

## **ANALISIS PRODUKTIVITAS KOMBINASI ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PEMINDAHAN TANAH PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG KULIAH FAKULTAS HUKUM UII**

Djurindar Heryandi Putra<sup>1</sup>, Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,  
Universitas Islam Indonesia

Email: [djurindarputra@yahoo.com](mailto:djurindarputra@yahoo.com)

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,  
Universitas Islam Indonesia

Email: [fitri.nugraheni@uii.ac.id](mailto:fitri.nugraheni@uii.ac.id)

**Abstract:** *The success of a construction project can be measured by two things, namely the benefits gained and the timeliness of project completion. The building project of the UII Faculty of Law Building has an uneven ground surface shape, resulting in problems in determining the operation and combining of heavy equipment needed in earth moving work in accordance with the conditions in the field. The land transfer work will be carried out by several heavy equipment commonly used in excavation and embankment work, namely excavators and dump trucks. The volume of excavation and embankment is obtained by calculation based on the original soil contour map to the planned elevation. Obtained volume of excavation of 31,668,402 m<sup>3</sup> and embankment volume of 9,056,829 m<sup>3</sup>. The purpose of this study is to determine the combination of heavy equipment used in land transfer work on the building project of UII Faculty of Law Lecture Building which is effective and efficient in terms of cost and time of work. The alternative results obtained are then compared with alternative one as a comparison to get the optimal combination of machines, so that there is an alternative three consisting of 3 units of SK200-8 excavators and 13 units of dump trucks with a capacity of 7 m<sup>3</sup>. By using a third alternative, work time can be accelerated to 520 hours (-52.00%) and can save costs as much as Rp. 22,631,700.00 (-3.72%) of alternative one. The third alternative is recommended in land work on the UII Law Faculty Lecture Building construction project.*

**Keywords :** *combination, heavy equipment, excavator, dump truck*

## 1. LATAR BELAKANG

Proyek merupakan usaha dalam jangka waktu yang telah ditentukan dengan memiliki sasaran yang jelas yaitu untuk mencapai hasil yang telah dirumuskan pada waktu awal pembangunan proyek akan dimulai. Suatu proyek merupakan upaya yang mengerahkan sumber daya yang tersedia, yang diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran dan harapan penting tertentu serta harus diselesaikan dalam jangka waktu terbatas sesuai dengan kesepakatan (Dipohusodo, 1995).

Dapat diartikan proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan untuk mencapai tujuan tertentu (bangunan/konstruksi) dalam batasan waktu, biaya dan mutu. Dalam proyek konstruksi selalu diperlukan sumber daya (*resources*) yaitu manusia (*man*), bahan bangunan (*material*), peralatan (*machine*), metode pelaksanaan (*method*), uang (*money*), informasi (*information*), dan waktu (*time*).

Dalam suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya, dan mutu (Kerzner, 2006). Ketiga batasan tersebut bersifat tarik menarik yang memiliki arti jika ingin menaikkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan menaikkan mutu yang selanjutnya berakibat pada biaya yang melebihi anggaran. Sebaliknya jika ingin menekan pengeluaran biaya, maka harus berkompromi dengan mutu dan jadwal. Dari segi teknis, ukuran keberhasilan proyek dihubungkan dengan sejauh mana ketiga sasaran tersebut dapat dipenuhi. Namun demikian, pada kenyataannya sering terjadi pembengkakan biaya sekaligus keterlambatan waktu pelaksanaan (Tjaturono, 2004).

Pada pekerjaan proyek konstruksi, kontraktor atau pelaksana dituntut untuk dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut dengan waktu yang terbatas. Keberhasilan suatu proyek konstruksi dapat diukur dari dua hal, yaitu keuntungan yang didapat serta ketepatan waktu penyelesaian proyek.

Pemilihan alat berat yang akan digunakan merupakan salah satu upaya untuk mencapai keberhasilan suatu proyek. Agar suatu pekerjaan berjalan lancar, alat berat yang dipilih haruslah tepat agar terciptanya efisiensi waktu dan biaya. Dalam pekerjaan pemindahan tanah disuatu proyek pembangunan yang besar sudah seharusnya menggunakan bantuan alat berat. Contoh alat berat yang dapat digunakan pada pekerjaan pemindahan tanah yaitu *excavator* dan *dump truck*. Kombinasi alat berat merupakan salah satu upaya untuk menentukan jumlah alat berat yang akan digunakan, alat berat yang digunakan, menghitung waktu, dan biaya yang dibutuhkan oleh setiap kombinasi alat berat yang akan digunakan. Oleh karena itu dibutuhkan analisis kombinasi alat berat pada pekerjaan pemindahan tanah untuk mengetahui produktifitas alat-alat yang akan dipakai.

Pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII membutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk dapat menyelesaikannya. Dibutuhkan beberapa kombinasi alat berat agar dapat menentukan alat mana saja yang memiliki produktifitas yang optimum dari segi waktu dan biaya yang bertujuan untuk meminimalisir atau menghindari kerugian dan keterlambatan proyek.

## 2. TUJUAN

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

Untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan pemindahan tanah pada proyek pembangunan gedung Fakultas Hukum UII.

## 3. MANFAAT

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk menganalisis produktivitas alat berat pada pekerjaan galian serta memperoleh data tentang kombinasi alat berat yang dipakai agar pekerjaan lebih efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya. Penelitian ini

dilakukan untuk dapat memperbanyak wawasan dan pengetahuan bagi pembaca dan penulis tentang kombinasi alat berat yang digunakan untuk pekerjaan galian dan timbunan serta optimalisasi pengelolaan dan pemanfaatannya.

#### 4. BATASAN PENELITIAN

Peneliti dalam menyusun penelitian ini menyadari keterbatasan kemampuan dan waktu, maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan masalah untuk mencapai pokok tujuan dari penelitian yang dilakukan. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada proyek pembangunan gedung Fakultas Hukum UII.
2. Penelitian pada pekerjaan pemindahan tanah galian dan pemindahan tanah
3. Volume tanah pada pekerjaan galian sama dengan volume tanah pada pekerjaan pemindahan tanah.
4. Alat berat yang digunakan dalam kombinasi ialah excavator dan dump truck.
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.

#### 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 aslinya selalu akan ada perubahan isi dan kepadatan dari keadaan tanah aslinya, maka data-data tanah di atas di konversikan.

##### 5.2 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.

##### 5.3 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 (m<sup>3</sup>/jam)
- q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)
- E = Efisiensi kerja

C<sub>m</sub> = Waktu siklus dalam menit

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

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

## 2. *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 (m<sup>3</sup>/jam)
  - C = Kapasitas *dump truck* (m<sup>3</sup>)
  - E = Efisiensi kerja
  - C<sub>m</sub> = 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:

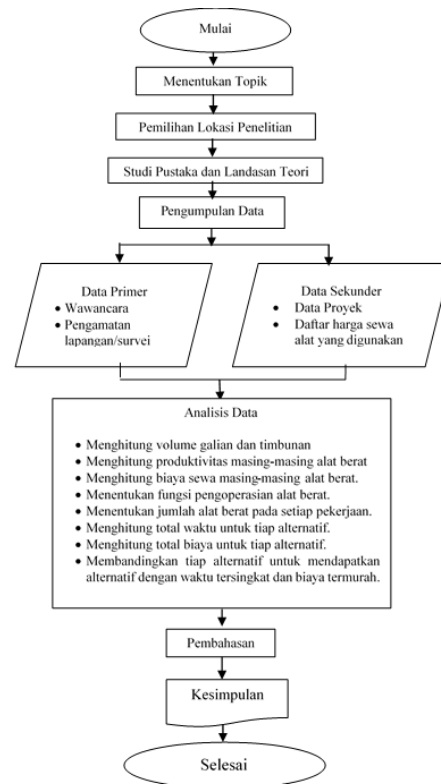
1. Melakukan studi pustaka yang didapat dari berbagai buku-buku literatur.
2. Merangkum teori yang berhubungan antara manajemen konstruksi dan hal-hal lain yang saling terkait.
3. Mengumpulkan data dari penjelasan yang didapat langsung dari kontraktor pelaksana proyek.

- Melakukan penyusunan konsep pemilihan alat berat pada pekerjaan galian 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.

- Menghitung volume galian dari peta kontur tanah asli terhadap elevasi rencana.
- Menghitung produktivitas masing-masing alat berat.
- Menghitung biaya sewa masing-masing alat berat.
- Menentukan fungsi pengoperasian alat berat.
- Menentukan jumlah alat berat pada setiap pekerjaan.
- Menghitung total waktu untuk tiap alternatif.
- Menghitung total biaya untuk tiap alternatif.
- 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 Gedung Fakultas Hukum UII, Sleman, DIY. Berikut data proyek yang diperoleh antara lain:

Lokasi proyek : Kampus Terpadu UII  
Jalan Kaliurang km 14,5,  
Kecamatan Ngaglik,  
Sleman, Yogyakarta  
Luas tapak : 14.445,68 m<sup>2</sup>  
Luas bangunan : 7.411,95 m<sup>2</sup>, 7 Lantai dan  
2 Lantai Basement

- Perhitungan Volume Galian

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi tanah asli } (h_1) &: -1 \text{ m} \\
 \text{Tinggi tanah asli } (h_2) &: -1,5 \text{ m} \\
 \text{Elevasi rencana } (d) &: -2,5 \text{ m} \\
 \text{Luas } (A) &: 98,617 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume} &= (-2,5 - \frac{-1 + -1,5}{2}) \times 98,617 \\
 &= -123,271 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan diatas didapat hasil negatif (-) menunjukkan pada luasan tersebut perlu dilakukan galian.

Tabel 7.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Galian

Tinggi tanah asli		Elevasi rencana (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>			
-1	-1.5	-2.5	98.617	123.271
-1.5	-2	-2.5	622.699	467.024
-2	-2.5	-2.5	950.963	237.741
-1.5	-2	-7.85	22.225	135.573
-2	-2.5	-7.85	1355.756	7592.234
-2.5	-3	-7.85	1977.118	10083.302
-3	-3.5	-7.85	788.885	3628.871
-3.5	-4	-7.85	567.425	2326.443
-4	-4.5	-7.85	712.699	2565.716
-4.5	-5	-7.85	533.518	1653.906
-5	-5.5	-7.85	477.83	1242.358
-5.5	-6	-7.85	411.818	864.818
-6	-6.5	-7.85	261.276	418.042
-6.5	-7	-7.85	183.692	202.061
-7	-7.5	-7.85	188.463	113.078
-7.5	-8	-7.85	139.655	13.966
<b>TOTAL</b>				31.668,402

Hasil dari perhitungan diatas akan ditambahkan dengan perhitungan volume galian pondasi.

Luas Pondasi (F1) : 12,25 m<sup>2</sup>

Kedalaman Pondasi (F1) : 2,5 m

Volume Pondasi (F1) : 10,54 m<sup>3</sup>

Jumlah Pondasi (F1) : 24 buah

Volume Galian Pondasi (F1)

= 12,25 x 2,5 x 24

= 735 m<sup>3</sup>

Tabel 7.2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Galian Pondasi

Tipe Pondasi	Luas (m <sup>2</sup> )	Kedalaman (m)	Jumlah (buah)	Volume Galian (m <sup>3</sup> )
F1	12,25	2,5	24	735
F2	9	2,4	41	885,60
F3	4,84	2,4	38	441,41
F4	3,24	2,4	8	62,21
F5	13,25	2,4	1	32,40
F6	13,5	2,4	1	32,40
F7	12	2,4	1	28,80
<b>Total</b>				2.217,82

Hasil dari perhitungan volume galian pada pekerjaan pondasi diatas akan ditambahkan dengan volume galian dan timbunan terhadap tanah asli.

Vol. Galian : 31.668,402 m<sup>3</sup>

Vol. Galian Pondasi : 9.056,829 m<sup>3</sup>

Total Volume Galian

= 31.668,402 + 2.217,82

= 33.886,218 m<sup>3</sup>

Total Volume Galian x Swelling

= 33.886,218 x (1 + 11%)

= 37.613,7 m<sup>3</sup>

## 2. Perhitungan Produktivitas Alat

### a. Excavator

Cm = 13 + (2 x 5) + 7

= 30 detik

q = 1 x 0,8

= 0,8 m<sup>3</sup>

Q =  $\frac{0,8 \times 3600 \times 0,78}{30}$

= 74,88 m<sup>3</sup>/jam

### b. Dump Truk

n =  $\frac{7}{1 \times 0,8}$

= 8,75 dijadikan 9 kali siklus

C = 9 x 13 x 0,8

= 7,2 m<sup>3</sup>

Cm = 9 x 0,75 + 10,5 + 6,8 + 0,5 + 0,2

= 22,5 menit

Q =  $\frac{7,2 \times 60 \times 0,78}{22,5}$

= 14,98 m<sup>3</sup>/jam

## 3. Perhitungan Biaya Sewa Alat Berat

### a. Excavator

Merek : Kobelco

Tipe/jenis : SK200-8

Harga sewa alat : Rp.175.000 /jam

Bahan bakar = 20 liter /jam x 7.800

= Rp. 156.000 /jam

Operator = 150.000 /hari / 7 jam  
= Rp. 21.500 /jam  
Harga sewa = 175.000 + 156.000 + 21.500  
= Rp. 352.500,00 /jam

b. *Dump Truk*

Merek : Toyota Dyna Rino  
Tipe/jenis : Kapasitas bak 7 m<sup>3</sup>  
Harga sewa alat = 450.000/hari/7 jam  
= Rp. 64.300 /jam  
Bahan bakar = 16 liter /jam x 7.800  
= Rp. 124.800 /jam

Operator = 100.000/hari/7 jam  
= Rp. 14.300 /jam  
Harga sewa = 64.300 + 124.800 + 14.300  
= Rp. 203.400 /jam

4. Perhitungan Kombinasi

a. Alternatif 1

1) *Excavator*

Pada pekerjaan galian  
n : 1 unit  
Volume galian : 37.613,70 m<sup>3</sup>  
Q : 74,88 m<sup>3</sup>/jam  
Qall = 74,88 x 1  
= 74,88 m<sup>3</sup>/jam  
Waktu kerja =  $\frac{37.613,70}{74,88}$   
= 502,32 jam ≈ 503 jam  
Total biaya sewa  
Waktu kerja = 503 jam  
Biaya sewa alat = Rp 352.500,00 /jam  
Total biaya = Rp 352.000 x 503 x 1  
= Rp 177.307.500,00

2) *Dump Truk*

Q *dump truck* : 14,98 m<sup>3</sup>/jam

Q *excavator* : 74,88 m<sup>3</sup>/jam  
n =  $\frac{74,88}{14,98}$   
= 4,99 unit ≈ 5 unit  
Waktu kerja = 503 jam  
Biaya sewa = Rp 203.40,00 /jam  
Total biaya = Rp 203.400 x 503 x 5  
= Rp 511.551.000,00

Tabel 7.3 Hasil Perhitungan Alternatif 1

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	1	503	Rp. 177.307.500,00	Gali ,memuat
<i>Dump truck</i>	5	503	Rp. 511.551.000,00	
<b>Total</b>		<b>1006</b>	<b>Rp. 688.858.500,00</b>	

Tabel 7.4 Hasil Perhitungan Alternatif 2

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	2	252	Rp. 177.660.000,00	Gali ,memuat
<i>Dump truck</i>	10	252	Rp. 512.568.000,00	
<b>Total</b>		<b>504</b>	<b>Rp. 690.228.000,00</b>	

Tabel 7.5 Hasil Perhitungan Alternatif 3

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Biaya	Keterangan
<i>Excavator</i>	3	168	Rp. 177.660.000,00	Gali ,memuat
<i>Dump truck</i>	15	168	Rp. 512.568.000,00	
<b>Total</b>		<b>336</b>	<b>Rp. 690.228.000,00</b>	

7.2 Pembahasan

Hasil perhitungan alternatif 1 akan dijadikan sebagai pembandingan dengan alternatif lainnya. Tujuannya untuk mengetahui alternatif yang paling optimal.

Perbandingan alternatif 1 dan alternatif 2

Selisih Waktu

$$= 504 - 1006 = - 502 \text{ jam}$$

Selisih Biaya

$$= \text{Rp. } 690.228.000,00 - \text{Rp. } 688.858.500,00$$

$$= \text{Rp. } 1.369.500,00$$

Perbandingan Waktu

$$= \frac{504-1006}{1006} \times 100\% = - 49,90 \%$$

Perbandingan Biaya

$$= \frac{690.228.000 - 688.858.500}{688.858.500} \times 100\% = 0,20 \%$$

Tabel 8.1 Rekapitulasi Perbandingan Kombinasi

	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Biaya	0	- 49,90	- 66,60
Waktu	0	- 502	- 670
Biaya	0	+ 0,20	+ 0,20
Waktu	0	+ 1.369.500	+ 1.369.500

## 8 KESIMPULAN DAN SARAN

### 8.1 Kesimpulan

Kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian dan timbunan pada Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII yang direkomendasikan adalah kombinasi pada alternatif 3 yang terdiri dari 3 unit *excavator* Kobelco SK200-8 dan 15 unit *dump truck* dengan kapasitas 7m<sup>3</sup>. Karena pada alternatif 3 memiliki selisih waktu kerja paling cepat yang dapat mempengaruhi pekerjaan selanjutnya namun memiliki biaya sedikit lebih mahal dibanding dengan alternatif 1. Pekerjaan dapat diselesaikan 100% dengan durasi waktu sebesar 336 jam dengan biaya total yang dibutuhkan sebesar Rp 690.228.000,00.

### 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 karena jalur yang dilewati adalah kawasan kampus maka sebaiknya untuk penelitian selanjutnya memperhatikan jalur yang akan dilewati oleh *dump truck* dalam pekerjaan pengangkutan tanah sisa ke *quarry* agar jumlah *dump truck* yang sudah dianalisis dapat melalui jalur tersebut.

## 9 DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I., 1995, *Manajemen Proyek & Konstruksi*. 1<sup>st</sup>ed, Badan Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1977. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Kerzner, H. 2006. Project Management: A system Approach to Planning,

Schedulling, and Controlling, John and Wiley. Inc. Ninth Edition, New Jersey.

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.

Tjaturono. 2004. Penerapan Produktivitas Tenaga Kerja Aktual dan modifikasi Penjadwalan dengan Metode Fast Track untuk Mereduksi Biaya dan Waktu Pembangunan Perumahan, Makalah Seminar REI Jatim, 16 Desember 2004, Hotel Sangri-La, Surabaya.

Wilopo, D. 2009. *Motode Konstruksi Dan Alat-Alat Berat*. UI- Press. Jakarta.