

**ANALISIS PEMILIHAN KOMBINASI ALAT BERAT PADA PEKERJAAN
PEMINDAHAN TANAH PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL SOLO-
KERTOSONO PAKET 3 ZONA 2 (STA. 128+500 – STA. 132+000)**

Tahrir A. Nasukha¹, Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia
Email: tahrir.nasukha@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia
Email: fitri.nugraheni@uii.ac.id

Abstract: *The construction of the Solo-Kertosono Toll Road for the Solo-Kertosono package 3 section at the initial stage was dominated by excavation and landfill work, therefore careful planning was needed, to support the work heavy equipment became an important factor, so it was necessary to pay attention to the needs and productivity. The purpose of this study is to find out the optimal combination of heavy equipment so that the amount of cost and time of work can be obtained efficiently. The optimal combination of heavy equipment is obtained by comparing the productivity of several alternatives which include a combination of excavators, bulldozers and dump trucks. The production capacity of the tool can be obtained by calculating and required primary and secondary data which is then processed using the calculation method from the related literature. From the calculation of tool requirements, there were three alternative combinations of machines which were then compared with the original conditions in the field, so that alternative 2 was obtained as the most optimal combination consisting of 8 units of excavators, 2 units of bulldozers, and 32 units of dump trucks. Alternative 3 can save 387 hours of work time and save costs of Rp. 3,869,567,600.00, so it is recommended for the construction of Solo-Kertosono Toll Road Package 3 Zone 2 (STA. 128 + 500 - STA. 132 + 000).*

Keywords: *Optimal, Combination, Heavy Equipment, Excavator, Bulldozer, Dump Truck*

1. LATAR BELAKANG

Pembangunan infrastruktur yang cukup pesat di Indonesia secara tidak langsung berdampak besar pada perkembangan dunia konstruksi di Indonesia, terutama dalam hal penggunaan teknologi dan alat bantu dalam menyelesaikan pekerjaan konstruksi. Pemakaian alat bantu untuk menyelesaikan pekerjaan, dalam hal ini adalah alat berat, tentu sangat diperlukan karena dengan keberadaan alat berat pada suatu proyek akan menguntungkan dalam hal waktu pekerjaan yang cepat, efisiensi biaya, dan nilai-nilai ekonomis lainnya.

Penggunaan Alat berat dalam suatu proyek ditujukan untuk memudahkan penyelesaian pekerjaan yang sudah tidak efisien lagi apabila dilakukan dengan tenaga manusia. Produktivitas alat berat dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantaranya tipe alat berat, pemilihan kombinasi alat berat yang diperlukan, keahlian operator alat, dan kondisi alat. Perawatan alat berat dengan baik akan membuat produktivitas alat berat lebih optimal dan menghasilkan biaya produksi yang lebih rendah (Sastroamijoyo 1981).

Infrastruktur jalan sangat penting dalam menunjang kegiatan ekonomi. Banyak manfaat ekonomi diperoleh dari infrastruktur jalan anatara lain pendapatan, aksesibilitas, lapangan kerja saat konstruksi jalan, penurunan biaya transportasi, penghematan biaya dan waktu, dan peningkatan produktivitas industri. Jalan Tol Ngawi-Kertosono adalah jalan tol sepanjang 87,02 kilometer yang dimulai dari Kabupaten Ngawi sampai Kertosono, Nganjuk. Jalan tol ini merupakan bagian dari ruas jalan tol Solo-Kertosono, dengan lengkapnya ruas jalan tol Solo-Kertosono maka diharapkan maksud dan tujuan dibangunnya jalan tol tersebut dapat tercapai, yaitu untuk meningkatkan aksesibilitas dan kapasitas jaringan jalan dalam melayani lalu lintas di koridor Trans Jawa diantaranya untuk meningkatkan produktivitas melalui pengurangan biaya

distribusi dan menyediakan akses ke pasar regional maupun internasional, dan merupakan salah satu koridor target Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) dengan penyelesaian sampai dengan 2014, sehingga dapat menyediakan jaringan jalan yang efisien di Pulau Jawa.

2. TUJUAN

Tujuan penelitian adalah :

Untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan pemindahan tanah pada proyek pembangunan pembangunan Jalan Tol Solo-Kertosono Paket 3 Zona 2 (STA. 128+500 – STA. 132+000).

3. MANFAAT

Penelitian memiliki manfaat untuk mengetahui dan kemudian menganalisis produktivitas alat berat dalam pekerjaan galian timbunan serta menghasilkan data tentang kombinasi alat berat yang paling tepat agar pekerjaan galian timbunan dapat berlangsung dengan efektif dan efisien dalam segi biaya dan durasi waktu pekerjaan. Manfaat lain dari penelitian yang dilakukan diantaranya dapat menambah wawasan pengetahuan bagi pembaca tentang pemilihan kombinasi alat berat yang dapat digunakan pada pekerjaan galian timbunan serta pengelolaan kombinasi tersebut agar pemanfaatannya dapat lebih optimal.

4. BATASAN PENELITIAN

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dilakukan karena dalam menyusun penelitian ini terdapat banyak keterbatasan kemampuan dan waktu, maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah untuk mengerucutkan pokok tujuan dari penelitian yang dilakukan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Jalan Tol Solo-Kertosono

- Paket 3 Zona 2 (STA. 128+500 – STA. 132+000).
2. Penelitian tertuju pada pekerjaan pemindahan tanah galian dan timbunan.
 3. Kombinasi alat berat yang digunakan adalah bulldozer, excavator dan dump truck.
 4. Data yang digunakan berupa jenis alat berat yang digunakan, jam kerja alat dan biaya peminjaman alat.
 5. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 7 jam/hari.

5. LANDASAN TEORI

5.1. Sifat Kembang Susut Tanah

Sebelum pekerjaan tanah dilaksanakan, terlebih dahulu harus diketahui sifat dari tanah tersebut. Penggusuran dan pemampatan perlu diketahui, karena tanah yang sudah dikerjakan akan mengalami perubahan volume antara lain.

1. Keadaan asli (*insitu*), yaitu keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi.
2. Keadaan gembur (*loose*), yaitu material tanah yang telah digali dari tempat asalnya (kondisi asli).
3. Keadaan padat (*compact*), keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan), volume akan menyusut.

Tabel 5.1 Sifat-Sifat Beberapa Macam Tanah

| No | Jenis Tanah | Swell (%) | Load Faktor |
|----|---------------------------|-----------|-------------|
| 1 | Lempung alami | 38 | 0,72 |
| 2 | Lempung berkerikil kering | 36 | 0,73 |
| 3 | Lempung berkerikil basah | 33 | 0,73 |
| 4 | Tanah biasa baik kering | 24 | 0,81 |
| 5 | Tanah biasa baik basah | 26 | 0,79 |
| 6 | Kerikil | 14 | 0,88 |
| 7 | Pasir kering | 11 | 0,90 |
| 8 | Pasir basah | 12 | 0,89 |
| 9 | Batu | 62 | 0,61 |

Sifat-sifat tanah yang disebutkan di atas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli, karena apabila tanah dipindahkan dari tempat asalnya selalu akan ada perubahan isi dan kepadatan dari keadaan tanah aslinya, maka data-data tanah di atas di konversikan.

5.2. Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume galian dan timbunan pada pekerjaan pemindahan tanah yang ditinjau dihitung dengan metode *cross section* dengan penentuan volume melintang digunakan perhitungan dengan prismoida.

$$V = \frac{d}{6} \cdot (A1 + 4AM + A2)$$

$$AM = \frac{A1+A2}{2}$$

Keterangan:

d = jarak antar potongan (m)

A1 = luas penampang potongan 1

A2 = luas penampang potongan 2

5.3. Pengertian Alat Berat

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-nilai ekonomis dan lainnya.

5.4. Metode Perhitungan Alat Berat yang Digunakan

1. Excavator

Kegunaan *Excavator* adalah sebagai peralatan dasar untuk alat-alat penggali dan memuat. Berikut adalah bagian-bagian utama dari *Excavator*.

- a. Bagian atas yang dapat berputar (*Revolving Unit*)
- b. Bagian bawah untuk tujuan berpindah tempat (*Travel Unit*).
- c. Bagian-bagian tambahan (*attachments*) yang dapat diganti-ganti, sesuai dengan pekerjaan yang hendak dikerjakan. *Attachment* tersebut antara lain, *dipper shovel*, *backhoe*, *dragline* dan *clamshell*.

Excavator ada yang digerakkan dengan roda rantai (*trucks* atau *crawler*

mounted) dan yang dengan roda ban karet (*Wheel* atau *truck mounted*). Umumnya *excavator* mempunyai tiga mesin penggerak pokok, sedangkan untuk gerakan *excavator* dalam beroperasi adalah sebagai berikut.

- a. Mengisi *bucket* (*land bucket*)
- b. Mengayun (*swing loaded*)
- c. Membongkar beban (*dump bucket*)
- d. Mengayun balik (*swing empty*)

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi, 1986):

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

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m³/jam)
q = Produksi per siklus (m³)
E = Efisiensi kerja

C_m = Waktu siklus dalam menit

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Rochmanhadi, 1986):

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

2. *Bulldozer*

Bulldozer dikenal sebagai alat berat yang memiliki traksi besar. Oleh karenanya *bulldozer* difungsikan untuk menggali, mendorong, menggosur, dan juga mengeruk material. *Bulldozer* bisa dimanfaatkan untuk pembersihan lahan dari pepohonan, membuka lahan baru, memindahkan material, mengisi material pada scraper, membersihkan quarry, dan lain sebagainya. *Bulldozer* juga sangat multi fungsi karena bisa dioperasikan pada segala medan mulai dari yang berbatu, berlumpur, berbukit, sampai di daerah perhutanan.

Produksi *Bulldozer* dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Q = q \times \frac{60}{C_m} \times E \times f$$

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m³/jam)
q = Produksi per siklus (m³)
E = Efisiensi kerja
C_m = Waktu siklus dalam menit
F = Koefisien perubahan volume tanah

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

Keterangan:

q = Produksi per siklus (m³)
L = Lebar blade/sudut (cm)
a = Faktor blade

3. *Dump Truck*

Dump Truck dimasukkan sebagai suatu alat pengangkut yang dapat menumpahkan sendiri muatannya dari dalam badannya. *Dump truck* yang pembuangannya ke belakang cocok digunakan untuk pengangkutan berbagai bahan. Bentuk bak, seperti seberapa tajam sudut-sudutnya, pojok-pojok dan bentuk bagian belakang, tempat bahan itu mengalir selama pencurahan muatan akan mempengaruhi mudah atau sulitnya pencurahan.

Untuk menghitung produksi *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

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

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m³/jam)
C = Kapasitas *dump truck* (m³)
E = Efisiensi kerja
C_m = Waktu siklus dalam menit
Secara umum jumlah alat dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$n = \frac{\text{Produksi alat berat yang paling berpengaruh}}{\text{Produksi dicari}}$$

6. METODE PENELITIAN

Metode penelitian disusun untuk mengarahkan pembahasan studi secara terstruktur mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah,

pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung di lapangan, melakukan pengolahan dan interpretasi data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti.

6.1. Metode Pengolahan Data

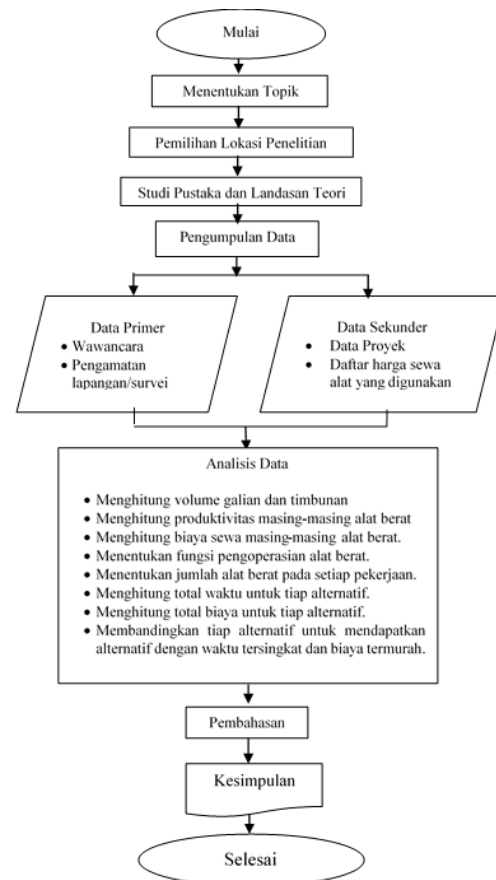
Metode pengolahan data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan baik itu data primer maupun data sekunder. Sebelum pengolahan data dilakukan terlebih dahulu melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan studi pustaka yang didapat dari berbagai buku-buku literatur.
2. Merangkum teori yang berhubungan antara manajemen konstruksi dan hal-hal lain yang saling terkait.
3. Mengumpulkan data dari penjelasan yang didapat langsung dari kontraktor pelaksana proyek.
4. Melakukan penyusunan konsep pemilihan alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan tanah.

Untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya, akan dilakukan perhitungan manual pada tiap tahapnya. Berikut adalah perhitungan untuk tiap tahapannya.

1. Menghitung volume galian dan timbunan dari peta kontur tanah asli terhadap elevasi rencana.
2. Menghitung produktivitas masing-masing alat berat.
3. Menghitung biaya sewa masing-masing alat berat.
4. Menentukan fungsi pengoperasian alat berat.
5. Menentukan jumlah alat berat pada setiap pekerjaan.
6. Menghitung total waktu untuk tiap alternatif.
7. Menghitung total biaya untuk tiap alternatif.
8. Membandingkan tiap alternatif untuk mendapatkan alternatif dengan waktu tersingkat dan biaya termurah.

6.2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 6.1 Bagan Alir Penelitian

7. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

7.1. Analisis Data

Studi kasus pada penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Kertosono Paket 3 Zona 2 (STA. 128+500 – STA. 132+000).

Lokasi proyek : Jalan Tol Solo – Kertosono
Paket 3 Zona 2
(STA. 128+500 –
STA. 132+000)

Panjang Jalan : 3,5 kilometer

1. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

Perhitungan volume dilakukan dengan metode *cross section* dan prismoida, dimana dengan menggunakan aplikasi Autocad 2017 didapatkan luasan dari *cross section* yang kemudian dapat dihitung volumenya dengan metode prismoida. Dari analisis perhitungan volume diperoleh volume galian

sebesar 460.679,5 m³ dan volume timbunan sebesar 173.946,1 m³.

Contoh perhitungan volume galian :

Luas cross section :

$$(A1) : 392,6830 \text{ m}^2$$

$$(A2) : 437,2835 \text{ m}^2$$

Jarak antar cross section (h) : 25 m

Volume :

$$\begin{aligned} &= \frac{h}{6} \times \left(A1 + 4 \left(\frac{A1+A2}{2} \right) + A2 \right) \\ &= \frac{25}{6} \times \left(392,6830 + 4 \left(\frac{392,6830+437,2835}{2} \right) + 437,2835 \right) \\ &= 10374,50 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat

a. Excavator

1) Menggali

$$\begin{aligned} C_m &= \text{waktuk gali} + (2 \times \text{waktu putar}) \\ &\quad + \text{waktu buang} \\ &= 13 + (2 \times 7) + 7 \\ &= 34 \text{ dtk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= q' \times K \\ &= 1,8 \times 0,8 \\ &= 1,44 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= (q \times 3600 \times E) / C_m \\ &= (1,44 \times 3600 \times 0,75) / 34 \\ &= 114,35 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2) Memuat

$$\begin{aligned} C_m &= \text{waktuk gali} + (2 \times \text{waktu putar}) \\ &\quad + \text{waktu buang} \\ &= 6 + (2 \times 5) + 7 \\ &= 25 \text{ dtk} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= q' \times K \\ &= 1,8 \times 0,8 \\ &= 1,44 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times 3600 \times E}{C_m} \\ &= \frac{1,44 \times 3600 \times 0,75}{25} \\ &= 155,52 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

b. Bulldozer

1) Area Galian

$$\begin{aligned} C_m &= \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \\ &= \frac{12,5}{83,33} + \frac{12,5}{83,33} + 0,05 \\ &= 0,35 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= L \times H^2 \times a \\ &= 3,980 \times 0,952 \times 0,7 \\ &= 2,51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{60}{C_m} \times q \times E \times f \\ &= \frac{60}{0,35} \times 2,51 \times 0,75 \times 1 \\ &= 323,28 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

2) Area Timbunan

$$\begin{aligned} C_m &= \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \\ &= \frac{32}{83,33} + \frac{32}{83,33} + 0,05 \\ &= 0,82 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= L \times H^2 \times a \\ &= 3,980 \times 0,952 \times 0,9 \\ &= 3,23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{60}{C_m} \times q \times E \times f \\ &= \frac{60}{0,82} \times 3,23 \times 0,75 \times 1 \\ &= 177,84 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

c. Dump Truck

$$\begin{aligned} n &= \frac{c}{q' \times k} \\ &= \frac{10}{1,8 \times 0,8} \\ &= 7 \text{ siklus} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= n \times q' \times K \\ &= 7 \times 1,8 \times 0,8 \\ &= 10,08 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$C_m = n \times C_m + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} +$$

t₁ + t₂

$$\begin{aligned} &= 7 \cdot 0,4 + \frac{1500}{133,33} + \frac{1500}{250} + 0,6 + 0,2 \\ &= 21 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{c \times 60 \times E}{C_m} \\ &= \frac{10,08 \times 60 \times 0,75}{21} \\ &= 21,63 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Biaya Sewa Alat Berat

a. Excavator

| | |
|-----------------|--|
| Jenis alat | : Excavator PC300-8 |
| Merek | : Komatsu |
| Harga sewa alat | = Rp450.600,00/jam |
| Bahan bakar | = 20 liter/jam × 8.500,00 = Rp170.000,00 |
| Operator | = Rp150.000,00 /hari = Rp21.500,00 /jam |
| Harga sewa | = Rp450.600,00 + Rp170.000,00 + Rp21.500,00 = Rp642.100,00 /jam |

b. Bulldozer

Merek : Komatsu
Tipe/jenis : D68ESS-12
Harga sewa alat= Rp412.100,00/jam
Bahan bakar= 25 liter /jam×8.500,00
= Rp212.500,00 /jam
Operator = Rp150.000,00 /hari
= Rp21.500,00 /jam
Harga sewa= Rp412.100,00 +
Rp212.500,00 +
Rp21.500,00
= Rp646.100,00 /jam

c. *Dump truck*

Merek : Isuzu
Tipe/jenis : Giga 34P
Kapasitas bak : 10 m³
Harga sewa alat= Rp342.200,00/jam
Bahan bakar= 16 liter /jam × 8.500,00
= Rp136.000,00 /jam
Operator = Rp100.000,00 /hari
= Rp14.300,00 /jam
Harga sewa = Rp342.200,00 +
Rp136.000,00 +
Rp14.300,00
= Rp474.500,00 /jam

4. Alternatif Kombinasi Alat Berat

a. Kondisi Asli Lapangan (*Eksisting*)

Tabel 7.1 Penggunaan Alat Berat pada Kondisi Asli (Existing)

| Jenis Alat | Jumlah Alat | Biaya |
|--------------------------------|-------------|---------------------|
| <i>Excavator Penggali</i> | 6 | Rp3.308.099.200,00 |
| <i>Excavator Pemuat</i> | 2 | |
| <i>Bulldozer Area Galian</i> | 4 | Rp1.555.808.800,00 |
| <i>Bulldozer Area Timbunan</i> | 3 | |
| <i>Dump truck</i> | 31 | Rp 8.237.320.000,00 |
| Total | | Rp13.101.228.000,00 |

b. Kombinasi Alternatif 1

1) *Excavator Galian*

Q : 114,35 m³/jam

Q_{all} = Q × n

= 114,35 m³/jam × 6 unit

= 666,12 m³/jam

Waktu kerja excavator

= $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$

= $\frac{460.679,47}{666,12}$

= 672 jam

2) *Excavator Pemuat*

n : 2 unit

Q : 155,52 m³/jam

Q_{all} = Q × n

= 155,52 m³/jam × 2 unit

= 311,04 m³/jam

Waktu kerja excavator =

$\frac{\text{Volume Tanah Sisa}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$

= $\frac{173.946,11}{311,04}$

= 560 jam

Waktu penggunaan excavator

= Waktu menggali + Waktu memuat

= 672 jam + 560 jam

= 1232 jam

Biaya sewa per jam

= Rp642.100,00/jam

Biaya sewa total

= Rp642.100,00 × 1232 jam × 8

= Rp3.308.099.200,00

3) *Bulldozer Area Galian*

n : 4 unit

V : 460.679,47 m³

Q : 323,28 m³/jam

$$Q_{all} = Q \times n = 31 \text{ unit}$$

$$= 323,28 \text{ m}^3/\text{jam} \times 4 \text{ unit}$$

$$= 1293,102 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Waktu kerja bulldozer

$$= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi bulldozer seluruh alat}}$$

$$= \frac{460.679,47}{1293,102}$$

$$= 357 \text{ jam}$$

4) *Bulldozer Area Timbunan.*

$$n : 3 \text{ unit}$$

$$Q : 177,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q_{all} = Q \times n$$

$$= 177,84 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ unit}$$

$$= 533,52 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$V = 173.946,11 \text{ m}^3$$

Waktu kerja bulldozer

$$= \frac{\text{Volume timbunan}}{\text{Produksi bulldozer seluruh alat}}$$

$$= \frac{173.946,11}{533,52}$$

$$= 327 \text{ jam}$$

Biaya sewa total

$$= \text{Rp}646.100,00 \times (357+327) \times 7$$

$$= \text{Rp}1.556.454.900,00$$

5) *Dump truck*

$$Q : 21,63 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$Q \text{ excavator} : 686,12 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jumlah dump truck (n)} = \frac{\text{Produksi excavator}}{\text{produksi dump truck}}$$

$$= \frac{686,12}{28,86}$$

Waktu kerja dump truck

$$= 672 \text{ jam}$$

Biaya total sewa dump truck

$$= \text{Rp}474.500,00 \times 560 \text{ jam} \times 3$$

$$= \text{Rp}9.884.784.000,00$$

Tabel 7.2 Penggunaan Alat Berat pada Alternatif 1

| Jenis Alat | Jumlah Alat | Biaya |
|--------------------------------|-------------|----------------------------|
| <i>Excavator Penggali</i> | 6 | Rp3.308.099.200,00 |
| <i>Excavator Pemuat</i> | 2 | |
| <i>Bulldozer Area Galian</i> | 4 | Rp1.554.454.900,00 |
| <i>Bulldozer Area Timbunan</i> | 4 | |
| <i>Dump truck</i> | 31 | Rp 9.884.784.000,00 |
| Total | | Rp14.749.338.100,00 |

Tabel 7.3 Penggunaan Alat Berat pada Alternatif 2

| Jenis Alat | Jumlah Alat | Biaya |
|-------------------|-------------|---------------------------|
| <i>Excavator</i> | 8 | Rp2.285.876.000,00 |
| <i>Bulldozer</i> | 2 | Rp633.178.000,00 |
| <i>Dump truck</i> | 31 | Rp6.756.880.000,00 |
| Total | | Rp9.675.934.000,00 |

Tabel 7.4 Penggunaan Alat Berat pada Alternatif 3

| Jenis Alat | Jumlah Alat | Biaya |
|--------------------------------|-------------|----------------------------|
| <i>Excavator Penggali</i> | 6 | Rp3.003.743.800,00 |
| <i>Excavator Pemuat</i> | 4 | |
| <i>Bulldozer Area Galian</i> | 4 | Rp1.555.808.800,00 |
| <i>Bulldozer Area Timbunan</i> | 2 | |
| <i>Dump truck</i> | 35 | Rp 9.848.247.500,00 |
| Total | | Rp14.407.800.100,00 |

7.2. Pembahasan

Hasil perhitungan kondisi asli (Existing) akan dijadikan sebagai pembandingan dengan alternatif lainnya. Tujuannya untuk mengetahui alternatif yang paling optimal dari segi waktu dan biaya.

Selisih Waktu

$$= 672 - 672$$

$$= 0 \text{ jam}$$

Selisih Biaya

$$= \text{Rp}14.749.338.100,00 -$$

$$\text{Rp}13.101.228.000,00$$

$$= \text{Rp}1.648.110.100,00$$

Perbandingan Waktu

$$= 672/672 \times 100\% = 0\%$$

Perbandingan Biaya

$$= \frac{\text{Rp}1.648.110.100,00}{\text{Rp}13.101.228.000,00} \times 100\%$$

$$= 12,58\%$$

Tabel 7.5 Hasil Rekapitulasi Selisih dan Perbandingan Anatar Alternatif

| | Existing | Alternatif 1 | Alternatif 2 | Alternatif 3 |
|-----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Biaya | 0 | Rp1.648.110.100,00 | Rp3.425.294.000,00 | Rp1.306.572.100,00 |
| Waktu | 0 | 0jam | - 182 jam | -79 jam |
| Biaya (%) | 0 | 12,58 % | - 26,14 % | + 9,97 % |
| Waktu (%) | 0 | 0 % | - 27,08 % | -11,76 % |
| Alat | | 9 E, 7 BD, 38 DT | 8 E, 2 BD, 32 DT | 8 E, 6 BD, 39 DT |

8. KESIMPULAN DAN SARAN

8.1. Kesimpulan

Kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian dan timbunan pada proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Kertosono Paket 3 Zona 2 (STA. 128+500 – STA. 132+000) yang paling efisien dari segi waktu dan biaya adalah alternatif 2 yang terdiri dari 8 unit excavator Komatsu PC300-8, 2 unit bulldozer Komatsu D68ESS dan 32 unit dump truck dengan kapasitas 10 m³. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 100 % dengan waktu 1304 jam, dengan biaya total yang dibutuhkan Rp. 10.624.174.400,00, dengan menggunakan alternatif 2 ini waktu pekerjaan dapat dipercepat selama 387 jam (- 22,89 %) dan dapat menghemat biaya

sebesar Rp. 3.869.567.600,00 (-26,70 %) terhadap kondisi asli dilapangan.

8.2. Saran

Diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat memperbanyak alternatif dengan kapasitas produksi yang berbeda dari alat berat, sehingga dapat menghasilkan waktu dan biaya pekerjaan yang efisien, selain itu juga dapat digunakan kombinasi dengan menggunakan jenis alat berat lain untuk menambah referensi tolok ukur dalam menentukan produktivitas yang efisien.

9. DAFTAR PUSTAKA

- Cleland, D.I. dan King, W.R. 1987. *Systems Analysis and Project Management*. Mc Graw-Hill. New York.
- Dipohusodo, I., 1995, *Manajemen Proyek & Konstruksi*. 1sted, Badan Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1977. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Jalan Tol Ngawi-Kertosono. (Online). (Tidak Diterbitkan). https://id.wikipedia.org/wiki/Jalan_Tol_Ngawi-Kertosono. Diakses 23 September 2018.
- Nugraheni, F. 2009. *Manajemen Proyek*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Rochmanhadi. 1986. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Suryadharma, H. dan Wigroho, H.Y. 1998. *Alat-alat Berat*. Universitas Atma Jaya. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Wilopo, D. 2009. *Motode Konstruksi Dan Alat-Alat Berat*. UI- Press. Jakarta.