

# PERENCANAAN KEBUTUHAN ALAT BERAT UNTUK MENENTUKAN BIAYA OPTIMUM PEKERJAAN GALIAN-TIMBUNAN

(Studi Kasus : Proyek Sabodam WORD-2 Kaliworo, Klaten, Jawa Tengah)

Muhamad Adam Sanjaya<sup>1</sup>, Fitri Nugraheni<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: [adamsanjy@gmail.com](mailto:adamsanjy@gmail.com)

<sup>2</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: [005110101@staff.uui.ac.id.com](mailto:005110101@staff.uui.ac.id.com)

**Abstract :** *Ground work on a large scale can not be done manually because it will take time and enormous effort and cost that much. This study aims to calculate the production capacity per hour, heavy equipment rental costs and looking for a more efficient alternative than some combination of machine and comparing with the existing literature method. The method used in the project is a method of analysis using trial and error taking into account the production capacity, the time consumption of heavy equipment, and operational costs of the optimal machine. The results of the study shows that obtained production capacity, turnaround time, cost, and the use of heavy equipment on the third alternative is more efficient and optimal namely : Wheel Loader, production capacity of 2371,88 m<sup>3</sup>/day, the number of operating devices 3 unit, at the cost of Rp 335.327.104,00; Excavator, production capacity of 2182,29 m<sup>3</sup>/day, the number of operating devices 4 unit, at the cost of Rp561.836.160,00; Dump Truck, production capacity of 2491,62 m<sup>3</sup>/day, the number of operating devices 9unit, at the cost of Rp236.792.892,00; Bulldozer, production capacity of 2314,19 m<sup>3</sup>/day, the number of operating devices 6 unit, at the cost of Rp813.524.224,00. The duration of the project wich was originally 197 days became 53 days or decreased by 73,43% of the initial duration. In addition, the shorter project duration resulted in a decrease in total rental cost from Rp 2.890.066.392,00 to Rp 1.947.480.380,00 or 32,61% respectively with a difference of Rp 942.586.012,00.*

**Keywords:** *heavy equipment, production capacity, cost, wheel loader, excavator, dump truck, bulldozer*

## 1. PENDAHULUAN

Aliran material hasil erupsi yang terbawa hujan menyebabkan kerusakan pada sabodam di sepanjang Sungai Woro. Untuk menanggulangi kerusakan serta mengantisipasi bencana selanjutnya, dibangunlah sabo dam baru di sepanjang Sungai Woro agar kerusakan tidak mencapai pemukiman di kota pada bencana berikutnya.

Dalam pekerjaan sebuah proyek dibutuhkan pekerjaan land clearing yaitu perataan tanah agar proyek dapat dikerjakan pada medan yang datar. Hal tersebut diakukan dengan cara melakukan gali dan timbun dengan bantuan alat berat agar kontur tanah menjadi rata.

Alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Tujuan dari penggunaan alat

berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat.

Proyek Sabodam Kaliworo adalah proyek pembuatan sabodam dari hulu sampai hilir Sungai Woro, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. Dalam proyek sabodam dengan kuantitas pekerjaan galian dan timbunan yang sangat besar maka perlu dihitung efisiensi dalam penggunaan alat berat.

Penggunaan alat berat dibutuhkan dalam pekerjaan dengan skala besar dikarenakan adanya target waktu yang harus dipenuhi. Sehingga harus ditentukan kombinasi alat berat yang sesuai agar biaya yang dibutuhkan tidak membengkak. Hal ini sesuai dengan penelitian

Al Manamie (2010) yang menyatakan bahwa kombinasi alat berat yang dipilih adalah alternatif dengan produktifitas terbesar serta biaya terendah. Dengan alternatif yang dipilih adalah alternatif II yaitu dengan total biaya Rp 49.862.370,00.

Penelitian Pratama (2012) juga menyatakan hal yang sama bahwa perencanaan alat berat dibutuhkan untuk menekan biaya dan waktu pekerjaan. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah penelitian untuk membahas produktifitas alat berat yang digunakan pada proyek ini serta besaran biaya dan waktu yang dibutuhkan pada kondisi optimum.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Batasan Masalah

Dalam penelitian perlu adanya batasan penelitian, sehingga nantinya dalam proses penelitian menjadi lebih terarah dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Maka perlu adanya batasan penelitian sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada Proyek Sabodam WORD-2, kaliworo, Klaten.
2. Data diperoleh dari PT WIKA berupa gambar elevasi tanah (kontur), jenis alat berat yang digunakan, nilai/biaya sewa alat berat, dan jam kerja alat berat.
3. Alat berat yang digunakan adalah *excavator*, *wheel loader* dan *dumptruck*.
4. Pengadaan alat berat yang digunakan adalah dengan menyewa.
5. Usia alat berkisar antara 0 sampai 5 tahun.
6. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 8 jam/hari.

### 2.2. Tahapan Penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian.

1. Melakukan pengumpulan data yang berupa:
  - a. *Time schedule*
  - b. Rencana Anggaran Biaya (RAB) beserta dengan volume pekerjaannya.
  - c. Gambar dan desain perencanaan pekerjaan proyek.
  - d. Urutan pekerjaan proyek.
  - e. Produktivitas alat berat.
  - f. Biaya alat.

2. Input data dan pengolahan data menggunakan *Microsoft Excel*.
3. Melakukan analisis data yang berupa:
  - a. Menentukan volume galian-timbunan
  - b. Menentukan alternatif komposisi alat berat yang digunakan.
  - c. Menghitung Perbandingan biaya dan waktu tiap alternatif.
  - d. Membuat hasil pembahasan berserta kesimpulan dan saran.
  - e. Selesai.

## 3. ANALISIS DATA

### 3.1. Data Proyek

Dalam penelitian ini proyek yang dijadikan studi kasus dalam penyusunan Tugas Akhir adalah Proyek Pembangunan Sabodam WORD-2. Adapun data proyek adalah sebagai berikut:

1. Nama Proyek: Proyek Pembangunan Sabodam WORD-2
2. Lokasi Proyek: Sungai Kaliworo, Kaliworo, Klaten, Jawa Tengah.
3. Pemilik Proyek: Kementerian Pekerjaan Umum
4. Pelaksana Proyek: PT Wijaya Karya
5. Durasi Proyek: 720 hari.
6. Volume Galian: 103.341,472 m<sup>3</sup>
7. Volume Timbunan: 5.813,69 m<sup>3</sup>
8. Jarak Buang: 142,25 m

### 3.2. Alat Berat

Rochmanhadi (1985) menyatakan alat-alat berat yang sering dikenal di dalam ilmu teknik sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Tujuan dari penggunaan alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat.

#### 1. *Wheel Loader*

*Wheel loader* bekerja dalam siklus yang berulang. Dalam prosesnya *loader* akan mengangkat, memuat, menggosok, dan membuang muatan. Kapasitas produksi *wheel loader* dipengaruhi oleh:

1. *Fixed cycle time* (waktu siklus), waktu yang dibutuhkan untuk memuat *bucket*, melakukan maneuver, dan membuang muatan.
2. Waktu yang dibutuhkan *loader* untuk berpindah dari lokasi muat ke lokasi buang.
3. Waktu yang dibutuhkan *loader* untuk kembali ke lokasi muat dari lokasi buang.
4. Volume material yang dimuat tiap siklus.

Untuk menghitung produksi *wheel loader* digunakan rumus sebagai berikut:

Produksi per jam (Q):

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{Cm} \quad (1)$$

Dimana:

- Q = produksi per jam
- q = produksi per siklus
- Cm = waktu siklus
- E = efisiensi kerja

Produksi per siklus/kapasitas aktual *bucket* (q):

$$q = q_1 \times K \quad (2)$$

Dimana:

- q = produksi per siklus
- q<sub>1</sub> = kapasitas bucket
- K = faktor bucket

Banyaknya tanah yang dapat dikeruk oleh bucket dipengaruhi oleh tipe dan keadaan tanah saat itu.

Tabel 1 *Fill Factor* (Faktor *Bucket*)

Material	Faktor
Material seragam atau campuran	0,95 - 1,00
Batu kerikil	0,85 - 0,90
Batuan hasil peledakan (baik)	0,80 - 0,95
Batuan hasil peledakan (rata-rata)	0,75 - 0,90
Batuan hasil peledakan (buruk)	0,60 - 0,75
Batuan berlumpur	1,00 - 1,20
Lanau basah	1,00 - 1,10
Material berbeton	0,85 - 0,95

Sumber: Rostiyanti (2008)

Waktu siklus (Cm):

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (3)$$

Dimana:

- D = jarak angkut
- F = kecepatan maju
- R = kecepatan mundur
- Z = waktu tetap

Tabel 2 Waktu Tetap (Menit)

Mesin	Pemuatan Bentuk V	Pemuatan Melintang	Muat & Angkut
Mesin gerak langsung	0,25	0,35	-
Mesin gerak hidrolis	0,20	0,30	-
Mesin gerak TORQFLOW	0,20	0,30	0,35

Sumber: Rochmanhadi (1985)

Efisiensi kerja (E):

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu produktif dengan waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti: topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan, dan sebagainya yang menyangkut operasi alat. Pekerja atau alat berat tidak mungkin bekerja terus – menerus dalam 60 menit/ 1 jam, karena hambatan - hambatan kecil akan selalu terjadi, misalnya: menunggu alat, pemeliharaan dan pelumasan mesin, operator istirahat, dan lain – lain.

Dalam kenyataannya memang sulit untuk menentukan besarnya efisiensi kerja, namun dengan dasar pengalaman di lapangan maka dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

Tabel 3 Efisiensi Kerja

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,47	0,32

Sumber: Rochmanhadi (1985)

## 2. Excavator

*Excavator* adalah alat penggali hidrolis yang memiliki *bucket* yang dipasangkan didepannya. *Excavator* terdiri dari tiga bagian yaitu:

### 1. Bagian atas atau *revolving unit*

Bagian ini memiliki sebuah komponen yang disebut kabin atau bisa dikatakan ruang kerja operator. Kabin tersebut berada di atas roda dan dapat berputar 360 derajat. Hal ini membuat *excavator* dapat menggali ke berbagai sisi *excavator* tanpa harus melakukan manuver berpindah-pindah lokasi.

### 2. Bagian attachment atau *work unit*

Bagian ini terdiri dari *boom*, *arm*, silinder hidrolis, dan *bucket*. Susunannya sangat mirip dengan tangan yang terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan tangan. Bagian ini bekerja mirip dengan tangan yang berayun kedalam dimana *bucket* adalah telapak tangan yang digunakan untuk menggali.

### 3. Bagian bawah atau *travel unit*

Terdapat dua jenis yaitu tipe roda dan tipe *crawler track*. Tipe beroda ban biasa digunakan pada proyek dan *maintenance* di perkotaan, dimana roda ban tidak akan merusak permukaan jalan aspal. Sedangkan tipe *crawler track*, jenis yang paling umum digunakan dapat digunakan pada medan yang lebih beragam.

Untuk menghitung produksi *wheel loader* digunakan rumus sebagai berikut:

Produksi per jam (Q):

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \quad (4)$$

Dimana:

- Q = produksi per jam
- q = produksi per siklus
- Cm = waktu siklus
- E = efisiensi kerja

Produksi per siklus/kapasitas aktual *bucket* (q):

$$q = q_1 \times K \quad (5)$$

Dimana:

- q = produksi per siklus
- q<sub>1</sub> = kapasitas *bucket*
- K = faktor *bucket*

Banyaknya tanah yang dapat dikeruk oleh *bucket* dipengaruhi oleh tipe dan keadaan tanah saat itu.

Tabel 4 *Fill Factor* (Faktor *Bucket*)

Material	Faktor
Material seragam atau campuran	0,95 - 1,00
Batu kerikil	0,85 - 0,90
Batuan hasil peledakan (baik)	0,80 - 0,95
Batuan hasil peledakan (rata-rata)	0,75 - 0,90
Batuan hasil peledakan (buruk)	0,60 - 0,75
Batuan berlumpur	1,00 - 1,20
Lanau basah	1,00 - 1,10
Material berbeton	0,85 - 0,95

Sumber: Rostiyanti (2008)

Waktu siklus (Cm):

$$Cm = \text{waktu gali} + \text{waktu putar} \times 2 + \text{waktu buang} \quad (6)$$

Tabel 5 Waktu Gali (Detik)

Kondisi Gali/ Kedalaman Gali	Ringan	Rata-rata	Agak Sulit	Sulit
0 m - 2 m	6	9	15	26
2 m - 4 m	7	11	17	28
4 m - lebih	8	13	19	30

Sumber: Rochmanhadi (1985)

Tabel 6 Waktu Putar (Detik)

Sudut Putar	Waktu Putar
45° - 90°	4 - 7
90 - 180°	5 - 8

Sumber: Rochmanhadi (1985)

Tabel 7 Waktu Buang (Detik)

Kondisi Buang	Waktu Buang
Ke dalam <i>dumptruck</i>	5 - 8
Ke tempat pembuangan	3 - 6

Sumber: Rochmanhadi (1985)

Efisiensi kerja (E):

Tabel 8 Efisiensi Kerja

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,47	0,32

Sumber: Rochmanhadi (1985)

### 3. Dumptruck

Dump truck sangat efisien untuk melakukan pengangkutan jarak jauh. Namun, alat ini juga memiliki kekurangan dibanding alat lain karena *dump truck* memerlukan alat lain untuk memuat material. Dalam pemilihan dump truck ada beberapa faktor yang perlu dicermati, yaitu jenis material dan jenis alat pemuat (*excavator* atau *loader* pemuat).

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

Produksi per jam (Q):

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \quad (7)$$

Dimana:

Q = produksi per jam  
q = produksi per siklus  
C<sub>m</sub> = waktu siklus  
E = efisiensi kerja

Produksi per siklus/kapasitas aktual *bucket* (q):

$$q = n \times q_1 \times K \quad (8)$$

Dimana:

q = produksi per siklus  
n = jumlah siklus *loader* untuk memuat *dumptruck*  
q<sub>1</sub> = kapasitas *bucket*  
K = faktor *bucket*

Waktu siklus (C<sub>m</sub>):

$$C_m = n \times C_{mL} + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 \quad (9)$$

Dimana:

C<sub>m</sub> = waktu siklus  
n = Jumlah siklus *loader* untuk memuat *dump truck*  
C<sub>mL</sub> = waktu siklus *loader*  
D = jarak angkut  
V<sub>1</sub> = kecepatan muat

V<sub>2</sub> = kecepatan kosong

t<sub>1</sub> = waktu buang

t<sub>2</sub> = waktu kembali

Jumlah siklus *loader* untuk memuat *dump truck* (n):

$$n = \frac{C}{q \times K} \quad (10)$$

Dimana:

n = Jumlah siklus *loader* untuk memuat *dump truck*

C = kapasitas *dump truck*

q = kapasitas *bucket loader*

K = Faktor *bucket*

Jumlah *dump truck* (M):

$$M = \frac{C_m}{n \times C_{mL}} \quad (11)$$

Dimana:

M = jumlah *dump truck*

n = Jumlah siklus *loader* untuk memuat *dump truck*

C<sub>mL</sub> = Waktu siklus *loader*

Tabel 9 Waktu Bongkar dan Waktu Tunggu (Menit)

Kondisi Operasi Kerja	t <sub>1</sub>
Baik	0,5 – 0,7
Sedang	1,0 – 1,3
Kurang	1,5 – 2,0

Sumber: Rochmanhadi (1985)

Tabel 10 Waktu Tetap atau Waktu Pengambilan Posisi (Menit)

Kondisi Operasi Kerja	t <sub>2</sub>
Baik	0,1 – 0,2
Sedang	0,25 – 0,35
Kurang	0,4 – 0,5

Sumber: Rochmanhadi (1985)

### 4. Bulldozer

Dozer digunakan untuk pembersihan lahan dan meratakan tanah. Dalam pemilihan dozer ada beberapa faktor yang perlu dicermati, salah satunya yaitu jenis material, umur alat, dan kapasitas *blade*-nya.

Untuk menghitung produksi dozer digunakan rumus sebagai berikut:

Produksi per jam (Q)

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{Cm} \quad (12)$$

Dimana:

- Q = produksi per jam
- q = produksi per siklus
- Cm = waktu siklus
- E = efisiensi kerja

Produksi per siklus/kapasitas aktual bucket (q)

$$q = L \times H^2 \times a \quad (13)$$

Dimana:

- q = produksi per siklus
- L = lebar *blade*
- H = tinggi *blade*
- a = faktor *blade*

Tabel 11 Faktor Blade

Jenis Penggusuran	Keterangan	Faktor Sudut
Ringan	Penggusuran dapat dilaksanakan dengan sudut penuh. Tanah lepas: Kadar air rendah, tanah berpasir tak dipadatkan, tanah biasa, material <i>stockpile</i> .	1,1 – 0,9
Sedang	Tanah lepas, tetapi tidak mungkin menggusur dengan sudut penuh: tanah bercampur kerikil atau split, pasir, batu pecah	0,9 – 0,7
Agak Sulit	Kadar air tinggi dan tanah liat, pasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering, dan tanah asli.	0,7 – 0,6
Sulit	Batu-batu hasil ledakan, batu-batu berukuran besar.	0,6 – 0,4

Sumber: Rochmanhadi (1985)

Waktu siklus (Cm):

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (14)$$

Dimana:

- D = jarak angkut

- F = kecepatan maju
- R = kecepatan mundur
- Z = waktu tetap

Menurut Rochmanhadi (1985) menyatakan bahwa biasanya kecepatan maju berkisar antara 3-5 km/jam dan kecepatan mundur antara 5-7 km/jam. Jika mesin menggunakan TORQFLOW maka kecepatan maju diambil 0,75 dari maksimum sedangkan kecepatan mundur 0,85 maksimum.

Tabel 12 Waktu Tetap (Menit)

Mesin		Waktu Ganti Persnelling
Mesin gerak langsung	Tongkat tunggal	0,10
	Tongkat ganda	0,02
Mesin gerak TORQFLOW		0,05

Sumber: Rochmanhadi (1985)

### 3.3. Perhitungan Produksi Alat Berat

Tabel 13 Produktivitas Alat Berat

Alat Berat	Jenis Pekerjaan	Produktivitas (m <sup>3</sup> /jam)
<i>Wheel Loader</i>	<i>Loading</i>	148,24
	Timbunan	148,24
<i>Excavator</i>	Galian	68,2
	<i>Loading</i>	100,81
<i>Dumptruck</i> (dimuat <i>Loader</i> )	<i>Dump quarry</i>	51,91
	Timbunan	53,21
<i>Dumptruck</i> (dimuat <i>Excavator</i> )	<i>Dump quarry</i>	40,54
	Timbunan	41,47
<i>Bulldozer</i>	<i>Dump quarry</i>	57,85
	Timbunan	221,38

### 3.4. Volume Pekerjaan

Tabel 14 Volume pekerjaan galian dan timbunan

Jenis Pekerjaan	Volume (m <sup>3</sup> )
-----------------	--------------------------

Galian tanah pasir berbatu kedalaman $\leq 3$ m dan jarak buang (hauling distance) $0 < L \leq 50$ m dengan alat berat	30.562,05
Galian tanah pasir berbatu kedalaman $\leq 3$ m dan jarak buang (hauling distance) $50 \text{ m} \leq L \leq 200$ m dengan alat berat	10.187,35
Galian tanah pasir berbatu kedalaman $> 3$ m dan jarak buang (hauling distance) $50 \text{ m} \leq L \leq 200$ m dengan alat berat	46.944,05
Galian cadas keras/batu kedalaman $< 3$ m dan jarak buang (hauling distance) $50 \text{ m} \leq L \leq 200$ m dengan alat berat	15.648,02
Urugan kembali bekas galian pasir berbatu dengan alat berat	5.813,69

Volume Galian = 103314,47 m<sup>3</sup>  
Volume Timbunan = 5.813,69 m<sup>3</sup>  
Total Volume Pekerjaan = 109155,162 m<sup>3</sup>

### 3.5. Perhitungan Biaya Rental

Berikut adalah harga alat berat:

Tabel 15 Harga Sewa Alat

Jenis Alat	Type	Biaya per Jam
<i>Wheel Loader</i>	Caterpillar 926	Rp 420.800,00
<i>Excavator</i>	Komatsu PC200	Rp 370.800,00
<i>Dump Truck</i>	Bak 5 m <sup>3</sup>	Rp 99.050,00
<i>Bulldozer</i>	Komatsu D65P	Rp 420.800,00

Untuk perhitungan biaya rental keseluruhan alat berat digunakan metode *trial and error* hingga didapatkan biaya yang paling ekonomis.

Berikut adalah perhitungan biaya rental:

#### 1. Perhitungan sesuai lapangan

Untuk mengetahui kapasitas produksi dan kebutuhan alat sesuai dengan keadaan yang terjadi di lapangan, penulis melakukan pengamatan langsung. Yang diamati adalah waktu tempuh *Dump Truck* dalam melakukan pembuangan ke *quarry* dan kecepatan *Bulldozer*.

Saat di lapangan alat berat yang digunakan adalah *Excavator*, *Bulldozer*, dan *Dump truck*. Dimana *excavator* mempunyai fungsi sebagai alat gali dan pemuat *dump truck*.

Kemudian tanah hasil galian akan dipindah ke *stockpile* dan sisanya akan di-*dump* ke *quarry*. *Bulldozer* bertugas membantu meratakan tanah di *quarry* dan di lokasi timbunan.

Total waktu pekerjaan = 189,37 + 7,21  
= 196,58 hari

Tabel 16 Hasil Perhitungan Biaya Rental Sesuai di lapangan

Jenis Alat	Jumlah Alat	Biaya
Excavator	2	Rp 1.123.494.336,00
Dump Truck	6	Rp 467.309.976,00
Bulldozer	3	Rp 1.299.262.080,00
Total		Rp 2.890.066.392,00

#### 2. Perhitungan alternatif I

Untuk alternatif I akan ditambahkan unit *wheel loader* untuk menambah variasi alat berat, dengan tujuan meningkatkan produktivitas. Tugas memuat akan dilakukan oleh *wheel loader* sehingga *excavator* akan berfungsi sebagai alat menggali saja. Hal ini berlaku untuk alternatif I, II, dan III.

Alat berat yang digunakan pada alternatif I adalah *Wheel Loader* Caterpillar 926 2 buah, *Excavator* Komatsu PC 200 3 buah, *Dump Truck* 5 m<sup>3</sup> 6 buah, dan *Bulldozer* Komatsu D65 4 buah.

Total waktu pekerjaan = 87,12 + 4,9  
= 92,02 hari

Tabel 17 Hasil Perhitungan Biaya Rental Alternatif I

Jenis Alat	Jumlah Alat	Biaya
<i>Wheel Loader</i>	2	Rp 309.809.792,00
<i>Excavator</i>	3	Rp 775.298.304,00
<i>Dump Truck</i>	6	Rp 218.773.716,00
<i>Bulldozer</i>	4	Rp 896.371.328,00
Total		Rp 2.200.253.140,00

#### 3. Perhitungan alternatif II

Untuk alternatif II alat berat yang digunakan adalah *Wheel Loader* Caterpillar 926 3 buah, *Excavator* Komatsu PC 200 4 buah, dan

*Dump Truck* 5 m3 8 buah, dan *Bulldozer* Komatsu D65 5 buah.

$$\begin{aligned} \text{Total waktu pekerjaan} &= 55,81 + 4,9 \\ &= 60,71 \text{ hari} \end{aligned}$$

Tabel 18 Hasil Perhitungan Biaya Rental Alternatif II

Jenis Alat	Jumlah Alat	Biaya
<i>Wheel Loader</i>	3	Rp 392.286.592,00
<i>Excavator</i>	4	Rp 662.219.136,00
<i>Dump Truck</i>	8	Rp 232.791.272,00
<i>Bulldozer</i>	5	Rp 768.044.160,00
Total		Rp 2.055.341.160,00

#### 4. Perhitungan alternatif III

Untuk alternatif III alat berat yang digunakan adalah *Wheel Loader* Caterpillar 926 3 buah, *Excavator* Komatsu PC 200 4 buah, dan *Dump Truck* 5 m3 9 buah, dan *Bulldozer* Komatsu D65 6 buah.

$$\begin{aligned} \text{Total waktu pekerjaan} &= 47,34 + 4,9 \\ &= 52,24 \text{ hari} \end{aligned}$$

Tabel 19 Hasil Perhitungan Biaya Rental Alternatif III

Jenis Alat	Jumlah Alat	Biaya
<i>Wheel Loader</i>	3	Rp 335.327.104,00
<i>Excavator</i>	4	Rp 561.836.160,00
<i>Dump Truck</i>	9	Rp 236.792.892,00
<i>Bulldozer</i>	6	Rp 813.524.224,00
Total		Rp 1.947.480.380,00

#### 5. Perhitungan alternatif IV

Untuk alternatif IV *excavator* mempunyai fungsi sebagai alat gali dan pemuat *dumptruck*. *Dumptruck* kemudian akan membawa tanah galian ke *stockpile* untuk pekerjaan timbunan. Sedangkan sisanya akan dibawa ke *quarry* untuk dibuang. Dalam pekerjaan timbunan, *dump truck* akan dibantu *wheel loader* untuk menimbun dan memaparkan tanah. *Bulldozer* akan membantu memaparkan tanah di *quarry*

sehingga tidak menumpuk dan memperlama siklus *dump truck*.

Kombinasi alat berat yang digunakan adalah *Wheel Loader* Caterpillar 926 1 buah, *Excavator* Komatsu PC 200 5 buah, dan *Dump Truck* 5 m3 8 buah, dan *Bulldozer* Komatsu D65 3 buah.

$$\begin{aligned} \text{Total waktu pekerjaan} &= 79,65 + 4,9 \\ &= 84,64 \text{ hari} \end{aligned}$$

Tabel 20 Hasil Perhitungan Biaya Rental Alternatif IV

Jenis Alat	Jumlah Alat	Biaya
<i>Wheel Loader</i>	1	Rp 16.529.024,00
<i>Excavator</i>	5	Rp 1.181.368.800,00
<i>Dump Truck</i>	8	Rp 268.021.376,00
<i>Bulldozer</i>	3	Rp 759.156.864,00
Total		Rp 2.225.076.064,00

## 4. PEMBAHASAN

Dari hasil analisis diatas didapatkan hasil perhitungan produktivitas, durasi pekerjaan, beserta biayanya. Dengan beberapa alternatif yang dihasilkan sebagai berikut:

Tabel 21 Hasil Perhitungan Biaya Rental Alternatif IV

	Alat Berat		Durasi Pekerjaan (hari)	Total Biaya (dalam ribu rupiah)
	Jenis	Jumlah		
Lapangan	<i>Wheel Loader</i>	0	196,58	2.890.066
	<i>Excavator</i>	2		
	<i>Dump Truck</i>	6		
	<i>Bulldozer</i>	3		
Alt I	<i>Wheel Loader</i>	2	92,02	2.200.253
	<i>Excavator</i>	3		
	<i>Dump Truck</i>	6		
	<i>Bulldozer</i>	4		
Alt II	<i>Wheel Loader</i>	3	60,71	2.055.341
	<i>Excavator</i>	4		
	<i>Dump Truck</i>	8		
	<i>Bulldozer</i>	5		



Alt III	Wheel Loader	3	52,24	1.947.480
	Excavator	4		
	Dump Truck	9		
	Bulldozer	6		
Alt IV	Wheel Loader	1	84,64	2.225.076
	Excavator	5		
	Dump Truck	8		
	Bulldozer	3		

Berikut adalah perhitungan efisiensi dari beberapa alternatif di atas terhadap perhitungan yang didapat dari buku:

#### Alternatif I

Perbandingan:

$$\text{Waktu} = -(196,58-92,58)/196,58 \times 100\% = -53,19\%$$

$$\text{Biaya} = -(2.890.066.392-2.200.253.140)/2.890.066.392 \times 100\% = -23,87\%$$

Pada alternatif I, 1 unit *wheel loader* ditambahkan sehingga sehingga produktivitas kolektif meningkat. Hal ini berdampak pada durasi pekerjaan yang menjadi lebih cepat sebesar 53,19 % dan biaya yang dibutuhkan menjadi berkurang sebesar 23,87 % dengan selisih biaya turun sebesar Rp 689.813.252,00.

#### Alternatif II

Perbandingan:

$$\text{Waktu} = -(196,58-60,71)/196,58 \times 100\% = -69,12\%$$

$$\text{Biaya} = -(2.890.066.392-2.055.341.160)/2.890.066.392 \times 100\% = -28,88\%$$

Pada alternatif II jika dibandingkan dengan hitungan di lapangan, durasi pekerjaan dapat dikurangi sebesar 69,12 %. Sedangkan biaya dapat ditekan sebesar 28,88 % dengan selisih sebesar Rp 834.725.232,00.

#### Alternatif III

Perbandingan:

$$\text{Waktu} = -(196,58-52,24)/196,58 \times 100\% = -73,43\%$$

$$\text{Biaya} = -(2.890.066.392-1.947.480.380)/2.890.066.392 \times 100\% = -32,61\%$$

Pada alternatif III jika dibandingkan dengan hitungan di lapangan, durasi pekerjaan dapat

dikurangi sebesar 73,43 %. Sedangkan biaya dapat ditekan sebesar 32,61 % dengan selisih sebesar Rp 942.586.012,00.

#### Alternatif IV

Perbandingan:

$$\text{Waktu} = -(196,58-84,64)/196,58 \times 100\% = -56,94\%$$

$$\text{Biaya} = -(2.890.066.392-2.225.076.064)/2.890.066.392 \times 100\% = -23,01\%$$

Pada alternatif IV jika dibandingkan dengan hitungan di lapangan, durasi pekerjaan dapat dikurangi sebesar 56,94 %. Sedangkan biaya dapat ditekan sebesar 23,01 % dengan selisih sebesar Rp 664.990.328,00.

Berikut adalah hasil rekapitulasi dari hasil perhitungan perbandingan alternatif I, alternatif II, alternatif III, dan alternatif IV dilihat segi biaya dan waktu:

Tabel 22 Hasil Rekapitulasi Perbandingan Alternatif

	Alat	Selisih		Efisiensi (%)	
		Waktu	Biaya (dalam ribu rupiah)	Waktu	Biaya
alt I	2 WL, 3 Ex, 6 DT, 4 BD	-104,56	-Rp 689.813	-53,19	-23,87
alt II	3 WL, 4 Ex, 8 DT, 5 BD	-135,87	-Rp 834.725	-69,12	-28,88
alt III	3 WL, 4 Ex, 9 DT, 6 BD	-144,34	-Rp 942.586	-73,43	-32,61
alt IV	1 WL, 5 Ex, 8 DT, 3 BD	-111,94	-Rp 664.990	-56,94	-23,01

Dari tabel diatas dapat dicermati bahwa alternatif III yang menggunakan 3 unit *wheel loader* Caterpillar 926, 4 unit *excavator* Komatsu PC200, 9 unit *dump truck* kapasitas 5 m<sup>3</sup>, dan 6 unit *bulldozer* Komatsu D65, alternatif tersebut menghasilkan selisih waktu dan selisih biaya yang paling kecil terhadap perhitungan teoritis menurut buku panduan. Pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat dengan selisih waktu selama 144,34 hari (-73,43%) dan biaya dapat dikurangi sebesar Rp 942.586.012,00 (-32,61%). Oleh karena itu alternatif III dapat direkomendasikan dalam pelaksanaan pekerjaan tanah pada proyek pembangunan sabodam WORD-2 Kaliworo.

Pada alternatif III, 4 unit *excavator* berfungsi sebagai alat penggali tanah sebesar 103314,47 m<sup>3</sup>, sedangkan 3 unit *dump truck* berfungsi untuk melakukan pekerjaan timbunan tanah sebesar 5813,69 m<sup>3</sup> dibantu oleh 1 unit *bulldozer* untuk menghamparkan tanah. Untuk memindahkan tanah galian ke *quarry* dilakukan 6 unit *dump truck* dengan bantuan 2 unit *wheel loader* untuk melakukan pemuatan.

Rostiyanti, 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Rineka Cipta. Jakarta

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan data, analisis, dan pembahasan pada poyek pekerjaan galian dan timbunan Sabodam WORD-2 Kaliworo yang meliputi pekerjaan galian dan timbunan, agar seluruh alat yang digunakan dapat digunakan secara optimum diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Diantara alternatif yang tersedia, didapatkan produktivitas tertinggi pada alternatif III dengan produktivitas harian kolektif sebesar 2182,29 m<sup>3</sup>/hari.
2. Setelah ditinjau secara menyeluruh, kombinasi alat berat yang paling efisien dan optimum adalah Alternatif III yang terdiri dari 3 unit *wheel loader* Caterpillar 926, 4 unit *excavator* Komatsu PC200, 9 unit *dump truck* kapasitas 5 m<sup>3</sup>, dan 6 unit *bulldozer* Komatsu D65. Pekerjaan ini dapat diselesaikan dalam waktu 53 hari kalender dengan total biaya yang dibutuhkan Rp 1.947.480.380,00. Pada alternatif III, pekerjaan dapat dipercepat selama 144,34 hari (-73,43%) dan biaya dapat dikurangi sebesar Rp 942.586.012,00 (-32,61%) terhadap hasil perhitungan di lapangan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Pratama, 2012. Analisis Efisiensi Biaya Alat Berat Excavator & Dump Truck Pada Proyek Normalisasi Sungai Kaliputih
- Al Manamie, 2010 Efisiensi Waktu Dan Biaya Dengan Alternatif Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Jalan Simpang Koto Medan-Simpang Bukit Selanjut.
- Rasyid, 2008. Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek Studi Kasus Proyek Pengembangan Bandar Udara Hasanuddin
- Rochmanhadi, 1985. *Perhitungan Biaya pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat-alat Berat*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta

