

**OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN
GALIAN TANAH DI PROYEK TOL NGANJUK - KERTOSONO**

**NASKAH PUBLIKASI
TEKNIK SIPIL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**AFIFAH RAMADHANI
NIM. 135060100111048**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2017**

OPTIMALISASI PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN TANAH DI PROYEK TOL NGANJUK - KERTOSONO

(Optimalization of using Heavy Equipment on Excavation Works in Nganjuk – Kertosono Highway Project)

Afifah Ramadhani, M. Hamzah Hasyim, Harimurti.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia-Telp (0341) 566710. 587711

E-mail: afifahramaa@gmail.com

ABSTRAK

Produktivitas adalah kemampuan produksi suatu alat berat dengan satuan meter kubik per jam. Pada penelitian ini merupakan penelitian untuk galian tanah yang menggunakan alat berat untuk menggali dan alat berat untuk pengangkutan. Produktivitas alat berat dipengaruhi oleh kapasitas bucket alat berat, kondisi kerja dan waktu siklus. Untuk mendapatkan waktu siklus yaitu didapatkan dari waktu yang di kerjakan alat berat dalam satu siklus. Produktivitas berpengaruh terhadap waktu pengerjaan, jumlah alat yang dibutuhkan dan juga harga sewa alat berat.

Pada penelitian ini dilaksanakan di proyek tol Nganjuk – Kertosono. Menggunakan metode deskripsi analisis. Dengan menggunakan alat berat excavator untuk menggali dan dumptruck untuk mengangkut. Tempat pengambilan material tanah terletak di daerah Tarakan, Kediri. Jarak antara tempat pengambilan material dan proyek tol Nganjuk adalah 28,1 km dengan letak pembuangan pada STA 150+100. Kombinasi yang direncanakan yaitu excavator dengan kapasitas bucket 0,5 m³, 0,8 m³, dan 1,3 m³, terhadap dumptruck dengan volume 7 m³, 20 m³, dan 30 m³. Dengan berbedanya volume kapasitas bucket pada masing-masing alat berat maka akan mendapatkan nilai produktivitas yang berbeda, yang berpengaruh pada jumlah alat yang bervariasi. Semakin besar volume kapasitas, semakin sedikit alat berat yang digunakan.

Hasil dari penelitian didapatkan nilai harga sewa terendah yaitu dari kombinasi excavator dengan ukuran 1,3 m³ dan dumptruck ukuran 30 m³ dengan jarak quarry yang terdekat. Harga sewa yang didapatkan adalah sebesar Rp 94.176.497.598,- dengan waktu pengerjaan selama 311 hari dan jumlah alat berat yang dibutuhkan yaitu excavator sebanyak 3 unit dan dumptruck sebanyak 50 unit.

Kata kunci: produktivitas, excavator, dumptruck, harga sewa, optimalisasi

ABSTRACT

Productivity was production capability of heavy equipment using cubic meter per hour as metric scale. This research to identify soil excavation using backhoe and dump truck for carriage. Heavy equipment productivity was affected by bucket capacity, working condition, and cyclic time. Cyclic time was identified by all time that have spent on a heavy equipment in one cyclic time. Working time, quantity of heavy equipment that needed and its rental cost were affected by productivity.

In this research was conducted at Nganjuk – Kertosono Toll Project. Using description analysis method. Excavator for excavate and dump truck for carriage were used. Taking place of soil material at Tarakan, Kediri. The distance between taking place of soil material and Nganjuk toll project were 28,1 km with disposal material place at STA 150+100. The heavy equipment combinations that planned were excavator with bucket capacity 0,5 m³, 0,8 m³, and 1,3 m³ on 7 m³, 20 m³, and 30 m³ of dump truck. The different of bucket capacity volume on each heavy equipment was affected the different of productivity value, that made variations of heavy equipment. The larger of capacity volume made lesser heavy equipment that used

This research was resulted the lowest rental cost at combinations of 1,3 m³ excavator and 30 m³ dump truck with the nearest quarry. The rental cost that obtained was Rp 94.176.497.598,- with working time for 311 days and the quantity of excavator was 3 units and 50 units for dump truck.

Keywords : productivity, excavator, dump truck, rental cost, optimilization.

PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia belakangan ini berkembang sangat pesat, terutama pada bidang konstruksi. Mulai dari pembangunan gedung, jembatan, jalan toll sampai pembangunan bendungan. Sebagian besar pembangunan tersebut menggunakan alat berat. Alat berat adalah faktor penting di dalam proyek-proyek konstruksi. Tujuan dari penggunaan alat berat adalah memudahkan dalam mengerjakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat (Kholil, 2012).

Tidak memerlukan waktu lama dalam menyelesaikan pekerjaan pembangunan karena apabila memakai alat berat akan lebih mudah dan cepat jika dibandingkan dengan alat manual. Tetapi penggunaan alat berat yang kurang tepat seperti tidak sesuai dengan kondisi dan situasi lapangan akan mempengaruhi kinerja dan hasil kerja. Kondisi saat cuaca yang bagus akan memudahkan alat berat untuk bekerja. Kerugian-kerugian seperti tidak tercapainya jadwal yang telah ditentukan, dan rendahnya produksi yang dicapai alat berat merupakan beberapa contoh apabila memakai alat berat yang tidak sesuai dengan kondisi. Tak hanya kondisi pekerjaan, kondisi medan yang buruk juga akan mempengaruhi waktu siklus dari alat berat tersebut yang akan berpengaruh terhadap produktivitas. Jauh dekatnya jarak yang akan ditempuh juga akan mempengaruhi hasil kerja. Apabila jarak tempuh terlalu jauh akan memerlukan waktu yang lama untuk diselesaikan. Untuk pekerjaan pengangkutan, alternatif jarak tempuh dapat dilakukan dengan cara mencari tempat pembuangan yang lebih dekat. Jarak tempuh yang semakin dekat membuat waktu yang ditempuh akan lebih cepat, hal ini juga akan mempengaruhi harga sewa keseluruhan dari alat berat tersebut.

Ada berbagai macam alat berat yang disesuaikan dengan pekerjaannya, seperti pekerjaan galian, pengangkutan, penimbunan dan banyak lagi. Dari macam-macam alat berat tersebut, alat berat juga mempunyai beberapa tipe. Antara satu tipe ke tipe yang lain memiliki perbedaan kapasitas dan juga harga sewa yang berbeda. Semakin besar kapasitas alat berat, semakin mahal harga sewa yang ditawarkan. Tipe alat yang akan digunakan disesuaikan dengan kapasitas dan kondisi pekerjaan.

Analisa produktivitas merupakan suatu cara perhitungan untuk mengetahui banyak produksi dari masing-masing alat berat. Dengan memperhatikan waktu siklus alat berat dapat ditentukan produktivitas

pada masing-masing alat berat. Dengan mengetahui produktivitas masing-masing alat berat untuk pekerjaan galian yaitu *excavator* dan *dump truck*, selanjutnya yang akan dilakukan adalah mengaji ulang dengan cara kombinasi. Mengkombinasikan alat berat dari berbagai tipe dari *excavator* dan *dump truck* dan juga menentukan jumlah alat yang akan digunakan. Hal ini dilakukan agar bisa mendapatkan hasil pekerjaan yang optimal dengan biaya yang minimal.

TUJUAN

Adapun tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui produktivitas alat berat dan harga terendah dari kombinasi dari alat berat excavator dan dump truck.

TINJAUAN PUSTAKA

Alat Berat

Alat berat memiliki faktor penting pada proyek-proyek konstruksi, dengan tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan dalam pekerjaan sehingga hasil dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang lebih singkat.

Alat berat dibagi berdasarkan fungsinya, yaitu: (Rostiyanti, 2002) yaitu Alat Pengolah Lahan, Alat Gali, Alat Angkut, Alat Pemindahan, Alat Pemroses, Alat Penempatan Akhir Material. Sedangkan klasifikasi alat berdasarkan pergerakannya, yaitu Alat dengan Penggerak, Alat Statis.

Excavator untuk pekerjaan penggalian

Excavator atau biasa disebut dengan backhoe merupakan salah satu alat yang dipakai untuk pekerjaan penggalian. Sebagian besar backhoe dilengkapi dengan arms hidrolik dan kabel yang terdapat dibagian lengan berfungsi sebagai penggerak bucket agar dapat mengangkat, meletakkan dan mengeruk material.

Secara garis besar bagian excavator memiliki bagian utama yaitu bagian atas yang (dapat berputar) disebut superstructure, bagian bawah (untuk gerak maju, mundur/berjalan).

Dumptruck untuk pekerjaan pengangkutan

Dumptruck merupakan salah satu alat pengangkut. Dumptruck adalah truk yang isinya dapat di kosongkan tanpa penanganan. Dumptruck ini sendiri dirancang untuk dapat mengangkut material konstruksi dan dapat dipakai dengan kondisi jalan

yang cukup sulit. Memiliki beberapa tipe yang dibedakan dari berat muatan yang dapat di angkut. Umumnya material yang dimuat pada *dump truck* oleh alat pemuat seperti *excavator backhoe* atau *loader*. Untuk membongkar muatan material bak *dump truck* dapat terbuka dengan bantuan sistem hidrolik. Ada beberapa faktor yang digunakan dalam penentuan jenis-jenis *dump truck*, yaitu: berdasarkan cara mengosongkannya *End Dump*, *Side Dump* dan *Bottom Dump*. Berdasarkan muatannya *Dump Truck* ukuran kecil, sedang dan besar.

Produktivitas *Excavator*

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas *excavator*, yaitu :

1. Keadaan pekerjaan, keadaan dan jenis tanah salah satu faktor dari keadaan pekerjaan yang berpengaruh. Jarak pembuangan dan kemampuan operator mengendalikan alat berat juga berpengaruh, dan banyak faktor yang berpengaruh pada keadaan pekerjaan.
2. Keadaan mesin, alat berat yang dipakai harus dicek secara berkala. Tak hanya itu kapasitas bucket dan alat pelengkap yang dipakai dianjurkan sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan.
3. Kapasitas pengangkutan, hal ini berpengaruh pada kedalaman pemotongan dan sudut *swing*. Lamanya siklus dapat dipengaruhi oleh kondisi pengisian bucket, dengan pilihan mengisi bucket hingga penuh dengan beberapa kali gerakan atau dengan mengisi dan membawa bucket berisi material yang seadanya dari hasil satu gerakan.

Produktivitas *Dumptruck*

Menghitung siklus *dumptruck* didapat dengan menghitung waktu-waktu yang diperlukan, yaitu :

1. Waktu muat, yaitu waktu yang diperlukan untuk memuat material ke dalam *dump truck*
2. Waktu angkut material dan kembali pada keadaan kosong
3. Waktu bongkar muatan di daerah bongkaran
4. Waktu yang dibutuhkan untuk mengambil posisi dimuati dan untuk *loader* memuati *dumptruck*.

Nilai Kecepatan dari Nilai Ketahanan

Nilai ketahanan terdiri dari ketahanan kemiringan dan tahanan gelinding.

- Tahanan kemiringan
Kemiringan didapat dari perbedaan tinggi dari elevasi titik awal menuju elevasi titik akhir. Untuk menghitung tahanan kemiringan yaitu

perbedaan tinggi rata-rata dibagi dengan jarak dari titik awal ke titik tujuan.

- Tahanan Gelinding
Dilihat dari kondisi atau keadaan tanah yang baik atau buruk pada saat dilalui oleh kendaraan.

Kebutuhan Peralatan *Excavator* dan *Dumptruck*

Untuk mencari kebutuhan jumlah alat berat dapat digunakan rumus (Rochmanhadi, 1985):

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

Dimana:

- n = Jumlah unit peralatan perjenis (unit)
- V = Volume perjenis pekerjaan (m^3)
- W_e = Waktu efektif hari kerja (hari)
- S = Standart jam kerja perhari (jam/hari)
- Q = Produksi persatuan-satuan waktu (m^3 /jam)

Untuk pekerjaan *dumptruck*, maka rumusan kebutuhan peralatan adalah (Rostiyanti, 2002):

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

Dimana:

- m = Jumlah unit *dumptruck*
- Q = Produksi alat *excavator* (m^3 /jam)
- Q_1 = Produksi alat *dumptruck* (m^3 /jam)
- n = Jumlah unit *excavator*

Waktu Penggunaan Alat Berat

Untuk menghitung waktu yang dibutuhkan pada pekerjaan yaitu (Rostiyanti, 2002) :

$$\text{Waktu pengerjaan} = \frac{\text{Volume Tanah}}{\text{Produksi Alat} \times \text{jam kerja}}$$

Biaya Penggunaan Alat Berat

Perhitungan harga satuan dasar alat, yaitu terdiri dari (Permen PUPR, 2016):

- Biaya pasti
- Biaya tidak pasti atau operasi

Biaya pasti adalah biaya pengembalian modal dan bunga setiap tahun, dihitung dengan cara :

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

$$= \frac{(B - C) \times D + (ins \times D)}{W}$$

Dimana :

- G = biaya pasti per jam (rupiah)
- B = harga pokok alat setempat (rupiah)
- C = nilai sisa alat
- D = faktor angsuran atau pengembalian modal
- E = biaya pengembalian modal

F = biaya asuransi, pajak dan lain-lain per tahun
W = jumlah jam kerja alat dalam satu tahun

a) Nilai sisa alat

Nilai sisa alat : $C = 10\%$ harga alat

b) Tingkat suku bunga, faktor angsuran modal dan biaya pengembalian modal

Faktor angsuran modal :

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

Biaya pengembalian modal :

$$E = \frac{(B-C) \times D}{W}$$

Dimana :

A = umur ekonomis alat (tahun)

i = tingkat suku bunga (% per tahun)

B = harga pokok alat berat (rupiah)

C = nilai sisa alat (%)

W = jumlah jam kerja (jam)

c) Asuransi dan pajak

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

Dimana :

Ins = asuransi (%)

B = harga pokok alat (rupiah)

W = jumlah jam kerja alat (jam)

Biaya operasional adalah biaya yang dikeluarkan pada saat alat bekerja. Biaya-biaya tersebut adalah (Permen PUPR, 2016) :

- Biaya bahan bakar
Tiap macam alat berat memiliki kebutuhan bahan bakar yang berbeda-beda.
 $H = (12 \text{ s/d } 15)\% \times \text{HP} \times \text{Bs}$
- Biaya minyak pelumas
 $I = (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \times \text{Bm}$
- Biaya bengkel
 $J = (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times \text{B/W}$
- Biaya perbaikan
 $K = (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times \text{B/W}$
- Biaya operator
Biaya operator adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk operator tiap daerah berbeda.
 $L = 1 \text{ orang/jam} \times \text{U1}$
- Biaya operasi
Biaya operasi : $P = H + I + J + K + L$

kerja perhari. Pekerjaan yang dikerjakan yaitu pada STA 150+400 sampai dengan STA 152+400 yang memiliki jarak 2 km.

Penelitian ini menggunakan metode deskripsi analitis. Dimana metode ini bertujuan untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap suatu obyek penelitian yang diteliti melalui data yang telah terkumpul dan membuat kesimpulan yang berlaku secara umum. Kemudian menghitung jumlah kebutuhan alat berat yang diperlukan.

Tabel 1. Faktor Kombinasi Alat Berat

	Indeks	Keterangan
Excavator	A1	0,5 m ³
	A2	0,8 m ³
	A3	1,3 m ³
Dumptruck	B1	7 m ³
	B2	20 m ³
	B3	30 m ³

Tabel 2. Variasi Kombinasi Alat Berat

	A1	A2	A3
B1	A1B1	A2B1	A3B1
B2	A1B2	A2B2	A3B2
B3	A1B3	A2B3	A3B3

Menghitung Produksi kerja Excavator

Kapasitas Produksi (Rochmanhadi,1985)

$$P = \frac{q \times k \times 3600 \times E}{Cms}$$

Dimana :

P = Produksi per jam (m³/jam)

Cms = Cycle Time (detik)

q = Kapasitas Bucket (m³)

E = Faktor efisiensi

k = Faktor Pengisian Bucket

Perhitungan Waktu Siklus (Cycle Time)

T = Waktu gali + (2 x waktu putar) + waktu buang

METODE PENELITIAN

Lokasi pada penelitian ini bertempat di proyek Toll Nganjuk - Kertosono, Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan pada waktu 7 hari, dengan 8 (delapan) jam

Menghitung Produksi kerja dumptruck
(Rochmanhadi, 1985) :

$$P = \frac{C \times 60 \times E}{Cmt}$$

Dimana:

P = Produktivitas *dumptruck* (m³/jam)

C = Kapasitas *dumptruck* (m³), $C = n \times q_1 \times K$

E = Faktor Efisiensi

Cmt = Cycle time atau waktu siklus (menit)

K = Faktor *bucket* (Tabel 2.2)

Perhitungan waktu siklus atau cycle time:

$$Cmt = (n \times Cms) + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2$$

$$n = \frac{C_1}{q_1} \times K$$

Dimana :

Cmt = Cycle time atau waktu siklus (menit)

Cms = Waktu muat (menit)

t₁ = *Time dumping* atau waktu buang (menit)

t₂ = Waktu akan mengisi atau akan memuat (menit)

n = Jumlah siklus pada *backhoe* untuk mengisi *dumptruck*

C₁ = Kapasitas rata-rata *dumptruck* (m³)

q₁ = Kapasitas bucket dari loader (m³)

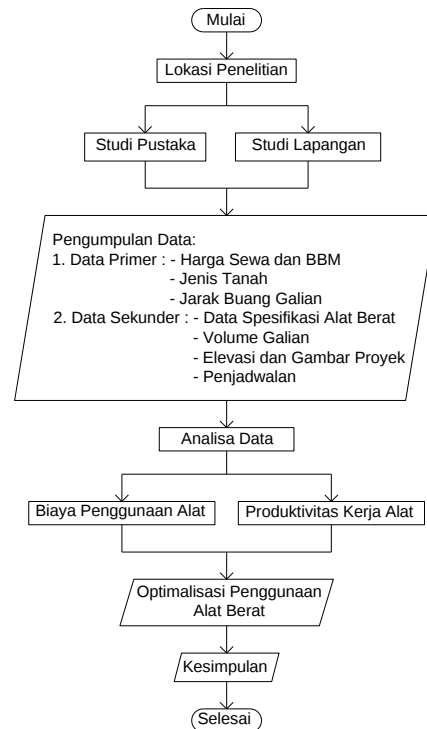
K = Faktor bucket

D = Jarak angkut *dumptruck* (m)

V₁ = Kecepatan angkut/bermuatan (m/menit)

V₂ = Kecepatan kembali/kosong (m/menit)

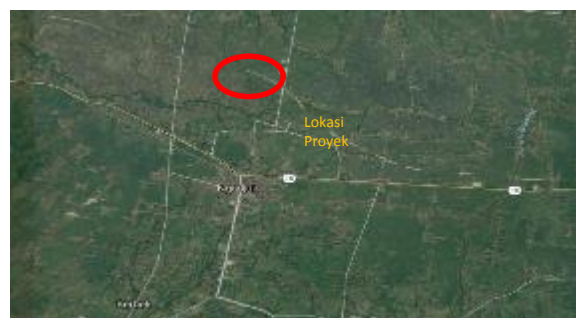
Setelah semua data terkumpul kemudian menganalisa data. Langkah pertama yaitu menghitung produktivitas alat berat. Selanjutnya menghitung jumlah kebutuhan alat dan waktu pengerjaan. Kemudian dihitung biaya penggunaan dari masing-masing alat berat. Selanjutnya kita mendapatkan kombinasi yang baik, dilihat dari segi biaya dan waktu. Dari masing-masing kombinasi alat berat tersebut dipilih kombinasi alat yang menghasilkan waktu yang cepat dengan biaya yang termurah



Gambar 3 Diagram alir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

- Nama : Tol Nganjuk-Kertosono
- Lokasi : Nganjuk – Kertosono
- Nilai : Rp 47,999,097,130,-
- Pemilik : PT Jasa Marga (Persero)
- Kontraktor : China Road And Bridge Corporation, PT WIKA (Persero) dan PT PP (Persero)
- Subkontraktor : PT Lancarjaya Mandiri Abadi
- Waktu Pelaksanaan : Agustus 2016 – Agustus 2017



Gambar 4. Lokasi Proyek

Alat Berat yang direncanakan

a. Backhoe/Excavator

1. PC130



Gambar 5. Excavator PC130

- Kapasitas Bucket : 0,5 m³
- Net HP : 69,2 HP
- Max Menggali : 8,34 meter

2. PC200



Gambar 6. Excavator PC200

- Kapasitas Bucket : 0,8 m³
- Net HP : 114 HP
- Max Menggali : 9,8 meter

3. PC350



Gambar 7. Excavator PC350

- Kapasitas Bucket : 1,4 m³
- Net HP : 188 HP
- Max Menggali : 11,6 meter

b. Dumptruck Hino

1. 7 m³



Gambar 8. Dump Truck 7 m³

Dimensi : Panjang 7,6 m, lebar 2,5 m, tinggi 2,7 m

- Kapasitas Bak : 7 m³
- Daya mesin : 128 HP
- Bobot operasi : 15 ton

2. 20 m³



Gambar 9. Dump Truck 20 m³

Dimensi : Panjang 8,6 m, lebar 2,5 m, tinggi 2,7 m

- Kapasitas Bak : 20 m³
- Daya mesin : 256 HP
- Bobot operasi : 26 ton

3. 30 m³



Gambar 10. Dump Truck 30 m³

Dimensi : Panjang 8,7 m, lebar 2,5 m, tinggi 2,9 m

- Kapasitas Bak : 30 m³
- Daya mesin : 316 HP
- Bobot operasi : 26 ton

Pengamatan di Lapangan

Pengamatan dilakukan pada 2 (dua) tempat, yaitu di quarry dan di proyek. Alat yang dipakai Excavator SK350 dengan ukuran bucket 1,3 m³ dan Dumptruck dengan ukuran 20 m³.

Waktu siklus Excavator :

- Waktu gali = 4,24 det
- Waktu putar = 2,83 det, Sudut putar = 90°
- Waktu buang = 2,67 det
- Waktu putar = 1,92 det, Sudut putar = 90°

Total waktu siklus = 11,65 det

Banyak waktu siklus excavator mengisi dumptruck rata-rata (n) = 15 kali

Produktivitas Excavator = 102,375 m³/jam

Waktu siklus Dumptruck:

- Waktu muat = 4,43 menit
- Waktu angkut = 80 menit
- Waktu bongkar = 0,55 menit
- Waktu kembali = 63 menit
- Waktu antri dan lain-lain = 11 menit

Total waktu siklus = 159 menit

Jumlah Dumptruck hari ke 1 = 39 uni

Volume yang diangkut = 819 m³

Produktivitas Dumptruck = 102,375 m³/jam

Produksi Excavator

Tabel 3. Produksi Excavator

Indeks	Volume (m3)	Produktivitas (m3/jam)
A1	0,5	20,475
A2	0,8	39,709
A3	1,3	73,428

Produksi Dumptruck

Tabel 4. Produksi Dumptruck

Indeks	K	Waktu siklus excavator (detik)	n	n x Cms (menit)	d1/v1 + d2/v2 (menit)	t1 (menit)	t2 (menit)
A1B1	0,7	40	9	6,00	143,70	1	0,25
A1B2	0,7	40	28	18,67	143,49	1,2	0,3
A1B3	0,7	40	42	28	128,08	1,3	0,35
A2B1	0,7	33	6	3,3	143,70	1	0,25

A2B2	0,7	33	18	9,9	143,49	1,2	0,3
A2B3	0,7	33	26	14,3	128,08	1,3	0,35
A3B1	0,7	29	4	1,933	143,70	1	0,25
A3B2	0,7	29	11	5,32	143,49	1,2	0,3
A3B3	0,7	29	17	8,217	128,08	1,3	0,35

Indeks	K	Waktu siklus Dumptruck (Cmt) (menit)	Koefisien	Produksi Dumptruck (m3/jam)
A1B1	0,7	150,95	0,65	0,8139
A1B2	0,7	163,65	0,65	2,3354
A1B3	0,7	157,73	0,65	3,6346
A2B1	0,7	148,25	0,65	0,8839
A2B2	0,7	154,89	0,65	2,5381
A2B3	0,7	144,03	0,65	4,0666
A3B1	0,7	146,88	0,65	0,9665
A3B2	0,7	150,30	0,65	2,5973
A3B3	0,7	137,95	0,65	4,3735

Jumlah Alat yang dibutuhkan

Volume tanah yang akan dipadatkan = 394907 m³

Maka volume yang akan diangkut = 394907 x 1,39

= 548920 m³

Tabel 4. Kebutuhan Alat Berat

Produktivitas			Jumlah Alat	
	A	B	A	B
A1B1	20,475	0,813856	10	252
A1B2	20,475	2,335412	10	88
A1B3	20,475	3,634577	10	56
A2B1	39,70909	0,883924	5	225
A2B2	39,70909	2,538099	5	78
A2B3	39,70909	4,066603	5	49
A3B1	73,42759	0,966494	3	228
A3B2	73,42759	2,597332	3	85
A3B3	73,42759	4,373489	3	50

Waktu yang dikerjakan

Tabel 5. Waktu Pengerjaan

Indeks	Produktivitas (m3/jam)		Waktu (hari)	
	A	B	A	B
A1B1	204,75	204,75	336	336
A1B2	204,75	204,75	336	336
A1B3	204,75	204,75	336	336
A2B1	198,5455	198,5455	346	346
A2B2	198,5455	198,5455	346	346
A2B3	198,5455	198,5455	346	346
A3B1	220,2828	220,2828	311	311
A3B2	220,2828	220,2828	311	311
A3B3	220,2828	220,2828	311	311

Pekerjaan dengan berbeda tempat quarry

Pemilihan tempat berbeda pada Quarry terdekat yaitu di daerah Berbek, Nganjuk. Jarak hari proyek tol ke tempat berbek, sejauh 12,8 km. Dipilih kombinasi alternatif A1B1 dan A3B3. Menghitung produktivitas hingga waktu memakai cara yang sama, sehingga mendapatkan hasil :

Tabel 6 Produksi dan Kebutuhan Alat Alternatif

Indeks	Produksi (m³/jam)		Jumlah Alat	
	A	B	A	B
Alternatif A1B1	20,475	1,695	10	121
Alternatif A3B3	73,427	8,261	3	27

Tabel 7 Waktu Pengerjaan Alternatif

Indeks	Produktivitas (m3/jam)		Waktu (hari)	
	A	B	A	B
Alternatif A1B1	204,75	204,75	336	336
Alternatif A3B3	220,28	220,28	312	312

Biaya Sewa Alat Berat

No.	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A. URAIAN PERALATAN				
1	Jenis Peralatan	Dumptruck 7 m3		
2	Tenaga	Pw	128,222	HP
3	Kapasitas	Cp	7,0	m3
4	Alat Baru	A	5,0	Tahun
5	a. Umur Ekonomis	W	2,760	Jam
6	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun			
	c. Harga Alat	B	294.500.000	Rupiah

No.	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
B. BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1	Nilai Sisa Alat	= 10 % x B	C	29.450.000 Rupiah
2	Faktor Angsuran Modal	= $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,26380 -
3	Biaya Pasti per Jam :			
a.	Biaya Pengembalian Modal	= $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	25.333,16 Rupiah
b.	Asuransi, dll	= $\frac{0,002 \times B}{W}$	F	213,41 Rupiah
Biaya Pasti per Jam		(E + F)	G	25.546,57 Rupiah
No.	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
C. BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1	Bahan Bakar	= (12%-15%) x Pw x Ms	H	150.019,74 Rupiah
2	Pelumas	= (2,5%-3%) x Pw x Mp	I	100.397,83 Rupiah
	Biaya bengkel	= $\frac{(6,25\% \text{ dan } 8,75\%) \times B}{W}$	J	9.337 Rupiah
3	Perawatan (12,5 % - 17,5 %) x B	perbeW	K	18.673,01 Rupiah
4	Operator	= (1 Orang / Jam) x U1	L	19.750,00 Rupiah
Biaya Operasi per Jam		(H+I+K+L+M)	P	298.177,08 Rupiah
D. TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM		= (G + P)	T	323.723,64 Rupiah/jam
				2.589.789,14 Rupiah/hari

No.	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
E. LAIN - LAIN				
1	Tingkat Suku Bunga	i	10,00	% / Tahun
2	Upah Operator / Sopir	U1	19.750,00	Rp./Jam
3	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	18.500,00	Rp./Jam
4	Bahan Bakar Bensin	Mb	8.500,00	Liter
5	Bahan Bakar Solar	Ms	7.800,00	Liter
6	Minyak Pelumas	Mp	26.100,00	Liter
7	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan			

Tabel 8. Harga Sewa Alat

Indeks	Jumlah Alat		Waktu Peng- erjaan	Harga Sewa
	A	B		
A1B1	10	252	336	Rp 233.165.441.375
A1B2	10	88	336	Rp 177.235.698.289
A1B3	10	56	336	Rp 149.886.418.950
A2B1	5	225	346	Rp 209.714.394.308
A2B2	5	78	346	Rp 158.088.085.658
A2B3	5	49	346	Rp 129.643.628.854
A3B1	3	228	312	Rp 191.079.198.458
A3B2	3	85	312	Rp 157.949.598.092
A3B3	3	50	312	Rp 123.248.580.093
Alternatif A1B1	10	121	336	Rp 118.803.645.218
Alternatif A3B3	3	27	312	Rp 68.926.170.992

Tabel 9 Harga Sewa dengan Harga Material

Indeks	Harga Sewa
A1B1	Rp 233.165.441.375
A3B3	Rp 123.248.580.093
Alternatif A1B1	Rp 144.053.971.823
Alternatif A3B3	Rp 94.176.497.598

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dari hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Nilai produktivitas yang di dapatkan di lapangan yaitu sebesar 102,375 m³/jam, dengan indeks A3B2. Sedangkan nilai produktivitas pada hasil teoritis dengan nilai indeks A1 memiliki nilai 204,75 m³/jam, A2 198,545 m³/jam dan A3 220,283 m³/jam.
2. Untuk waktu pekerjaan dengan indeks A1 membutuhkan waktu 336 hari, A2 membutuhkan 346 hari, sedangkan A3 membutuhkan waktu 311 hari kalender. Untuk harga sewa termurah pertama yaitu indeks A3B3 dengan harga Rp 123.248.580.093,- dengan jumlah alat sebanyak 3 unit Excavator 1,3 m³ dan 50 unit Dumptruck 30 m³. Selanjutnya harga sewa termurah kedua yaitu A2B3 dengan harga Rp 129.643.628.854,- dengan jumlah alat sebanyak 5 unit Excavator 0,8 m³ dan 49 unit Dumptruck 30 m³. Harga sewa termurah ketiga yaitu A1B3 dengan harga Rp 149.886.418.950,- dengan jumlah alat sebanyak 10 unit Excavator 0,5 m³ dan 56 unit Dumptruck 30 m³. Untuk kombinasi alternatif dengan indeks alternatif A1B1 memiliki biaya sewa sebesar Rp 118.803.645.218,- dengan jumlah alat 10 unit Excavator 0,5 m³ dan 56 unit Dumptruck 7 m³. Sedangkan untuk alternatif A3B3 memiliki biaya sewa sebesar Rp 68.926.170.992,- dengan jumlah alat 3 unit Excavator 1,3 m³ dan 27 unit Dumptruck 30 m³.
3. Harga sewa terendah yaitu dengan indeks A3B3 dan alternatif A3B3. Dengan harga sewa untuk indeks A3B3 Rp 122.853.552.592,- dengan waktu lebih cepat dari kombinasi lain yaitu 311 hari dengan jumlah alat Excavator 1,3 m³ sebanyak 3 unit dan Dumptruck 30 m³ sebanyak 50 unit. Sedangkan indeks Alternatif A3B3 mendapatkan harga sewa yang sudah dijumlahkan dengan selisih harga material

antara quarry baru dan quarry lama yaitu sebesar pada Rp 94.176.497.598,- dengan waktu sama kombinasi A3B3 yaitu 311 hari dengan jumlah alat Excavator 1,3 m³ sebanyak 3 unit dan Dumptruck 30 m³ sebanyak 50 unit. Sehingga dipilih pada indeks Alternatif A3B3 dengan excavator 1,4 m³ dan Dumptruck 30 m³.

SARAN

Berdasarkan penelitian, kami dapat memberi saran sebagai berikut.

1. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan kebutuhan, dapat memperhatikan kombinasi antara kapasitas excavator dan dumptruck agar mendapatkan nilai produktivitas yang maksimal.
2. Sebelum menentukan alat berat, banyak faktor yang diperhatikan yaitu kondisi jalan, cuaca, jauh dekatnya tempat pengambilan material, dan harga sewa alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kholil, Ahmad. (2012). *Alat Berat*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Rochmanhadi. (1985). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti, S.F. (2002). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.