

## Optimasi Alat Berat pada Pemindahan Tanah Mekanis (Studi Kasus Penyediaan Timbunan Tanah Pilihan Pada Pekerjaan Peningkatan Akses Jaringan Pipa Air Bersih Kabupaten Tanjung Jabung Barat, *Booster Senyerang*)

<sup>1</sup> Suhendra,<sup>2</sup> Annisaa Dwiretnani,<sup>3</sup> Endika

<sup>1,2</sup>Dosen Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi

<sup>3</sup>Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

Email : [Suhendra\\_domas@yahoo.com](mailto:Suhendra_domas@yahoo.com)

### Abstrak

Pekerjaan Penyediaan tanah timbunan pilihan untuk pembangunan booster Senyerang pada pekerjaan Peningkatan Akses Jaringan Pipa Air Bersih Kabupaten Tanjung Jabung Barat menggunakan alat berat yaitu satu *excavator* dalam pekerjaan galian material tanah dilokasi *quarry* dan dua *dump truck* untuk pengangkutan material tanah dari *quarry* ke lokasi penimbunan. Penelitian ini menganalisis produktivitas alat berat yang digunakan dalam penyediaan timbunan tanah pilihan dari *quarry* sampai ke lokasi penimbunan. Kemudian dilakukan optimasi berdasarkan produktivitas, jumlah alat dan biaya yang ditimbulkan. Hasil perhitungan kombinasi alat berat yang digunakan di lapangan menunjukkan belum optimalnya produktivitas *excavator* pada penyediaan timbunan tanah asli, dari *quarry* sejauh 11km dari lokasi penimbunan sebanyak 1365,33 m<sup>3</sup>, terhadap produktivitas *dump truck*. Hasil penelitian mendapatkan optimalnya pekerjaan penyediaan tanah timbunan adalah tambahan jumlah *dump truck* sehingga menjadi lima unit. Optimasi yang dilakukan mempercepat waktu pengerjaan (menjadi tiga hari, dari semula delapan hari) dan menghasilkan pengurangan biaya sebesar Rp.6.455.000,-

**Kata kunci:** Optimasi, Alat berat, *Excavator*, *Dump Truck*, Produktivitas

### PENDAHULUAN

Pekerjaan Peningkatan akses jaringan pipa air bersih Kabupaten Tanjung Jabung Barat tahun 2018 merupakan kelanjutan dari kegiatan sebelumnya pada tahun 2008-2010. Salah satu item pekerjaannya adalah pembangunan Booster Senyerang. Pada pekerjaan ini, dibutuhkan volume timbunan tanah pilihan untuk halaman yang volumenya 1365,33m<sup>3</sup>.

Pada pelaksanaannya, penyediaan tanah timbunan untuk pekerjaan didominasi dengan peralatan mekanis. Dalam pekerjaan peningkatan akses jaringan pipa air bersih ini menggunakan bantuan alat berat berupa *excavator* dan *dump truck*. Penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi lapangan, pekerjaan akan berpengaruh pada rendahnya produktivitas alat dan tidak tercapainya jadwal atau target yang sudah ditentukan.

Berdasarkan masalah tersebut maka penulis melakukan penelitian untuk menganalisa kapasitas, jumlah kebutuhan alat berat, dan waktu pengerjaan timbunan tanah pilihan pada pekerjaan tersebut dan kemudian dilakukan optimasi pada pekerjaan tersebut.

Optimasi menurut kamus besar bahasa Indonesia (optimalisasi) diartikan sebagai pengoptimalan, yaitu proses, cara, pembuatan untuk menghasilkan yang paling baru. Sedangkan optimasi berasal dari bahasa Inggris *Optimization* yang berarti optimal.(Maharany dan Fajarwati,2006). Pada penelitian ini, analisa optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi pekerjaan untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal).

Jumlah *excavator* yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan yaitu dengan rumus : (Rochmanhadi, 1985)

$$n = \frac{V}{W \times S \times Q}$$

Keterangan :

N = Jumlah unit peralatan (unit)

V = Volume pekerjaan (m<sup>3</sup>)

We = Waktu efektif hari kerja (hari)

S = Standar jam kerja perhari (jam/hari)

Q = Produksi peralatan persatuan-satuan waktu (m<sup>3</sup>/jam)

Jumlah *dump truck* dihitung yaitu dengan rumus : (Rostiyanti, 2002)

$$m = \frac{Q}{Q_1 \times n \text{ (unit)}}$$

Keterangan :

m = Jumlah unit *dump truck*

Q = Produksi alat *excavator* (m<sup>3</sup>/jam)

Q1 = Produksi alat *dump truck* (m<sup>3</sup>/jam)

n = Jumlah unit *excavator*

Waktu pengerjaan volume tanah dihitung menurut rumus berikut : (Rostiyanti, 2002)

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{Volume tanah}}{(\text{produktivitas alat} \times \text{jumlah alat}) \times \text{jam kerja}}$$

Besarnya nilai asuransi dan pajak kepemilikan peralatan diambil rata-rata per tahun sebesar 0,2 % dari harga pokok alat. Dengan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{0,2\% \times B}{W}$$

Keterangan :

B : Harga pokok alat; Rp.

W : Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun; jam

Perhitungan biaya pasti menggunakan rumus berikut :

$$G = (E + F) \frac{(B-C) \times D}{W} + \frac{\text{Ins} \times E}{W}$$

Keterangan :

G : Biaya pasti per jam; Rp.

B : Harga pokok alat setempat; Rp.

C : nilai sisa alat (10% dari harga pokok alat)

D : Faktor angsuran modal

E : Biaya pengembalian modal

F : Biaya asuransi dan pajak (0,002 x B atau 0,02 C)

W : Jumlah jam kerja dalam satu tahun

Faktor angsuran modal

$$D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$$

$$\text{Biaya Pengembalian Modal } E = \frac{(B-C) \times D}{W}$$

Keterangan :

A : Umur ekonomis alat; tahun

i : Tingkat suku bunga per tahun; %

B : Harga pokok alat; Rp.

C : Nilai sisa alat; %

W : Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun; jam

Menurut Permen PUPR no. 28 tahun 2016, biaya operasional adalah biaya yang dikeluarkan pada saat menyewa alat berat. Biaya operasi terdiri dari :

**a. Biaya Bahan Bakar (H)**

$$H = (12 \text{ s/d } 15)\% \times HP$$

Keterangan :

H : Banyaknya bahan bakar yang dipergunakan dalam 1 (satu) jam; Liter/jam

HP : *Horse Power*, kapasitas tenaga mesin

12% : Persentase untuk alat dalam pemakaian ringan

15% : Persentase untuk alat dalam pemakaian berat

**b. Biaya Pelumas (I)**

Banyaknya minyak pelumas (termasuk pemakaian minyak yang lain serta *grease*) yang dipergunakan oleh peralatan yang dihitung dengan rumus dan berdasarkan kapasitas tenaga mesin.

$$I = (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times HP$$

Keterangan :

I : Banyaknya minyak pelumas yang dipakai dalam 1 (satu) jam; Liter/jam

HP : *Horse Power*, kapasitas tenaga mesin

2,5% : Persentase untuk alat dalam pemakaian ringan

3% : Persentase untuk alat dalam pemakaian berat

**c. Biaya Bengkel (J)**

Besarnya biaya bengkel (*wokshop*) per jam dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$J = (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times B/W$$

Keterangan :

B : Harga pokok alat setempat; Rp.

W : Jumlah jam kerja alat dalam 1 (satu) tahun; Jam

6,25% : Persentase untuk pemakaian ringan

8,75% : Persentase untuk pemakaian berat

**d. Biaya Perbaikan (K)**

Untuk menghitung biaya perbaikan termasuk penggantian suku cadang yang aus dipakai rumus :

$$K = (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times B/W$$

Keterangan :

B : Harga pokok alat setempat; Rp.

W : Jumlah jam kerja alat dalam 1 (satu) tahun; Jam

12,5% : Persentase untuk pemakaian ringan

17,5% : Persentase untuk pemakaian berat

**e. Upah Operator (L) dan Pembantu Operator (M)**

Biaya operator tergantung dari tiap daerah, untuk menghitung biaya upah operator dan pembantu operator dipergunakan rumus berikut :

$$\text{Operator} = 1 \text{ orang/jam} \times OP1$$

$$\text{Pembantu Operator} = 1 \text{ orang/jam} \times OP2$$

**f. Biaya Operasional (P)**

$$P = H+I+J+K+L+M$$

Keterangan :

H : Biaya bahan bakar

I : Biaya minyak pelumas

J : Biaya bengkel

K : Biaya perbaikan

L : Biaya *operator/driver*

M : Biaya pembantu *operator*

**Kapasitas produksi per jam (P)**

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

Keterangan :

P = Produktivitas per jam (m<sup>3</sup>/jam)

q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)

E = Efisiensi kerja

$C_m$  = Waktu siklus

**Waktu siklus**

$C_m$  = Waktu gali + Waktu putar x 2 + Waktu buang

Keterangan :

$C_m$  = Waktu siklus

**Produksi per siklus (q)**

$q = q_l \times K$

Keterangan :

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

$q_l$  = Kapasitas bucket

$K$  = Factor bucket

**Kapasitas produksi per jam :  $Q = \frac{V \times F_a \times 60}{W_D \times T_s} m^3$**

Keterangan :

$V$  = Kapasitas bak; ton

$F_k$  = Faktor pengembangan bahan

$F_a$  = Faktor efisiensi alat

$D$  = Berat isi material (lepas atau gembur); ton/ m<sup>3</sup>

$T_s$  = Waktu Siklus; menit

**Waktu Siklus :  $T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$**

Keterangan :

$T_1$  = Waktu memuat

$T_1 = \frac{V \times 60}{D \times Q_{exc}}$  ; menit

$T_2$  = Waktu tempuh isi

$T_2 = \left(\frac{L}{V_1}\right) \times 60$  ; menit

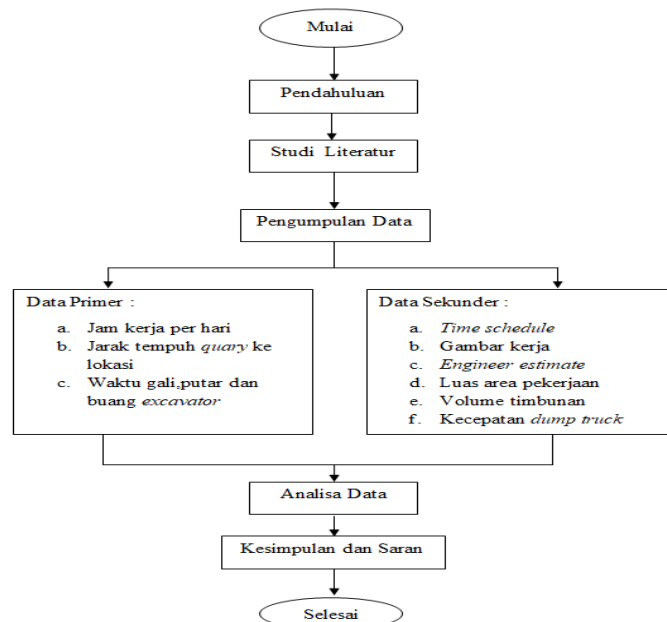
$T_3$  = Waktu tempuh kosong

$T_3 = \left(\frac{L}{V_2}\right) \times 60$  ; menit

$T_4$  = Waktu lain-lain; menit

**METODE PENELITIAN**

Secara ringkas, penelitian ini bisa dilihat dari bagan alir penelitian berikut:



**Gambar 1. Bagan Alir Penelitian**

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume pekerjaan timbunan tanah pilihan sebanyak 1365,33m<sup>3</sup> merupakan timbunan yang sudah dipadatkan. Quarry timbunan berupa lahan tanah asli. Sehingga faktor pengali volume untuk pekerjaan timbunan ini adalah 1,39 (Rochmanhadi, 1985). Selanjutnya volume timbunan dihitung berdasarkan volume tanah lepas/ gembur. Hasil perhitungan produktivitas *excavator* dan *dump truck* dapat dilihat pada table-table berikut.

**Tabel 1. Perhitungan Kapasitas Produksi *Excavator***

No	Uraian	Kode	Koef	Kuantitas	Satuan
<b>1</b>	<b>Input Data</b>				
	Volume timbunan : 1365,33 x 1,39			1897,81	m <sup>3</sup>
	Jam kerja efektif per hari	Tk		7	jam
	Waktu gali			11	detik
	Waktu putar			4	detik
	Waktu buang			5	detik
<b>2</b>	<b>Alat berat <i>Excavator</i></b>				
	Kapasitas <i>bucket</i>	ql		0,91	m <sup>3</sup>
	Faktor <i>bucket</i> (tabel 2.6)	K	0,8		m <sup>3</sup>
	<i>Engine rated power</i>	HP		168	
	Efisiensi kerja (tabel 2.3)	E	0,81		
	Produksi per siklus $q = ql \times k$	q		0,728	m <sup>3</sup>
	waktu siklus, Cm				
	Cm = waktu gali + (waktu putar x 2) + waktu buang	cm		24	detik
	Produktivitas per jam $Q = \frac{qx3600xE}{Cm}$	Q		88,45	m <sup>3</sup> /jam
	Kapasitas produksi per hari $Qh = Tk \times Q$	Qh		619,16	m <sup>3</sup> /hari
Koefisien alat 1 : Q	koef		0,0113	m <sup>3</sup> /jam	

Sumber : Data Olahan (2019)

Hasil dari perhitungan pada tabel 1. Menunjukkan bahwa kapasitas produksi *excavator* adalah 88,45 m<sup>3</sup>/jam. Jam kerja efektif alat dalam satu hari adalah 7 jam, sehingga produktivitas *excavator* per hari adalah 619,16 m<sup>3</sup>/jam.

**Tabel 2. Perhitungan Kapasitas Produksi *Dump Truck***

No	Uraian	Kode	Koef	Kuantitas	Satuan
<b>1</b>	<b>Input Data</b>				
	Jarak quarry ke lokasi pekerjaan	L		11	Km
	Tebal timbunan	t		0,5	m
	Berat isi tanah lepas (tabel 2.1)	D		1,2	Ton/m <sup>3</sup>
	Kapasitas <i>Excavator</i>	Qecv		88,45	m <sup>3</sup> /jam
	Jam kerja per hari	Tk		7	Jam
<b>2</b>	<b>alat berat <i>Dump Truck</i></b>				
	kapasitas <i>Dump Truck</i>	V		24	Ton/m <sup>3</sup>
	Faktor efesiensi alat	Fa	0,83		
	Kecepatan rata-rata muatan	V1		30	Km/jam
	Kecepatan rata-rata kosong	V2		40	Km/jam
	Waktu siklus, T1+T2+T3+T4	Ts		54,07	menit
	Waktu memuat, (Vx60) : (D x QEvc)	T1		13,57	menit
	Waktu tempuh isi, (L : v1) x 60	T2		22	menit
	Waktu tempuh kosong, (L : v2) x 60	T3		16,5	menit
	Waktu lain-lain	T4		2	menit
	Kapasitas produksi per jam $Q = \frac{VxEax60}{DxTs}$	Q		18,42	m <sup>3</sup> /jam
	Kapasitas produksi per hari, Tk x Q	Qh		128,95	m <sup>3</sup> /hari
	Koefisien alat, 1 : Q	Koef		0,054	m <sup>3</sup> /hari

Sumber : Data Olahan (2019)

Hasil perhitungan pada tabel 2. Menunjukkan bahwa kapasitas *dump truck* yang digunakan adalah 18,42 m<sup>3</sup>/jam. Jam kerja efektif alat dalam satu hari adalah 7 jam kerja, sehingga produktivitas satu *dump truck* per hari adalah 128,95 m<sup>3</sup>/hari.

**Tabel 3. Waktu Pengerjaan Alat Berat (Volume timbunan 1897,81 m<sup>3</sup>)**

No	Nama alat berat	Jumlah alat berat (dilokasi)	Produktivitas Alat (m <sup>3</sup> /hari)	Total Produktivitas alat berat (m <sup>3</sup> /hari)	Waktu kerja (hari)	Waktu kerja (hari)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (4)x(3)	(6)=(4/5)	(7)
1	<i>Excavator</i>	1	619,16	619,16	3,07	3
2	<i>Dump Truck</i>	2	128,95	257,90	7,36	8
Total waktu pekerjaan					Hari	8
					Jam	56

Sumber : Data Olahan (2019)

Hasil perhitungan pada tabel 3. Menunjukkan lama waktu pekerjaan yang berbeda untuk *excavator* dan *dump truck*. *Excavator* membutuhkan waktu 3 hari untuk menyelesaikan timbunan pilihan sebanyak 1897,81 m<sup>3</sup>. Sedangkan *dump truck* membutuhkan waktu 8 hari kerja, karena kedua alat tersebut saling terkait maka total lama pengerjaan timbunan pilihan oleh kedua alat tersebut (1 *excavator* dan 2 *dump truck*) adalah 8 hari kerja.

Agar pengerjaan tersebut dapat dioptimalkan maka perlu disesuaikan jam kerja *excavator* dengan *dump truck*. Dalam hal ini diperlukan penambahan jumlah *dump truck*.

Jumlah unit *dump truck* yang dibutuhkan untuk mengimbangi produktivitas *excavator* dalam satu hari adalah sebagai berikut :

$$m = \frac{Q}{Q_1 \times n \text{ (unit)}}$$

$Q = 619,16 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 $Q_1 = 128,95 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 $n = 1 \text{ (jumlah unit excavator)}$   
 $m = 4,80 \approx 5 \text{ unit dumptruck.}$

**Tabel 4. Jumlah Hari Kerja Berdasarkan Optimasi Alat Berat**

No	Nama alat berat	Jumlah alat berat	Volume timbunan (m <sup>3</sup> )	Produktivitas alat berat (m <sup>3</sup> /hari)	Waktu kerja (hari)	Waktu kerja (pembulatan) (hari)
1	2	3	4	5	6 = 4/5	7
1	<i>Excavator</i>	1	1897,81	619,16	3,07	3
2	<i>Dump Truck</i>	5	1897,81	644,76	2,94	3
Total waktu pekerjaan					Hari	3
					Jam	21

Sumber : Data Olahan (2019)

Hasil perhitungan pada tabel 4. Menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan timbunan tanah dengan volume 1.897,81 m<sup>3</sup> dapat terselesaikan dengan kurun waktu pekerjaan 3 (tiga) hari atau 21 jam kerja serta dengan kombinasi alat berat 1 unit *excavator* dan 5 unit *dump truck*. Selanjutnya dihitung biaya penggunaan alat berat. Komponen biaya pasti dan tidak pasti/ operasional yang digunakan sesuai dengan yang digunakan pada pekerjaan Peningkatan Akses Jaringan Pipa Air Bersih Kabupaten Tanjung Jabung Barat.

**Tabel 6. Perhitungan Biaya Pasti (G)**

Nama Alat Berat	Harga alat berat (juta rp.)	Umur alat berat (Thn)	Jam Kerja alat berat per tahun (Jam)	Komponen Biaya pasti alat berat				Biaya pasti alat berat per jam (Rp.)
				Nilai Sisa alat berat (juta rp.)	Faktor Angsuran Modal	Biaya Pengembalian Modal (Rp.)	Biaya Asuransi (Rp.)	
				C = 10%	D	E	F	
B	A	W	B	D	E	F	G = E + F	
<i>Excavator</i>	1.350	5	2.000	135	0,19901	120.898,51	1.350,00	122.248,51
<i>Dump truck</i>	822	5	2.000	82,2	0,19901	73.613,76	822,00	74.435,76

Sumber : Data Olahan (2019)

**Tabel 6. Perhitungan Biaya Tak Pasti / Operasional (P)**

Nama Alat Berat	Harga Alat (juta rp.)	Jam Kerja Alat per tahun (Jam)	Tenaga alat berat (HP)	Biaya Bahan bakar dan pelumas (Rp.)			Biaya Bengkel dan Perbaikan (Rp.)		Upah (Rp.)/jam		Biaya operasional alat berat per jam (Rp.)
				Bahan bakar 15% x HP x HR	Minyak pelumas 3% x HP x H O	Bengkel 8,75% x B/W	Perbaikan 17,50% x B/W	Operator / Sopir	Pembantu Operator / Sopir		
				H	I	J	K	L	M		
B	W	HP	H	I	J	K	L	M	P = H+I+J+K+L+M		
<i>Excavator</i>	1.350	2.000	168	327.600	201.600	59.063	118.125	16.500	13.500	736.387,50	
<i>Dump truck</i>	822	2.000	260	507.000	312.000	35.963	71.925	11.500	10.275	948.662,50	

**KETERANGAN :**

- 1 Suku Bunga : 10 % per tahun
- 2 Upah Operator : Rp. 16.500 per orang per jam
- 3 Upah Pemb.Operator : Rp. 13.500 per orang per jam
- 4 Upah Sopir : Rp. 11.500 per orang per jam
- 5 Upah Pemb.Sopir : Rp. 10.275 per orang per jam
- 6 Harga Bahan Bakar Solar (HB) : Rp. 13.000 per Liter
- 7 Minyak Pelumas (HO) : Rp. 40.000 per Liter

Sumber : Data Olahan (2019)

Hasil perhitungan pada tabel 6. Dapat dilihat bahwa perhitungan biaya operasional per unit dan per jam alat berat (P) sebagai berikut :

- a. *Excavator*, dengan biaya operasional sebesar Rp. 736.387,50/jam
- b. *Dump truck*, dengan biaya operasional sebesar Rp. 948.662,50/jam

**Tabel 7. Perhitungan Harga Satuan Dasar Alat Sesuai Keadaan Di Lapangan**

No	Nama alat	Kebutuhan alat berat (unit)	Jam kerja alat berat (jam)	Komponen Biaya sewa alat berat per jam (Rp.)			Harga sewa alat berat (S) (Rp.)
				Biaya pasti (G)	Biaya operasional (P)	Jumlah	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g) = (e) + (f)	(h) = (c) x (d) x (g)
1	<i>Excavator</i>	1	21	122.248,51	736.387,50	858.636,01	18.031.356,21
2	<i>Dump truck</i>	2	56	74.435,76	948.662,50	1.023.098,26	114.587.005,12
Total biaya sewa alat berat							132.618.361,33

Sumber : Data Olahan (2019)

Hasil perhitungan pada tabel 7 menunjukkan total biaya sewa sebesar **Rp. 132.618.361,33**

**Tabel 8. Perhitungan Optimasi Harga Satuan Dasar Alat (S)**

No	Nama alat	Kebutuhan alat berat (unit)	Jam kerja alat berat (jam)	Komponen Biaya sewa alat berat per jam (Rp.)			Harga sewa alat berat (S) (Rp.)
				Biaya pasti (G)	Biaya operasional (P)	Jumlah	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g) = (e) + (f)	(h) = (c) x (d) x (g)
1	<i>Excavator</i>	1	21	122.248,51	736.387,50	858.636,01	18.031.356,21
2	<i>Dump truck</i>	5	21	74.435,76	948.662,50	1.023.098,26	107.425.317,30
Total biaya sewa alat berat							125.456.673,51

Sumber : Data Olahan (2019)

Hasil perhitungan pada tabel 8. Dapat dilihat bahwa perhitungan biaya sewa alat berat (S) setelah dioptimalkan adalah Rp. 125.456.673,51

## SIMPULAN

Berdasarkan analisa dan hasil penelitian pada pekerjaan Peningkatan Akses Jaringan Pipa Air Bersih Kabupaten Tanjung Jabung Barat, diperoleh kesimpulan antara lain :

1. Produktivitas 1 unit *excavator* yaitu 88,45 m<sup>3</sup>/jam atau 619,16 m<sup>3</sup>/hari. Sedangkan produktivitas 1 unit *dumptruck* yaitu 18,42 m<sup>3</sup>/jam atau 128,95 m<sup>3</sup>/hari.
2. Berdasarkan alat yang tersedia dilapangan 1 unit *excavator* dan 2 unit *dumptruck*, maka diperlukan waktu penyelesaian pekerjaan adalah 8 hari. Dimana jam kerja *dumptruck* adalah 56 jam dan *excavator* 21 jam.
3. Setelah dioptimasi berdasarkan produktivitas 1 unit *excavator* diperoleh jumlah *dumptruck* yang dibutuhkan sebanyak 5 unit *dumptruck* dengan total waktu pelaksanaan adalah 3 hari (21 jam kerja).
4. Hasil optimasi penggunaan alat berat dari kombinasi 1 *excavator* dan 2 *dumptruck* menjadi 1 *excavator* dan 5 *dumptruck* menghasilkan pengurangan biaya sewa sebesar Rp.132.618.361,33 – Rp.125.456,51 = Rp. 7.161.687,82

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim Informasi Spesifikasi Alat Berat Excavator (<http://www.hexindo-tbk.co.id>) diakses pada 20 Desember 2018
- Anonim Informasi Spesifikasi Dump Truck (<http://www.hino.co.id>) diakses pada 16 Oktober 2018)
- Fatena Susy R. (2002), “*Alat-alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*”, Rineka Cipta, Jakarta
- Fatena Susy R. (2008), “*Alat-alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi Kedua*”, Rineka Cipta, Jakarta
- Maharani, Leny dan Fajarwati. (2006), “*Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek Dengan Metode Least Cost Analysis*”.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2016). *Analisis Harga Satuan pekerjaan Umum*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
- Rochmanhadi. (1985). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Slat-Alat Berat*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- Rochmanhadi, (1992), “*Alat-alat Berat Dan Penggunaannya*”, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Rostiyanti. (1999), “*Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Konstruksi*”, Rineka Cipta, Jakarta
- Soeharto I, (1995), “*Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*”, Erlangga”, Jakarta
- Tenriajeng,A.T.2003. Diktat Kuliah *Pemindahan Tanah Mekanis*, Gunadarma Cipta, Jakarta.
- Wilopo, Djoko. (2009), *Metode Konstruksi Dan Alat-Alat Berat*. Jakarta : Universitas Indonesia (UI-Press)