

ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT-ALAT BERAT STUDI KASUS PROYEK PEMBANGUNAN JALAN ANTARTIKA II DI KAWASAN INDUSTRI KRAKATAU STEEL, CILEGON

Andi Maddeppungeng¹⁾, Soedarsono²⁾ dan Yusep Depyudin³⁾

¹⁾²⁾ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon 42435.
E-mail : andi_made@yahoo.com

³⁾ Alumni Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Cilegon 42435

ABSTRAK

Lokasi sebagai tempat studi kasus adalah proyek pembangunan jalan Antartika II, penelitian ini menggunakan metode perhitungan produksi kapasitas alat berat secara actual, yaitu perhitungan produktivitas alat berat dengan menentukan waktu siklus alat, penentuan faktor koreksi, perhitungan produksi masing-masing alat, dan menentukan komposisi alat berat yang digunakan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menemukan produktivitas alat berat, waktu dan biaya yang paling efektif dan efisien dari penggunaan komposisi alat berat yaitu alternative kedua, yang terdiri dari 3 unit Excavator: 144,3 m³/jam, 1 unit Crawler Tractor Dozer: 88,83 m³/jam, 1 unit Vibration Roller: 16,93 m³/jam dan 4 unit Dump Truck dengan total produksi 111 m³/jam dengan biaya total sebesar Rp 331.260.000 dan waktu pelaksanaan 26 hari.

Kata kunci : Alat berat, produktivitas, biaya, waktu

ABSTRACT

The location of this case study is the Antartika II road construction project, this research use calculation methods of production capacity of heavy equipment in actual. The analysis to be performed is the calculating of productivity of ach heavy equipment using determination of cycle time, correction factor, production cost and time required for the equipment, and determination of the composition of heavy equipment.

Results of this research show that the amount of productivity of heavy aequipments and the most effective and efficient of cost and time of the composition of heavy equipment are using the second alternative, which are consisting of: 3 units of excavator 144,3 m³/hr, 1 unit Ceawler tractor dozer 88,83 m³/hr, 1 unit Vibration roller 16,93 m³/hr and 4 units of dump truck with total production of 111 m³/hr at total cost Rp 331.260.000 and the total construction time of 26 days.

Keywords : heavy equipment, productivity, cost, time

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan pemindahan tanah merupakan tahap awal dari suatu proyek konstruksi. Proyek pembangunan jalan Antartika II yang menjadi lokasi studi penelitian ini menggunakan alat berat pada pekerjaan pematangan lahannyasehingga diperlukan analisis produktivitas alat berat yang digunakan untuk mendukung keberhasilan proyek.

Permasalahan yang timbul pada pelaksanaan proyek ini, yaitu pada penggunaan alat berat yang tidak efektif, yang diakibatkan oleh jenis dan kuantitas alat berat yang tidak sesuai dengan kondisi proyek, hal ini akan menambah durasi dan biaya proyek. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis produktivitas dan komposisi alat berat serta

faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi produktivitasnya.

Pekerjaan proyek ini terutama pada kegiatan penggalian, pemindahan, dan pemadatan tanah, untuk melakukan aktivitas ini maka diperlukan pemilihan dan penentuan komposisi alat berat yang sesuai dengan kondisi medan, agar alat tersebut dapat bekerja secara optimum.

Permasalahan yang timbul dalam penelitian ini yaitu penurunan produktivitas kerja alat berat, oleh karena itu akan dianalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat, seperti kondisi alat, keterampilan operator, cuaca dan medan. Dari permasalahan di atas maka penelitian ini akan fokus mengamati seberapa besar faktor-faktor diatas berpengaruh terhadap produktivitas

alat, dan juga menganalisis beberapa alternatif komposisi alat berat yang digunakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Rasyid, Rusli M (2008), dalam penelitiannya melakukan analisis produktivitas alat-alat berat proyek dengan studi kasus proyek pengembangan Bandar Udara Hasanudin Maros Makasar. Menggunakan teori produktivitas alat berat, penentuan jenis dan jumlah alat sesuai dengan medan, lokasi dan jenis tanah yang digali. Penelitian mendapatkan durasi proyek sebesar 2.324 jam sekitar 48 minggu dengan jam kerja normal. Biaya yang dibutuhkan adalah sebesar Rp. 3.7 milyar, dari jadwal rencana proyek tersebut mengalami percepatan waktu 19,6 minggu (28,8%) dengan penghematan biaya sekitar Rp. 780 juta (17,58%).

Menurut Rochmanhadi (1992:4) Sifat-sifat tanah sehubungan dengan pekerjaan pemindahan, penggusuran dan pemampatan perlu diketahui. keadaan tanah yang dapat berpengaruh terhadap volume tanah meliputi :

- Keadaan asli sebelum diadakan pengerjaan, ukuran tanah demikian biasanya dinyatakan dalam ukuran alam, *Bank Measure (BM)*, ini digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah
- Keadaan lepas, yakni keadaan tanah setelah diadakan pengerjaan (disturb), tanah demikian misalnya terdapat di depan *dozer blade*, diatas truk, di dalam bucket dan sebagainya. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam *loose measure (LM)* yang besarnya sama dengan $BM + \% swell \times BM$ (*swell*=kembang). Faktor *swell* ini tergantung dari jenis tanah, dapat dimenerti bahwa LM mempunyai nilai yang lebih besar dari BM.
- Keadaan padat, ialah keadaan tanah setelah ditimbun kembali kemudian dipadatkan. Volume tanah seetelah diadakan pemadatan, mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume keadaan Bank, hal ini tergantung usaha peadatan yang kita lakukan

Tabel 1 Efisiensi kondisi kerja dan tata laksana

KONDISI PEKERJAAN	KONDISI TATA LAKSANA			
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk
Baik sekali	0,84	0,81	0,76	0,70
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Sumber: Rochmanhadi, 1992:64 (Alat-Alat Berat dan Penggunaannya)

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi peralatan, ditetapkan Faktor peralatan :

- Peralatan prima = 1,00 – 0,90
- Peralatan baik = 0,90 – 0,98
- Peralatan cukup = 0,80 – 0,70
- Peralatan sedang = 0,70 – 0,60

Faktor koreksi yang meliputi faktor operator, material dan waktu kerja terdapat pada tabel berikut ini :

Tabel 2 Faktor koreksi kondisi kerja

No	Uraian	Dengan Crawler Tractor	Dengan Wheel Tractor
1	Operator: Baik sekali Sedang Buruk	1.0 0.75 0.60	1.0 0.60 0.50
2	Material: Stockpile/terlepas Sulit dicut, oleh: Dengan silinder Tanpa silinder miring Kendali kabel keras untuk di cut (kering non cohesive material batu ledakan	1.20 0.80 0.70 0.60 0.80 1.15 – 1.25	1.20 0.75 - - 0.80 -
3	Efisiensi kerja : 50 menit/jam 40 menit/jam	0.84 0.67	0.84 0.67

Sumber: Rochmanhadi,1992:39 (Alat-alat Berat dan Penggunaannya)

Produktivitas alat berat dapat dihitung dengan rumus

$$Produktivitas = kapasitas \times \frac{60}{CT} \times efisiensi \tag{1}$$

Setelah produktivitas alat diketahui selanjutnya perlu di hitung durasi

pekerjaan alat-alat tersebut, sehingga lamanya pekerjaan dapat dicari dengan menggunakan rumus

$$Durasi = \frac{Volume_{pekerjaan}}{Produktivitas_{alat}} \tag{2}$$

Tabel 3. Faktor *Bucket Excavator*

KONDISI PEMUATAN		FAKTOR
Mudah	Gali dan memuat dari <i>stockpile</i> atau material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam <i>bucket</i> . Pasir, tanah berpasir, tanah koloidal dengan kadar air sedang	0,8 - 1,0
Sedang	Gali dan memuat <i>stockpile</i> lepas dari tanah yang sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat kurang dapat munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat, <i>grevel</i> (batu kecil) yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya.	0,6 – 0,8
Agak sulit	Sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material yang digali. Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah di <i>stockpile</i> oleh <i>excavator</i> lain.	0,5 – 0,6

Tabel 3. Faktor *Bucket Excavator* (Lanjutan)

KONDISI PEMUATAN		FAKTOR
Sulit	Menggali batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batu bundar, pasir campur batu-batu bundar, tanah berpasir, tanah campur tanah liat, tanah liat yang sulit diangkat dengan <i>bucket</i>	0,4 – 0,5

Sumber: Hendra Suryadharna dan Haryanto Yoso Wigroho, 1998:74

Tabel 4 Faktor *Bucket Bulldozer* dalam penggusuran

	Kondisi Pemuatan	Faktor <i>Bucket</i>
Penggusuran ringan	Penggusuran dapat dilaksanakan dengan <i>bucket</i> penuh tanah lepas: kadar air rendah, tanah berpasir tak dipadatkan, tanah biasa, material untuk timbunan persediaan (<i>stockpile</i>)	0.9 – 1.1
Penggusuran sedang	Tanah lepas, tetapi tidak mungkin menggusur dengan <i>bucket</i> penuh: tanah bercampur kerikil atau split, pasir, batu pecah	0.7 - 0.9
Penggusuran agak sulit	Kadar air tinggi dan tanah liat, pasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering, dan tanah asli.	0.6 - 0.7
Penggusuran sulit	Batu-batuan hasil ledakan, batu-batu berukuran besar.	0.4 - 0.5

Sumber : Rochman hadi 1992:10

Table 5. Harga sewa alat berat

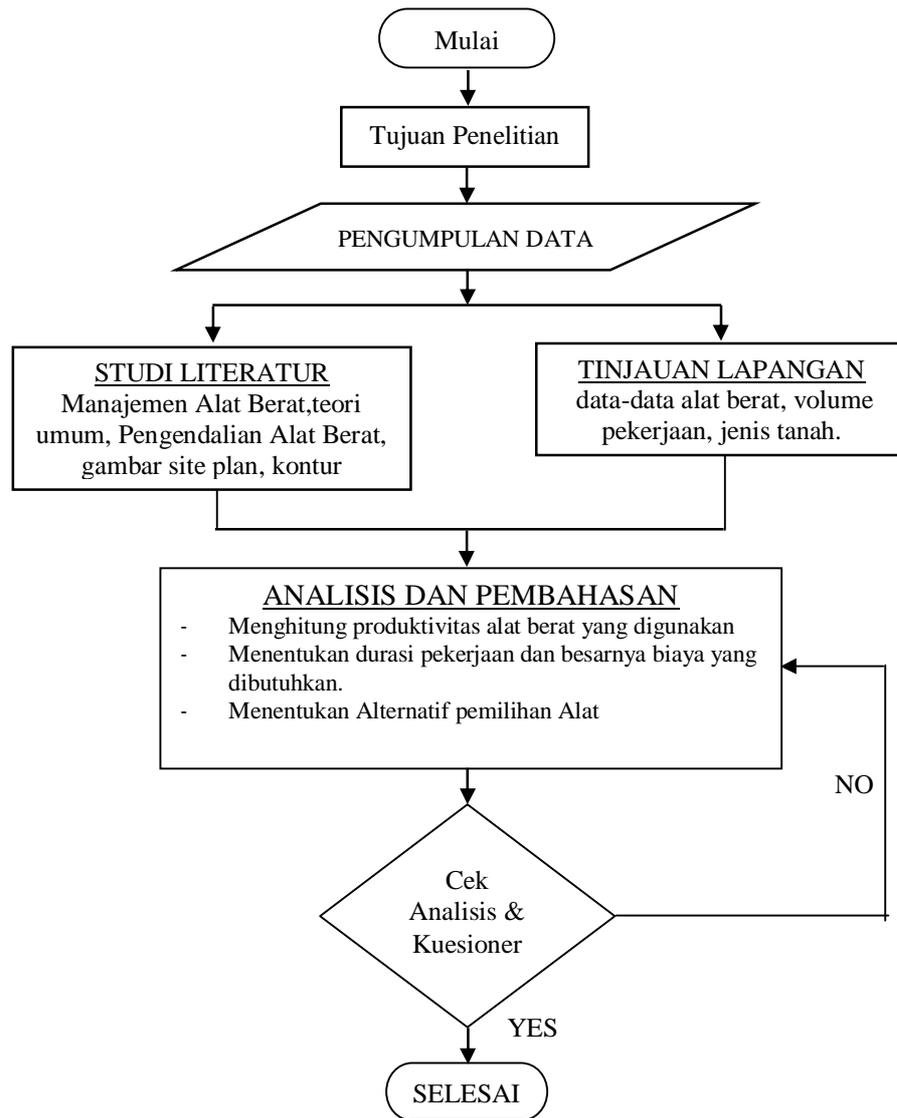
Alat Berat	Merk	Harga Sewa
<i>Excavator</i>	<i>Kobelco MARK-V</i>	Rp. 280.000.- per jam
<i>Crawler Tractor Dozer</i>	<i>Caterpillar D6D</i>	Rp. 280.000.- per jam
<i>Vibration Roller</i>	<i>Sakai SP-900</i>	Rp. 280.000.- per jam
<i>Dump Truck</i>	<i>Hino Turbo Ranger</i>	Rp. 1.000.000,- per hari

Sumber : PT. Mangku Putra

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian disusun untuk mengarahkan pembahasan studi secara terstruktur mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung dilapangan, melakukan pengolahan dan interpretasi data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti.

Adapun bagan alir penelitian tercantum dalam skema dibawah ini.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian Analisis Produktivitas Alat Berat

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Produksi Alat Berat dan Durasi Pekerjaan

1. Excavator/Backhoe

Tahapan-tahapan perhitungan produksi excavator

- 1) Menentukan waktu siklus :
 $C_t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$
 $= 14 + 9 + 4 + 6 = 33$ detik
- 2) Menentukan faktor koreksi
 $FK = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$
 $= 0.75 \times 1.0 \times 0.80 \times 0.84 = 0.504$
- 3) Menentukan produksi per siklus (q)
 $q = q_1 \times K$
 $= 1.25 \times 0.70 = 0,875 \text{ m}^3$
- 4) Produksi aktual Excavator per jam (m^3/jam) kondisi tanah asli

$$\begin{aligned}
 KP &= \frac{q \times 3600 \times FK}{C_t} \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= \frac{0.875 \times 3600 \times 0.504}{33} = 48,1 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

5) Produksi Excavator per hari adalah :
 $= 48,1 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} = 384,8 \approx 385 \text{ m}^3/\text{hari}$

Durasi pekerjaan yang dibutuhkan excavator untuk penggalian tanah dengan volume total galian 29292 m^3 adalah sebagai berikut
Durasi (jam) = $\frac{\text{volume total}}{\text{Produksi/hari}}$
 $= \frac{29292 \text{ m}^3}{385 \text{ m}^3/\text{hari}} = 76 \text{ hari}$

2. Crawler Tractor Dozer

Tahapan-tahapan perhitungan produksi Crawler Tractor Dozer

- 1) Menentukan waktu siklus :

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

$$= \frac{25}{50} + \frac{25}{118.33} + 0.06$$

$$= 0,6 + 0,25 + 0,06 = 0,77 \text{ menit}$$
- 2) Produksi per siklus (m^3):

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

$$= 3,21 \times 1,127^2 \times 0,7 = 2,85 \text{ m}^3$$
- 3) Faktor efisiensi / faktor koreksi :

$$FK = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4 \times f_5$$

$$= 0,75 \times 0,75 \times 0,84 \times 0,70 \times 1,20 = 0.40$$
- 4) Mencari produksi aktual untuk tanah asli:

$$KP = \frac{q \times 60 \times FK}{Cm} = \frac{2,85 \times 60 \times 0.40}{0,77} = 88,83 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- 5) Produksi *Crawler Tractor Dozer* per hari pada kondisi optimal adalah:

$$= 88,83 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} = 711 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume total tanah yang didorong 11181 m^3 , durasi 16 hari

3. Vibrataion Roller

tahapan perhitungan produksi Vibration Roller:

- 1) Mentukan faktor koreksi

$$FK = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

$$= 0,84 \times 0,80 \times 0,84 \times 0,75 = 0,42$$
- 2) Produksi *Vibro Roller* adalah :

$$KP = \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N} \text{ km/jam}$$

$$= \frac{2,15 \times 1,5 \times 0.1 \times 1000 \times 0,42}{8} = 16,93 \text{ m}^3/\text{jam}$$

durasi pekerjaan dengan menggunakan vibro roller untuk memadatkan tanah dengan volume 924,3 m^3 :
 Durasi (hari) = $\frac{\text{volume total}}{\text{Produksi/jam}} = \frac{924,3 \text{ m}^3}{16,93 \text{ m}^3/\text{jam}} = 7 \text{ hari} = 55 \text{ jam}$

4. Dump Truck

Tahapan-tahapan untuk perhitungan produksi Dump Truck

- 1) Jumlah siklus yang diperlukan oleh *excavator* untuk mengisi *dump truck* adalah :

$$n = \frac{C^1}{q^1 \times K} = \frac{20 \text{ m}^3}{1.25 \text{ m}^3 \times 0.7}$$

$$= 23 \text{ kali}$$
- 2) Produksi per siklus (C)

$$C = n \times q^1 \times K = 23 \times 1.25 \times 0.70$$

$$= 20.13 \text{ m}^3$$

- 3) Waktu siklus/cycle time (Cm)

$$Cm = n \times Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V2} + t_1 + t_2$$

$$= 23 \times 0.33 + \frac{800 \text{ m}}{167 \text{ m/mnt}} + \frac{800 \text{ m}}{333 \text{ m/mnt}} + 1.5 + 0.30$$

$$= (23 \times 0.33) + 4.79 + 2.40 + 1.5 + 0.30$$

$$= 17 \text{ menit}$$
- 4) Faktor koreksi (E)

$$E = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

$$= 0.75 \times 1.0 \times 0.84 \times 0.80$$

$$= 0.504$$
- 5) Produksi aktual per jam *dump truck* :

$$P = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} = \frac{20.13 \times 60 \times 0.504}{16,58}$$

$$= 37 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Alat yang digunakan untuk pengisian tanah ke *dump truck* adalah *excavator*. Sehingga jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah produksi *excavator*.

$$\text{Jumlah dump truck} = \frac{\text{produksi excavator}}{\text{produksidumptruck}}$$

$$= \frac{48,1 \text{ m}^3/\text{jam}}{37 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1,3 \approx 2 \text{ dump truc}$$

Jadi, waktu sewa *dumptruck* disesuaikan dengan lamanya waktu kerja *excavator* karena kedua alat ini bekerjanya saling berkaitan selama 76 hari

Perhitungan Biaya Sewa Alat Berat

1. Excavator type kobelco Mark V

- Harga sewa + BBM = Rp.280.000 /jam
 Mobilisasi alat = Rp. 1.000.000
 Waktu sewa alat = 76 hari = 608 jam
- a. Total biaya sewa *excavator* + mobilisasi alat adalah

$$= \text{Rp.}170.240.000 + \text{Rp.}1.000.000$$

$$= \text{Rp.}171.240.000$$

2. Crawler Tractor Dozer Type Caterpillar D6D

- Harga sewa+BBM = Rp. 280.000/jam
- a. Total biaya sewa *Crawler Tractor Dozer* + mobilisasi alat adalah

$$= \text{Rp.} 35.0.84000 + (\text{Rp.} 1.000.000 \times 3)$$

$$= \text{Rp.} 38.840.000$$

3. Vibration Roller Type Sakai SP-900

- Harga sewa+BBM= Rp. 280.000 /jam
 Waktu penyewaan = 55 jam kerja

Total biaya sewa *vibro roller* + mobilisasi alat adalah
 = Rp.15.680.000+ (1.000.000 x 2) = Rp. 17.400.000

Harga sewa = Rp. 125.000 /jam
 Waktu sewa = 608 jam
 a. Total sewa 2 *dump truck* adalah:
 = Rp. 76.000.000 x 2 = Rp. 152.000.000

4. Dump Truck Type Hino Jumbo Ranger EM-100

Tabel 6. Rekapitulasi total penggunaan alat berat

No	Jenis Alat	Produksi per jam (m ³)	Durasi (jam)	Biaya sewa (Rp)
1	Excavator	48.1	608	Rp. 171.240.000
2	Crawler Tractor Dozer	88,83	128	Rp. 38.840.000
3	Vibration Roller	16,93	55	Rp. 17.400.000
4	2 unit Dump truck	74	608	Rp. 152.000.000
	Jumlah			Rp. 379.480.000

Sumber : Hasil analisis data, 2012

Pemilihan Alternatif Kombinasi Alat-alat Berat

1. Alternatif

Alternatif I ini diasumsikan untuk semua alat berat yang di gunakan dengan kondisi

peralatan yang prima (100%) dan keterampilan operator yang sangat baik. Adapun untuk kondisi kerja dan tata laksana, jenis material dan efisiensi waktu kerja disesuaikan dengan kondisi di proyek.

Table 7. Harga sewa alat berat dengan kondisi baru

Alat Berat	Merk	Harga Sewa
<i>Excavator</i>	<i>Kobelco</i>	Rp. 270.000- per jam
<i>Crawler Tractor Dozer</i>	<i>Caterpillar</i>	Rp. 370.000.- per jam
<i>Vibration Roller</i>	<i>Sakai</i>	Rp. 270.000.- per jam
<i>Dump Truck</i>	<i>Hino Turbo Ranger</i>	Rp. 200.000,- per jam

Sumber: Trakindo CATERPILLAR, Cilegon

Tabel 5.8. Biaya kebutuhan BBM per jam

Alat Berat	Tenaga (HP)	Koef (BBM)	Efisiensi waktu	H	Harga /liter	Biaya BBM/Jam
<i>Excavator</i>	163	15%	50/60	20.54	9200	Rp. 188.950
<i>Crawler Tractor Dozer</i>	145	15%	50/60	18.27	9200	Rp. 168.100
<i>Vibration Roller</i>	124	15%	50/60	15.62	9200	Rp. 143.750
<i>Dump Truck</i>	253	15%	25/60	15.94	9200	Rp. 146.650

Sumber: Analisis data, 2012

Tabel 8. Rekapitulasi Total Penggunaan Alat Berat pada Alternatif I

No	Jenis Alat	Produksi per jam (m ³)	Durasi (jam)	Biaya sewa (Rp)
1	Excavator	60,14	487	Rp. 224.508.650
2	Crawler Tractor Dozer	168,779	67	Rp. 39.052.700
3	Vibration Roller	28,62	33	Rp. 15.653.750
4	2 unit Dump truck	92	487	Rp. 337.637.100
	Jumlah			Rp. 616.852.200

2. Alternatif II

Alternatif II ini menggunakan alat kondisi di proyek dengan komposisi alat 3 unit

excavator, 1 unit *Crawler Tractor Dozer*, 1 unit *Vibration roller*, 4 unit *Dump truck*

Tabel 9. Rekapitulasi Total Penggunaan Alat Berat pada Alternatif II

No	Jenis Alat	Produksi per jam (m ³)	Durasi (jam)	Biaya sewa (Rp)
1	3 unit Excavator	144,3	203	Rp. 173.520.000
2	Crawler Tractor Dozer	88,83	127	Rp. 37.560.000
3	Vibration Roller	16,93	55	Rp. 17.400.000
4	4 unit Dump truck	148	203	Rp. 101.500.000
	Jumlah			Rp. 329.980.000

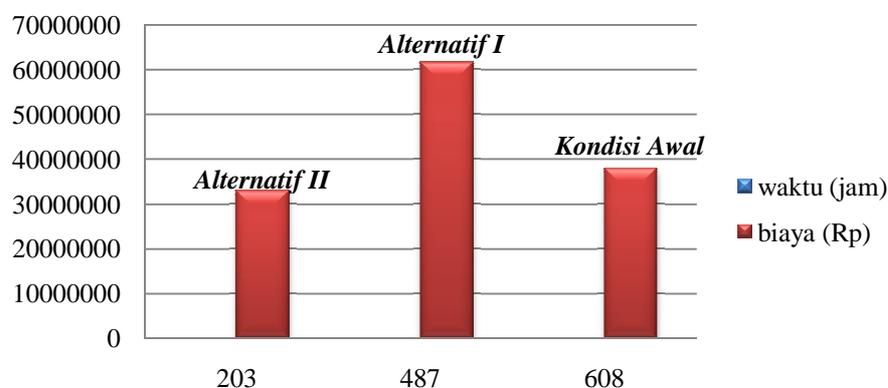
Sumber : Analisis data, 2012

Tabel 10. Perbedaan masing-masing komposisi alat berat terhadap biaya dan waktu

Alternatif	Jenis Alat	Produksi per jam (m ³)	Durasi (jam)	Biaya sewa (Rp)
Kondisi lapangan atau Proyek	1 unit Excavator	48,1	608	Rp. 171.240.000
	Crawler Tractor Dozer	88,83	128	Rp. 38.840.000
	Vibration Roller	16,93	55	Rp. 17.400.000
	2 unit Dump truck	74	608	Rp. 152.000.000
Jumlah Biaya				Rp. 379.480.000
Alternatif I (Alat 100%)	Excavator	60,14	487	Rp. 224.508.650
	Crawler Tractor Dozer	168,779	67	Rp. 39.052.700
	Vibration Roller	28,62	33	Rp. 15.653.750
	2 unit Dump truck	92	487	Rp. 337.637.100
Jumlah Biaya				Rp. 616.852.200
Alternatif II	3 unit Excavator	144,3	203	Rp. 173.520.000
	Crawler Tractor Dozer	88,83	128	Rp. 37.560.000
	Vibration Roller	16,93	55	Rp. 17.400.000
	4 unit Dump truck	148	203	Rp. 101.500.000
Jumlah Biaya				Rp. 329.980.000

Sumber: Analisis data, 2012

HUBUNGAN ANTARA BIAYA DAN WAKTU PADA MASING-MASING ALTERNATIF PEMILIHAN ALAT BERAT



Gambar 5.18. Grafik hubungan antara waktu dan biaya pada masing-masing alternatif komposisi alat berat

5. KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produktivitas masing-masing alat berat yang paling tepat adalah komposisi alat menggunakan alternatif ke-2, dengan waktu dan biaya yang paling efektif dan efisien, yaitu: 3 unit *Excavator*: 144,3 m³/jam, 1 unit *Crawler Tractor Dozer*: 88,83 m³/jam, 1 unit *Vibration Roller* : 16,93 m³/jam dan 4 unit *Dump Truck* dengan total produksi 111 m³/jam dengan biaya total sebesar Rp 331.260.000,00 dan total waktu pelaksanaan 26 hari lebih cepat dari kondisi lapangan dengan waktu 76 hari kalender.

b. Saran

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat harus dihindari seminimal mungkin karena dapat mempengaruhi produksi alat berat dalam bekerja.
2. Bagi peneliti selanjutnya perlu menganalisa komposisi alat berat dengan kondisi dan kapasitas alat berat yang berbeda sehingga diketahui perbedaan hasil produksi masing-masing alat berat agar menghasilkan biaya dan waktu yang efektif dan efisien.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Caterpillar Performance Handbook. Edition 35. October 2004.* Caterpillar Inc, Peoria, Illinois, USA.
- Pedoman Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan (P2HSPP) SUPLEMEN P5.* Departemen Pekerjaan Umum, 1998.
- Peurifoy, J., Ledbetter, W.B., Schexnayder, C.J. *Construction Planning, Equipment and Methods, 5th Edition.* New York: Mc Graw-Hill, 1996.
- Rasyid, Rusli M. 2008. *Analisa Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek Studi Kasus Proyek Pengembangan Bandar Udara Hasanudin, Maros, Makasar Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.* Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Rochmanhadi. 1985. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat.* Jakarta: YBPPU.
- Rochmanhadi. 1992. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya.* Jakarta: YBPPU.
- Rochmanhadi. 1992. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat.* Jakarta: YBPPU.
- Rostiyanti, Susy Fatena. 2002. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi.* Jakarta: Rineka Cipta.
- Sajekti, Amien. *Metode Kerja Bangunan Sipil.* Graha Ilmu.
- Specifications and Application Handbook Edition 27,* KOMATSU 2006

- Suryadharma, H. dan Wigroho, H.Y. 1998. *Alat-Alat Berat*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Tiong, I., Lila, A.R.W. dan Widha, A. 2010. *Analisa Kinerja Operasional Penggunaan Alat-alat Berat Pada Pekerjaan Galian Timbunan Proyek Pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan*. Malang: FTSP Institut Teknologi Nasional Malang
- Wigroho, H.Y. dan Suryadharma, H. 1993. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya.
- Wedhanto, Sonny. 2009. *Diktat Kuliah Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Malang (UM).
- Wilopo, Djoko. 2009. *Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat*, Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Pers)