rp1,200,000	Rp632,832	Rp552,960	Rp195,000	Rp1,000,000
Bulldozer	Komatsu D155A-X	Rp2,400,000	Rp2,995,200	Rp1,382,400	Rp250,000	Rp2,000,000
Vibrator Roller	Sakkai SV512D	Rp1,280,000	Rp1,045,440	Rp522,720	Rp250,000	Rp2,000,000

**Tabel 12. Kebutuhan Biaya Alternatif 4**

Alternatif 4						
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Biaya Sewa Alat/hari	Harga Solar/hari	Harga Pelumas/hari	Biaya Operator (2 Orang/hari)	Mobilisasi & Demobilisasi
Excavator	Komatsu PC 300-8	Rp2,800,000	Rp2,160,000	Rp1,080,000	Rp250,000	Rp2,000,000
Dumptruck	Hino Dutro	Rp1,200,000	Rp632,832	Rp552,960	Rp195,000	Rp1,000,000
Motor Grader	Komatsu GD705A-4	Rp2,240,000	Rp1,872,000	Rp864,000	Rp250,000	Rp2,000,000
Vibrator Roller	Caterpillar CS553E	Rp1,600,000	Rp1,123,200	Rp561,600	Rp250,000	Rp2,000,000

**Tabel 13. Kebutuhan Biaya Alternatif 5**

Alternatif 5						
Jenis Alat	Merek dan Kapasitas	Biaya Sewa Alat/hari	Harga Solar/hari	Harga Pelumas/hari	Biaya Operator (2 Orang/hari)	Mobilisasi & Demobilisasi
Excavator	Hitachi EX200LC	Rp1,680,000	Rp1,140,480	Rp570,240	Rp250,000	Rp2,000,000
Dumptruck	Hino Dutro	Rp1,200,000	Rp632,832	Rp552,960	Rp195,000	Rp1,000,000
Motor Grader	Komatsu GD655	Rp1,920,000	Rp1,684,800	Rp777,600	Rp250,000	Rp2,000,000
Vibrator Roller	Caterpillar CS553E	Rp1,600,000	Rp1,123,200	Rp561,600	Rp250,000	Rp2,000,000

**4.3 Total Waktu Pekerjaan Galian dan Timbunan Setiap Alternatif**

Dari setiap produktivitas yang telah dihitung dibuatkan penjadwalan alatnya. Berikut adalah hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan penjadwalan alat melalui produktivitas alat berat.

PENJADWALAN KESELURUHAN GALIAN & TIMBUNAN UNTUK JALAN DAN GEDUNG																													
Hari ke	Durasi Kerja (hari)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Excavator	26	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Dumptruck	26	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Motor Grader	26	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Vibrator roller	25	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Total Durasi	28	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

**Gambar 3. Penjadwalan Alat Berat Alternatif 1**

Dari penjadwalan diatas menghasilkan total durasi untuk pekerjaan galian dan timbunan dengan alternatif 1 adalah 28 hari

PENJADWALAN KESELURUHAN GALIAN & TIMBUNAN UNTUK JALAN DAN GEDUNG																											
Hari ke	Durasi Kerja (hari)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Excavator	23	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Dumptruck	23	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Bulldozer	24	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Vibrator roller	25	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Total Durasi	26																										

**Gambar 4. Penjadwalan Alat Berat Alternatif 2**

Dari penjadwalan diatas menghasilkan total durasi untuk pekerjaan galian dan timbunan dengan alternatif 2 adalah 26 hari

PENJADWALAN KESELURUHAN GALIAN & TIMBUNAN UNTUK JALAN DAN GEDUNG																													
Hari ke	Durasi Kerja (hari)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Excavator	27	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Dumptruck	27	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Bulldozer	24	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Vibrator roller	25	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Total Durasi	28																												

**Gambar 5. Penjadwalan Alat Berat Alternatif 3**

Dari penjadwalan diatas menghasilkan total durasi untuk pekerjaan galian dan timbunan dengan alternatif 3 adalah 28 hari

PENJADWALAN KESELURUHAN GALIAN & TIMBUNAN UNTUK JALAN DAN GEDUNG																												
Hari ke	Durasi Kerja	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Excavator	23	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Dumptruck	23	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Motor Grader	22	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Vibrator roller	25	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Total Durasi	27																											

**Gambar 6. Penjadwalan Alat Berat Alternatif 4**

Dari penjadwalan diatas menghasilkan total durasi untuk pekerjaan galian dan timbunan dengan alternatif 4 adalah 27 hari

PENJADWALAN KESELURUHAN GALIAN & TIMBUNAN UNTUK JALAN DAN GEDUNG																															
Hari ke	Durasi Kerja (hari)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Excavator	29	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Dumptruck	29	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Motor Grader	26	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Vibrator roller	25	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Total Durasi	30																														

**Gambar 7. Penjadwalan Alat Berat Alternatif 5**

Dari penjadwalan diatas menghasilkan total durasi untuk pekerjaan galian dan timbunan dengan alternatif 5 adalah 30 hari

**4.4 Total Biaya Pekerjaan Galian dan Timbunan Setiap Alternatif**

Setelah mengetahui biaya pada masing-masing alat, selanjutnya menghitung total biaya yang harus dikeluarkan pada masing-masing alternatif. Perhitungan total biaya dapat diketahui sebagai berikut:

**Tabel 14. Total Biaya Alternatif 1**

Jenis Alat	Jumlah	Rencana Durasi Alat (jam)	Rencana Durasi Alat (hari)	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi (Rp.)	Biaya Sewa 1 Alat per hari (Rp.)	Jumlah Biaya + Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi
Excavator	3	208	26	2.000.000	3.448.080	274.950.240.-
Dump truck	5	208	26	1.000.000	2.580.792	340.502.960.-
Motor grader	1	208	26	2.000.000	4.632.400	123.642.400.-
Vibrator roller	1	200	25	2.000.000	3.098.160	81.054.000.-
Total Harga Peralatan						820.149.600.-
Biaya Overhead + Profit				15 % x Total		123.022.440.-
Jumlah						943.172.040.-

**Tabel 15. Total Biaya Alternatif 2**

Jenis Alat	Jumlah	Rencana Durasi Alat (jam)	Rencana Duraasi Alat (hari)	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi (Rp.)	Biaya Sewa 1 Alat per hari (Rp.)	Jumlah Biaya + Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi
Excavator	2	184	23	2.000.000	6.290.000	293.340.000.-
Dump truck	4	184	23	1.000.000	2.580.792	241.432.864.-
Bulldozer	1	192	24	2.000.000	6.982.400	169.577.600.-
Vibrator roller	1	200	25	2.000.000	3.098.160	79.454.000.-
Total Harga Peralatan						783.804.564.-
Biaya Overhead + Profit				15 % x Total		117.570.669.-
Jumlah						901.375.233.-

**Tabel 16. Total Biaya Alternatif 3**

Jenis Alat	Jumlah	Rencana Durasi Alat (jam)	Rencana Duraasi Alat (hari)	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi (Rp.)	Biaya Sewa 1 Alat per hari (Rp.)	Jumlah Biaya + Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi
Excavator	2	216	27	2.000.000	3.851.440	211.977.760.-
Dump truck	4	216	27	1.000.000	2.580.792	282.725.536.-
Bulldozer	1	192	24	2.000.000	7.027.600	173.662.400.-
Vibrator roller	1	200	25	2.000.000	3.098.160	81.054.000.-
Total Harga Peralatan						749.419.696.-
Biaya Overhead + Profit				15 % x Total		112.412.954.-
Jumlah						861.832.650.-

**Tabel 17. Total Biaya Alternatif 4**

Jenis Alat	Jumlah	Rencana Durasi Alat (jam)	Rencana Durasi Alat (hari)	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi (Rp.)	Biaya Sewa 1 Alat per hari (Rp.)	Jumlah Biaya + Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi
Excavator	3	184	23	2.000.000	6.290.000	294.590.000.-
Dump truck	4	184	23	1.000.000	2.580.792	243.682.864.-
Motor grader	1	184	23	2.000.000	5.226.000	127.798.000.-
Vibrator roller	1	200	25	2.000.000	3.534.800	91.370.000.-
Total Harga Peralatan						757.440.864.-
Biaya Overhead + Profit				15 % x Total		113.616.129.-
Jumlah						871.056.993.-

**Tabel 18. Total Biaya Alternatif 5**

Jenis Alat	Jumlah	Rencana Durasi Alat (jam)	Rencana Durasi Alat (hari)	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi (Rp.)	Biaya Sewa 1 Alat per hari (Rp.)	Jumlah Biaya + Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi
Excavator	2	232	29	2.000.000	3.640.720	215.161.760.-
Dump truck	4	232	29	1.000.000	2.580.792	303.371.872.-
Motor grader	1	208	26	2.000.000	4.632.400	123.642.400.-
Vibrator roller	1	200	25	2.000.000	3.534.800	92.370.000
Total Harga Peralatan						734.546.032.-
Biaya Overhead + Profit				15 % x Total		110.181.904.-
Jumlah						844.727.936.-

#### 4.5 Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Penggunaan Alat Berat

Setelah dilakukan pengolahan data dengan menghitung besarnya produktivitas masing-masing kombinasi alat berat, durasi total serta biaya total yang dihasilkan untuk menyelesaikan pekerjaan, langkah selanjutnya adalah dengan melakukan perbandingan antara masing-masing kombinasi. Berikut perbandingan antara kombinasi 1, 2, 3, 4, dan 5.

**Tabel 19. Rekapitulasi Biaya dan Waktu Penggunaan Alat Berat**

Alternatif	Jenis Alat	Cycle Time (menit)		Jarak/Siklus (m)		Jumlah Alat (Unit)	Durasi (Hari)	Biaya (Rp.)
		Jalan	Gedung	Jalan	Gedung			
1	Excavator Komatsu PC 200-8	3,6	3,6			3	28	943.172.040.-
	Dumptruck Hino Dutro 130 HD	6,85	6,85	200	200	5		
	Motor Grader Komatsu GD655	7,52	1,85	312	60	1		
	Vibrator Roller Sakkai SV512D	7,24	2,2	312	60	1		
2	Excavator Komatsu PC 300-8	2,135	2,135			2	26	907.125.248.-
	Dumptruck Hino Dutro 130 HD	5,385	5,385	200	200	4		
	Bulldozer Caterpillar D8R	2,157	1,334	100	60	1		
	Vibrator Roller Sakkai SV512D	7,24	2,2	312	60	1		
3	Excavator Caterpillar 320D	2,491	2,491			2	28	861.832.650.-
	Dumptruck Hino Dutro 130 HD	5,741	5,741	200	200	4		
	Bulldozer Komatsu D155A-X	2,148	1,369	100	60	1		
	Vibrator Roller Sakkai SV512D	7,24	2,2	312	60	1		
4	Excavator Komatsu PC 300-8	2,135	2,135			2	27	871.056.993.-
	Dumptruck Hino Dutro 130 HD	5,385	5,385	200	200	4		
	Motor Grader Komatsu Gd705A-4	7,676	1,88	312	60	1		
	Vibrator Roller Caterpillar CS553E	6,74	1,7	312	60	1		
5	Excavator Hitachi EX200LC	2,713	2,713			2	30	844.727.936.-
	Dumptruck Hino Dutro 130 HD	5,963	5,963	200	200	4		
	Motor Grader Komatsu GD655	7,52	1,85	312	60	1		
	Bulldozer Caterpillar CS553E	6,74	1,7	312	60	1		

Dari segi waktu menunjukkan bahwa alternatif 2 lebih unggul karena memiliki waktu pelaksanaan yang paling cepat, dan dari segi biaya menunjukkan bahwa alternatif 5 lebih unggul karena memiliki biaya yang paling murah. Sehingga dapat dihitung perbandingan biaya alternatif 2 dan 5 sebagai berikut:

$$\frac{1}{x} = \frac{841.047.936}{901.375.233} \quad x = \frac{901.375.233}{841.047.936} \quad \frac{1}{x} = 1,073$$

Ini berarti alternatif 2 lebih mahal 7,3 % dibanding dengan alternatif 5. Hal ini disebabkan karena alternatif 5 memiliki biaya sewa alat serta operasional hariannya lebih murah. Sedangkan untuk waktu pelaksanaan alternatif 5 lebih lama 4 hari dibandingkan dengan alternatif 2, karena *bucket excavator* pada alternatif 2 lebih besar dibandingkan alternatif 5 sehingga waktunya pelaksanaannya lebih cepat, dan penghamparan material di area gedung oleh *bulldozer* lebih cepat di bandingkan *motor grader* yang digunakan pada alternatif

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dalam penelitian ini, menunjukkan bahwa alternatif 2 lebih unggul dari alternatif lainnya karena memiliki waktu pelaksanaan yang paling cepat, dan dari segi biaya menunjukkan bahwa alternatif 5 lebih unggul karena memiliki biaya yang paling murah dari alternatif lainnya. Dan untuk efisiensi biaya dan waktu dapat disimpulkan bahwa kombinasi 2 adalah alternatif yang dipilih untuk studi kasus pada penelitian tugas akhir ini karena waktu pelaksanaan lebih cepat dan biaya hanya selisih 7,3 % dari alternatif 5 yang biayanya paling murah.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang telah dibuat terdapat beberapa saran untuk melanjutkan penelitian ini, antara lain:

1. Penelitian dapat dikembangkan dengan melakukan observasi langsung dilapangan untuk menghitung langsung waktu siklus pada masing-masing alat berat.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan membandingkan penelitian secara teoritis dengan fakta lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2018). Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum (PerMen PU No. 28).
- "Perancangan Sistem Informasi Penyewaan Alat Berat" Oleh : Minda Septiani, Universitas Bina Insan Lubuklinggau (2019).
- Rochmanhadi. (1985). Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- "Perhitungan Kebutuhan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Pabrik Precast di Sentul" Oleh : Dicky Setiadi Hadi Effendi, Universitas Pakuan Bogor (2016).
- "Tinjauan Terhadap Kinerja Biaya dan Waktu Pada Pekerjaan Cut And Fill Dengan Penambahan Alat Berat (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Stadion Sepakbola Sleman)" Oleh : Rahmad Rizaldi, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta (2005).
- "Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Stock Yard Suzuki Negara, Jln Denpasar-Gilimanuk, Kec Melaya, Kab Jembrana, Bali)" Oleh : Refly Will Yadam, Universitas Udayana (2015).
- "Perhitungan Kebutuhan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Pabrik Precast di Sentul" Oleh : Dicky Setiadi Hadi Effendi, Universitas Pakuan Bogor (2016).