

## Analisis Pemilihan Alat Berat Dalam Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Bendungan Bener

Ageng Tirto Hadi Kusumo<sup>1</sup>, H. Triwuryanto<sup>2</sup>, Rizal Maulana<sup>3</sup>, Sely Novita Sari<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Jl. Babarsari No 1. Depok, Sleman, Yogyakarta, Telp: (0274) 485390, 486986 Fax: (0274) 487249

e-mail : <sup>1\*</sup>[agengtirta27@gmail.com](mailto:agengtirta27@gmail.com), <sup>2</sup>[triwuryanto@itny.ac.id](mailto:triwuryanto@itny.ac.id), <sup>3</sup>[rizalmaulana@itny.ac.id](mailto:rizalmaulana@itny.ac.id),  
<sup>4</sup>[sely.novita@itny.ac.id](mailto:sely.novita@itny.ac.id)

### Abstrak

*Bendungan Bener adalah bendungan yang terletak di kabupaten Purworejo Jawa Tengah. Bendungan tersebut menjadi bendungan tertinggi di Indonesia dengan ketinggian waduk sekitar 169 meter, panjang timbunan 543 meter, dan lebar bawah sekitar 290 meter. Pembangunan Bendungan Bener dengan volume galian dan timbunan yang besar maka dibutuhkan kombinasi alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Alat yang digunakan adalah Excavator, Bulldozer, Dump Truck. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perbandingan serta kombinasi alat berat yang optimum dari segi biaya dan waktu.*

*Analisis dimulai dengan menentukan alat berat yang akan digunakan serta melakukan perhitungan produktivitas tiap masing-masing alat dan menentukan jam kerja alat, setelah mendapatkan produktivitas dan jam kerja kemudian dilakukan perhitungan kombinasi alat berat yang digunakan.*

*Berdasarkan perhitungan analisis alternatif 1, 2, dan 3 memiliki jumlah alat yang berbeda. Jumlah alat berat yang digunakan pada alternatif 1 yaitu 8 unit, alternatif 2 yaitu 13 unit, dan alternatif 3 menggunakan 13 unit. Jumlah alat berat pada masing-masing perhitungan analisis alternatif sangat berpengaruh terhadap total jam kerja dan total biaya sewa alat berat. Berdasarkan dari 3 perhitungan analisis alternatif, ditemukan hasil yang optimum dari segi biaya dan waktu pada perhitungan alternatif 2 dengan mengkombinasikan 3 jenis alat berat dan menggunakan jumlah alat 13 unit.*

**Kata kunci:** Alat Berat, Galian, timbunan

### Abstract

*Bener Dam is a dam located in purworejo district of Central Java. The dam is the tallest dam in Indonesia with a reservoir height of about 169 meters, a heap length of 543 meters, and a lower width of about 290 meters. The construction of Bener Dam with a large volume of excavations and piles then requires a combination of heavy equipment to complete the work. The tools used are Excavator, Bulldozer, Dump Truck. The purpose of this study is to find out the comparison and combination of optimal heavy equipment in terms of cost and time.*

*The analysis begins by determining the machine to be used and doing the calculation of productivity of each tool and determining the working hours of the tool, after getting productivity and working hours then the calculation of the combination of heavy equipment used.*

*Based on alternative analysis calculations 1, 2, and 3 have different numbers of tools. The number of heavy equipment used in alternative 1 is 8 units, alternative 2 is 13 units, and alternative 3 uses 13 units. The number of heavy equipment on each alternative analysis calculation greatly affects the total working hours and total cost of renting heavy equipment. Based on 3 alternative analysis calculations, optimal results were found in terms of cost and time in alternative calculation 2 by combining 3 types of heavy equipment and using the number of tools 13 units.*

**Keywords :** Heavy Equipment, Excavation, Heap

---

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bendungan Bener adalah bendungan yang terletak di kabupaten Purworejo Jawa Tengah. Bendungan tersebut menjadi bendungan tertinggi di Indonesia dengan memiliki ketinggian waduk sekitar 169 meter, panjang timbunan 543 meter, dan lebar bawah sekitar 290 meter. Bendungan merupakan bangunan air yang dibangun secara melintang sungai sedemikian rupa agar terjadi kenaikan muka air sungai pada titik tertentu. Bendungan memiliki beberapa manfaat penting antara lain digunakan untuk irigasi, penyediaan air bersih, sebagai PLTA, pengendali banjir, perikanan, pariwisata, dan olahraga.

Proyek Pembangunan Bendungan Bener Kabupaten Purworejo, khususnya pada pekerjaan galian dan timbunan hampir seluruhnya menggunakan alat berat. Alat berat yang digunakan pada pekerjaan galian dan timbunan yaitu *Excavator*, *Bulldozer*, dan *Dump Truck*. Alat berat tersebut dipilih karena bisa menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan dengan mengkombinasi alat-alat tersebut. Kombinasi alat berat merupakan salah satu cara untuk mempermudah menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan pada Proyek pembangunan Bendungan Bener Kabupaten Purworejo. Berdasarkan pemilihan alat berat yang telah ditentukan dapat menghindari keterlambatan pengerjaan proyek dan kerugian yang tidak semestinya. Penyelesaian pekerjaan galian dan timbunan pada bagian pelimpas (*spillway*) agar mendapatkan hasil yang maksimal tentunya diperlukan penggunaan alat berat pada masing-masing item pekerjaan dan disesuaikan dengan kondisi medan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan serta kombinasi alat berat yang optimum dari segi biaya dan waktu.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mendapatkan kombinasi alat berat yang optimum dari segi biaya dan waktu.
2. Membandingkan hasil perhitungan kombinasi alat berat yang digunakan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kombinasi alat berat yang optimum dari segi biaya dan waktu.
2. Mengetahui perbandingan alat berat yang akan digunakan agar proyek berjalan secara optimal.

### 1.4 Batasan Masalah

Agar dalam pembahasan penelitian terpusat pada permasalahan yang akan dianalisis dari topik yang telah ditentukan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini antara lain adalah :

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Bendungan Bener Kabupaten Purworejo (PT. Waskita Karya).
2. Penelitian yang dilakukan adalah pekerjaan galian dan timbunan.
3. Alat berat yang digunakan dalam kombinasi Excavator, Bulldozer, dan Dump Truck.
4. Hasil galian dipindahkan ke disposal yang sudah disediakan dengan jarak angkut 500 meter s/d 1 kilometer.
5. Data yang digunakan berupa jenis alat berat yang digunakan, jam kerja alat dan biaya peminjaman alat.
6. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 7 jam/hari.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Soeharto (1997), kegiatan proyek merupakan suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan sumber daya tertentu yang dimaksudkan untuk melaksanakan tugas dan tujuannya tersebut telah digariskan dengan jelas. Biaya, jadwal, dan mutu

merupakan batasan-batasan untuk meraih hasil akhir pekerjaan proyek konstruksi, jadi proyek perlu dikerjakan pada waktu yang telah disepakati dengan biaya yang harus sesuai dengan anggaran dan mutu yang telah ditentukan (Sari, 2019). Kegiatan proyek yang menggunakan alat berat mempunyai hal yang harus diperhitungkan yaitu cara menghitung kapasitas produksi suatu alat, oleh karena itu perlu diketahui perhitungan alat secara teoritis serta efisiensi kerja sesuai dengan job site yang bersangkutan, sehingga dapat diperkirakan dengan tepat waktu penyelesaian volume pekerjaan.

### 2.1. *Pengertian Alat Berat*

Menurut Putra, M.I.H (2018) Alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Keberadaan alat berat dalam setiap proyek sangatlah penting guna menunjang pembangunan infrastruktur maupun dalam mengeksplorasi hasil tambang. Banyak keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat yaitu waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, nilai ekonomis dan lainnya.

Alat berat dalam ilmu teknik sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu infrastruktur di bidang konstruksi. Menurut Rostiyanti (2008) Alat berat merupakan faktor penting dalam pelaksanaan proyek terutama proyek besar yang tujuannya untuk memudahkan manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat dan diharapkan hasilnya lebih baik.

Menurut Wilopo (2009) keuntungan-keuntungan yang diperoleh dalam menggunakan alat berat antara lain :

1. Waktu pekerjaan lebih cepat, mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
2. Tenaga besar, melaksanakan pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.
3. Ekonomis, efisien, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.
4. Mutu hasil kerja yang lebih baik, dengan memakai peralatan berat.

### 2.2. *Manajemen Alat Berat*

Menurut Wilopo (2011) Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang telah ditentukan. Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat antara lain :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan.
2. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan.
4. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.
5. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting didalam pemilihan alat berat.
6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, dan pembukaan hutan.
7. 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.
8. 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.

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

Selain itu, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat antara lain:

1. Volume pekerjaan yang harus diselesaikan dalam batas waktu tertentu.
2. Dengan volume pekerjaan yang ada tersebut dan waktu yang telah ditentukan harus ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Studi

Bendungan Bener terletak pada titik koordinat geografis  $7^{\circ}35'46''S$   $110^{\circ}1'9''E$  di Sungai Bogowonto, Kabupaten Purworejo, Provinsi Jawa Tengah.



**Gambar 1.** Lokasi pembangunan bendungan bener  
(sumber : Google Earth , 2021)

#### 3.2. Pengumpulan Data

Berdasarkan penelitian yang dilakukan metode pengumpulan data terbagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder.

##### 3.2.1. Data Primer

Data primer diperoleh dari hasil wawancara beberapa Staf pelaksana PT.Waskita Karya pada lokasi penelitian. Wawancara dengan Staf pelaksana adalah, sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui jenis alat berat yang digunakan dan mengetahui volume galian dan timbunan pada proyek.
2. Untuk mengetahui alat berat yang bekerja lebih cepat dan efisien agar biaya untuk pemakaian alat berat yang digunakan lebih optimal.

##### 3.2.2. Data Sekunder

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan PT. Waskita Karya. PT. Waskita Karya merupakan salah satu kontraktor pada proyek pembangunan bendungan bener. Data sekunder yang diperoleh pada penelitian adalah :

1. Data volume galian dan timbunan.

**Tabel 1.** Pekerjaan Tanah

No	Jenis Pekerjaan	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Galian Tanah	344.295,44
2	Timbunan Tanah	43.731,57

(Sumber : PT.Waskita Karya, 2021)

2. Tanah yang digali pada kondisi asli dengan jenis, tanah campur kerikil.
3. Alat berat yang digunakan berupa *excavator*, *bulldozer*, dan *dumptruck*.
4. Titik lokasi penggalian tanah.
5. Jalan akses kerja.

### 3.3. Analisis Data

Data yang dikumpulkan selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan hasil dari tujuan penelitian. Tahapan analisis data adalah, sebagai berikut :

1. Menentukan produksi masing-masing alat berat, agar mendapatkan jumlah alat berat yang digunakan secara optimal. Menentukan kapasitas produksi alat berat persiklus serta menentukan produktivitas sesuai dengan alat yang digunakan.
2. Mengetahui jam kerja alat berat, agar mendapatkan biaya sewa alat berat secara optimal.
3. Melakukan perhitungan kombinasi alat berat yang digunakan pada proyek dengan cara mengetahui kondisi tanah dilapangan, luas volume total galian dan timbunan yang akan dikerjakan per-hari.

#### 3.3.1 Rumus Produktivitas Alat Berat

Berdasarkan alat berat yang digunakan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

##### 1. Excavator

Untuk kapasitas *bucket excavator* dapat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$q = q' \times K$$

Dimana :

$q'$  = kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat

$K$  = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

Waktu siklus *excavator* dapat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$C_m = \text{Waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang}$$

Kapasitas produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{C_m}$$

Dimana :

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

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

$E$  = Efisiensi kerja

$C_m$  = Waktu siklus dalam menit

##### 2. Bulldozer

Kapasitas *blade* dapat dicari dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

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

Dimana :

$L$  = lebar *blade* (m)

$H$  = tinggi *blade* (m)

$a$  = faktor *blade*

Waktu siklus *bulldozer* dapat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$C_m = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$$

Dimana :

$D$  = jarak angkut/ gusur (m)

$F$  = kecepatan maju (m/menit)

$R$  = kecepatan mundur (m/menit)

$Z$  = waktu ganti persnelling (menit)

Kapasitas produksi *bulldozer* dapat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$\text{Prod} = q \times \frac{60}{C_m} \times E$$

Dimana :

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

$E$  = Efisiensi kerja

$C_m$  = Waktu siklus dalam menit

### 3. *Dumptruck*

Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dumptruck* dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$n = \frac{c}{q' \times k}$$

Dimana :

$c$  = kapasitas rata-rata bak *dump truck* (m<sup>3</sup>)

$q'$  = kapasitas *bucket* pemuat (*loader/excavator*, menit) (m<sup>3</sup>)

$K$  = faktor *bucket* pemuat

Untuk mencari produksi persiklus ( $C$ ) dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$(C) = n \times q' \times K$$

Dimana :

$n$  = jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat

$q'$  = kapasitas *bucket* pemuat (*loader/excavator*, menit) (m<sup>3</sup>)

$K$  = faktor *bucket* pemuat

Waktu siklus *dumptruck* dapat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$C_m = n \times C_{ms} + t_{a1} + t_{a2} + t_1 + t_2$$

Dimana :

$n$  = jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat

$c$  = kapasitas rata-rata bak *dump truck* (m<sup>3</sup>)

$C_{ms}$  = waktu siklus pemuat (*loader/excavator*, menit)

$t_{a1}$  = waktu angkut bermuatan (m/menit)

$t_{a2}$  = waktu angkut kosong (m/menit)

$t_1$  = waktu buang, sampai pembuangan mulai (menit)

$t_2$  = waktu untuk posisi pengisian mulai mengisi (menit)

Kapasitas produksi *dumptruck* dapat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1992):

$$Q = \frac{c \times 60 \times E}{C_m}$$

Dimana :

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

$C$  = Kapasitas rata-rata *dump truck* (m<sup>3</sup>)

$E$  = Efisiensi kerja

$C_m$  = Waktu siklus dalam menit

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Data

Analisis data merupakan sebagai dasar untuk mencari perhitungan kombinasi alat berat agar dapat digunakan secara optimal. Data yang digunakan untuk mencari perhitungan alternatif yaitu data volume galian, timbunan, dan tanah sisa serta produktivitas setiap alat yang akan digunakan, berikut ini adalah perhitungan alternatif yang akan dianalisis berdasarkan data galian, timbunan dan tanah sisa serta produktivitas alat dan biaya sewa. Biaya sewa alat berat sudah termasuk dengan gaji operator dan biaya bahan bakar.

**Tabel 2.** Pekerjaan Tanah

No	Jenis Pekerjaan	Volume (m <sup>3</sup> )
1	Galian Tanah	344.295,44
2	Timbunan Tanah	43.731,57
3	Tanah Sisa	300.563,87

(Sumber : PT.Waskita Karya, 2021)

**Tabel 3.** Jenis Alat Berat, Produktivitas Dan Biaya Sewa

No	Jenis Alat	Jumlah Alat	Produksi perjam (m3/jam)	Biaya Sewa perjam (Rp)
1	<i>Excavator</i>	1	108,675	488.000,00
2	<i>Bulldozer</i>	1	63,526	535.000,00
3	<i>Dumptruck</i>	1	66,77	419.200,00

(Sumber : Pt.Waskita Karya, 2021)

4.2. *Perhitungan Alternatif Kombinasi Alat Berat*

Perhitungan alternatif kombinasi alat berat dilakukan setelah mengetahui produktivitas setiap alat yang akan digunakan, berikut ini perhitungan alternatif yang akan dianalisis berdasarkan produktivitas alat dan biaya sewa.

1. Kondisi asli dilapangan (*exsisting*)

Pelaksanaan pekerjaan tanah pada proyek pembangunan bendungan Bener dengan jam kerja efektif perhari 7 jam dengan menggunakan 9 alat berat berupa 3 *unit excavator*, 1 *unit bulldozer*, dan 5 *unit dumptruck*. Berikut adalah perhitungan waktu sesuai dengan kondisi asli dilapangan (*existing*).

**Tabel 4.** Perhitungan Alat Berat Dilapangan

Jenis alat	Jumlah alat	Waktu (jam)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	3	1.620	790.560.000
<i>Bulldozer</i>	1	1.442	771.291.297
<i>Dumptruck</i>	5	1.967	824.440.336
Total	9	5.029	2.386.291.633

(Sumber : Pt.Waskita Karya, 2021)

Pada kondisi asli dilapangan pekerjaan dapat selesai dengan waktu 5.029 jam dan memerlukan biaya sebesar Rp. 2.386.291.633,00. Perhitungan waktu dan biaya pada kondisi asli akan dijadikan pembandingan dengan alternatif lain dengan tujuan untuk mengetahui alternatif mana yang paling optimal dari segi biaya dan waktu untuk dijadikan referensi dan pembandingan pada proyek Pembangunan Bendungan Bener Kabupaten Purworejo.

2. Analisis Alternatif 1

Perhitungan analisis alternatif 1 dengan jam kerja efektif perhari 7 jam dan menggunakan 8 alat berat berupa 2 *unit excavator*, 1 *bulldozer* untuk meratakan timbunan, dan 5 *unit dumptruck* untuk mengangkut tanah.

**Tabel 4.** Perhitungan Analisis Alternatif 1

Jenis alat	Jumlah alat	Waktu (jam)	Biaya (Rp)	Produksi perhari (m3)
<i>Excavator</i>	2	1.584	773.021.278	1.521,45
<i>Bulldozer</i>	1	688	368.080.000	446,68
<i>Dumptruck</i>	5	900	377.429.139	2.366,80
Total	8	3.172	1.518.530.417	4.414.13

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

Hasil perhitungan alternatif 1 pekerjaan dapat selesai dengan waktu 3.172 jam dengan 8 unit alat berat dan memerlukan biaya sebesar Rp. 1.58.530.417,00. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan maka akan terjadi kenaikan jam kerja dan terjadi penurunan biaya dengan type excavator dengan kapasitas bucket yang lebih besar.

Selisih waktu : 3.172 – 5.029

	: (-) 1.857 jam
Selisih biaya	: Rp. 1.518.530.417 – Rp. 2.386.291.633
	: (-) Rp. 867.761.216
Perbandingan waktu	: $\frac{-1.857}{5.029} \times 100 \%$
	: (-) 36,92 %
Perbandingan biaya	: $\frac{-867.761.216,22}{2.386.291.633} \times 100 \%$
	: (-) 36,36 %

Keterangan :

( + ) biaya lebih mahal dan pekerjaan lebih lambat.

( - ) biaya lebih murah dan pekerjaan lebih cepat.

Penentuan jumlah alat berat yang digunakan pada perhitungan alternatif 1 menggunakan sistem uji coba dengan ketentuan bisa mendapatkan hasil yang lebih optimum dari segi biaya dan waktu dari kondisi asli dilapangan.

### 3. Analisis Alternatif 2

Perhitungan alternatif 2 dengan jam kerja efektif perhari 7 jam dan menggunakan 13 alat berat berupa 4 unit *excavator*, 1 *bulldozer* untuk meratakan timbunan, dan 8 unit *dumptruck* untuk mengangkut tanah.

**Tabel 5.** Perhitungan Analisis Alternatif 2

Jenis alat	Jumlah alat	Waktu (jam)	Biaya (Rp)	Produksi perhari (m3)
<i>Excavator</i>	4	792	386.510.639	3.042,9
<i>Bulldozer</i>	1	688	368.080.000	446,68
<i>Dumptruck</i>	8	563	235.893.212	3.738,87
Total	13	2.043	990.483.851	7.226,45

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

Hasil perhitungan alternatif 2 pekerjaan dapat selesai dengan waktu 2.043 jam dengan 13 unit alat berat dan memerlukan biaya sebesar Rp. 990.483.851,00. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan maka akan terjadi penurunan jam kerja dan terjadi penurunan biaya dengan type excavator dengan kapasitas bucket yang lebih besar.

Selisih waktu	: 5.029 – 2.043
	: (-) 2.986 jam
Selisih biaya	: Rp. 990.483.851– Rp. 2.386.291.633
	: (-) Rp. 1.395.807.782
Perbandingan waktu	: $\frac{-2.986}{5.029} \times 100 \%$
	: (-) 59,38 %
Perbandingan biaya	: $\frac{-1.395.807.782,23}{2.134.587.333} \times 100 \%$
	: (-) 58,49 %

Keterangan :

( + ) biaya lebih mahal dan pekerjaan lebih lambat.

( - ) biaya lebih murah dan pekerjaan lebih cepat.

Penentuan jumlah alat berat yang digunakan pada perhitungan alternatif 2 menggunakan sistem uji coba dengan ketentuan bisa mendapatkan hasil yang lebih optimum dari segi biaya dan waktu dari kondisi asli dilapangan.

### 4. Analisis Alternatif 3

Perhitungan alternatif 2 dengan jam kerja efektif perhari 7 jam dan menggunakan 14 alat berat berupa 4 unit *excavator*, 2 *bulldozer* untuk meratakan timbunan, dan 8 unit *dumptruck* untuk mengangkut tanah.

**Tabel 6.** Perhitungan Analisis Alternatif 2

Jenis alat	Jumlah alat	Waktu (jam)	Biaya (Rp)	Produksi perhari (m3)
<i>Excavator</i>	4	792	386.510.639	3.042,9
<i>Bulldozer</i>	2	344	368.296.461	889,36
<i>Dumptruck</i>	8	563	235.893.212	3.738,87
Total	14	1.699	990.700.312	7.671,13

(Sumber : Hasil Analisis, 2021)

Hasil perhitungan alternatif 3 pekerjaan dapat selesai dengan waktu 1.699 jam dengan 14 unit alat berat dan memerlukan biaya sebesar Rp. 990.700.312,00. Apabila dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan maka akan terjadi penurunan jam kerja dan terjadi penuruan biaya dengan type excavator dengan kapasitas bucket yang lebih besar.

Selisih waktu : 1.699 – 5.029  
 : (-) 3.330 jam  
 Selisih biaya : Rp. 990.700.312 – Rp. 2.386.291.633  
 : (-) Rp. 1.395.591.320  
 Perbandingan waktu :  $\frac{-3330}{5.029} \times 100 \%$   
 : (-) 66,22 %  
 Perbandingan biaya :  $\frac{-1.143.887.021}{2.134.587.333} \times 100 \%$   
 : (-) 58,48 %

Keterangan :

( + ) biaya lebih mahal dan pekerjaan lebih lambat.

( - ) biaya lebih murah dan pekerjaan lebih cepat.

Penentuan jumlah alat berat yang digunakan pada perhitungan alternatif 3 menggunakan sistem uji coba dengan ketentuan bisa mendapatkan hasil yang lebih optimum dari segi biaya dan waktu dari kondisi asli dilapangan.

### 5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Berdasarkan dari 3 perhitungan analisis alternatif, ditemukan hasil yang optimum dari segi biaya dan waktu pada perhitungan alternatif 2 dengan mengkombinasikan 3 jenis alat berat dan menggunakan jumlah alat 13 unit. Perhitungan analisis alternatif 2 mampu menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan dengan total biaya Rp.990.483.851,00 atau lebih murah 53.60 % dari biaya proyek pada kondisi asli (*existing*), dan memerlukan 2.043 jam kerja atau lebih cepat 11,57 % dengan mengkombinasikan 4 unit *excavator* yang bertugas untuk menggali tanah sebesar 344.295,44 m3, 1 unit *bulldozer* yang bertugas untuk pekerjaan penimbunan tanah sebesar 43.731,87 m3, dan 8 unit *dumptruck* yang bertugas untuk memindahkan tanah sisa ke disposal sebesar 300.563,87 m3.
- Berdasarkan dari 3 perhitungan analisis alternatif, penggunaan alat berat sesuai dengan perhitungan alternatif 2 dengan 4 unit *excavator*, 1 unit *bulldozer*, dan 8 unit *dumptruck*.

### 6.SARAN

Dari analisi yang sudah dilakukan Untuk mendapatkan hasil yang optimum dari segi biaya dan waktu diperlukan penambahan jumlah alat berat atau bisa juga melakukan pergantian alat berat dengan kapasitas produktivitas yang lebih besar. Pemilihan alat dan penentuan kapasitas produktivitas juga harus memperhatikan dari segi medan yang akan dikerjakan, tanah, kondisi alat, dan juga keahlian dari operator.

---

### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat dan kehendak-Nya peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini. Peneliti sadari penelitian ini tidak akan selesai tanpa doa, dukungan dan dorongan dari berbagai pihak. Adapun dalam kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Drs. H. Triwuryanto, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I, Bapak Rizal Maulana, S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembimbing II terima kasih untuk semangat dan semua bantuan yang telah diberikan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Putra, M.I.H. 2018. Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum Uii (*Heavy Equipment Choice Analysis On Cut And Fill Work Of Uii Law Construction*). Tugas Akhir. Fakultas Teknik dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Rochmanhadi. 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Rostiyanti, S.F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi Kedua*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sari, S. N. (2019). Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten. *Jurnal Qua Teknika*, 9(1), 1-10.
- Wilopo. 2009. *Metode Kontruksi dan alat-alat berat*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Wilopo. 2011. *Metode Kontruksi dan alat-alat berat*. Universitas Indonesia. Jakarta.