

ANALISIS PEMILIHAN KOMBINASI ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PEMINDAHAN TANAH PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS HUKUM UII

Suchaemi¹, Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: suchaemi287@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Islam Indonesia

Email: fitri.nugraheni@uii.ac.id

Abstract: *UII Faculty of law construction project is the large one, with uneven surface. The problem that occur of using heavy equipment in this condition are determined by the operationalism and combinesm of those heavy equipment that suit with that condition in project site, according cut and fill volume computation based on map contour toward to planning elevation that have result amont 31.668,402 m³ of cut volume and amont 9.056,829 m³ of fill volume. Soil transporting process will take by some heavy equipment that usually used in cut and fill activity, such as excavator, wheel loader and dump truck. Purposes of this research is to get an effective and efficient combination of heavy equipment that used in this cut and fill activity, it can be effective and efficient on the budget and time also. For the optimal combination of heavy equipment on this cut and fill activity that determined by alternative calculation. Base by the result of analysis there are three combination alternative, that consist excavator, wheel loader and dump truck. From the calculation of heavy equipment used in the existing conditions in the field, it takes 607,63 hours and a fee of Rp. 665.031.500,00 and the first alternative wich there's 1040 hours of work time and Rp. 643.582.300,00 of cost, and the second alternative wich 978 hours of work time and Rp. 600.266.600,00 of cost and the three alternative wich 448 hours of work time and Rp. 600.266.600,00 of cost. The alternative's result that obtained from the analysis then can be compared with existing conditions as comparison, it can get an optimal combination. After the comparation process, that conclude the third alternative that have the most optimal combination, which consist of 3 unit excavator, 3 unit wheel loader and 14 dump truck with 7 m³ capacity, by using alternative 3, the work time can be accelerated for 119.63 hours (-19.69%) and can save costs as much as Rp. 75,248,100.00 (-11.31%) of the existing conditions in the field. Alternatif 3 that can be recomended for transporting activity at UII faculty of law construction project.*

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

1. LATAR BELAKANG

Pada pekerjaan proyek pembangunan teknik sipil yang cukup besar, kontraktor atau pelaksana kadang-kadang dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut dengan waktu yang terbatas. Pemakaian alat berat tidak dapat dihindari karena pemanfaatan tenaga manusia dengan alat konvensional sudah tidak efisien. Keberadaan alat berat dalam setiap proyek sangatlah penting guna menunjang pembangunan infrastruktur maupun dalam mengeksplorasi hasil tambang, misalnya semen, batubara dll. Banyak keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat yaitu waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, nilai-nilai ekonomis dan lainnya.

Alat berat merupakan faktor penting dalam proyek, terutama proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar. Tujuan dari penggunaan alat - alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat. Dalam penelitian produktivitas alat berat terdapat beberapa faktor yang sangat berpengaruh. Diantaranya adalah faktor merk alat berat, pemilihan alat berat yang tepat sesuai dengan pekerjaan, sesuai dengan fungsi alat tersebut dan ditangani oleh operator yang terampil. Perawatan alat yang baik akan mampu memproduksi secara optimal dan juga menghasilkan biaya produksi yang lebih rendah (Sastroamijoyo, 1981).

Universitas Islam Indonesia (UII) merupakan perguruan tinggi swasta tertua di Indonesia yang didirikan di Jakarta pada hari Ahad tanggal 27 Rajab 1364 H bertepatan dengan tanggal 8 Juli 1945 M. Semua gedung perkuliahan terletak di kampus terpadu UII di Jl. Kaliurang KM 14,5 kabupaten Sleman, kecuali gedung fakultas Hukum dan gedung Fakultas Ekonomi. Menurut Ketua Umum Pengurus Yayasan Badan Wakaf UII, Dr. Ir. Luthfi Hasan, MS.,

sudah beberapa kali dalam pertemuan ditetapkan bahwa semua gedung-gedung perkuliahan akan dipusatkan di kampus terpadu UII. Beliau menuturkan meskipun sistem itu bisa terjangkau dimana-mana, tetapi kedekatan secara fisik akan lebih menghemat segalanya (Berita UII), maka atas keputusan bersama semua pihak yang terlibat dibangunlah gedung Fakultas Hukum dengan tinggi 4 lantai ke atas dan 2 lantai ke bawah (basement).

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 dan timbunan 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 timbunan.

3. Alat berat yang digunakan dalam kombinasi ialah wheel loader, 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 asalnya, 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 (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):

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

2. *Wheel Loader*

Wheel Loader adalah suatu traktor yang dilengkapi dengan perlengkapan *bucked* yang digunakan untuk digunakan untuk menyingkap material untuk tujuan *loading* (pengisian muatan) dan *digging* (penggalian). *Bucked* digunakan untuk menggali, menurut tanah atau material yang granular, mengangkatnya kemudian dibuang pada suatu ketinggian atau pada *dump truck*.

Produksi *wheel loader* dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

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

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m³/jam)

q = Produksi per siklus (m³)

E = Efisiensi kerja

C_m = Waktu siklus (menit)

$$q = q' \times K$$

Keterangan:

q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat

K = Faktor bucket yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

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 beberapa 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

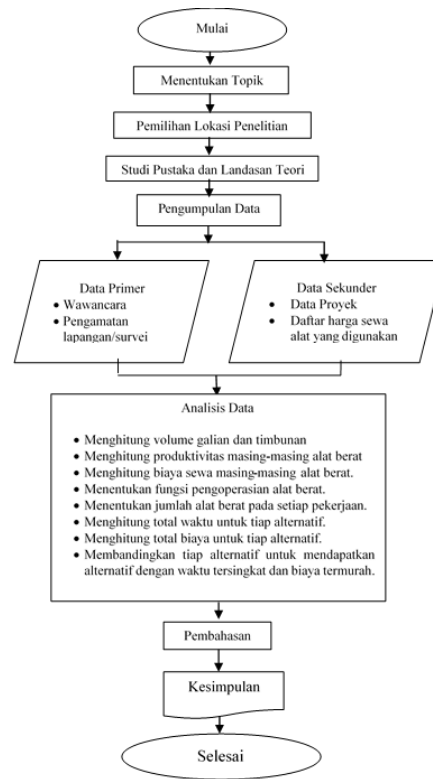
Metode pengolahan data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan baik itu data primer maupun data sekunder. Sebelum pengolahan data dilakukan terlebih dahulu melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

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 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 m²
Luas bangunan : 7.411,95 m², 7 Lantai dan
2 Lantai Basement

1. Perhitungan Volume Galian dan Timbunan

$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi tanah asli (h}_1\text{)} &: -1 \text{ m} \\
 \text{Tinggi tanah asli (h}_2\text{)} &: -1,5 \text{ m} \\
 \text{Elevasi rencana (d)} &: -2,5 \text{ m} \\
 \text{Luas (A)} &: 98,617 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume} &= (-2,5 - \frac{-1 + -1,5}{2}) \times 98,617 \\
 &= -123,271 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Pada perhitungan diatas didapat hasil negatif (-) menunjukkan pada luasan tersebut perlu dilakukan galian, sedangkan untuk hasil positif (+) menunjukkan pada luasan tersebut perlu dilakukan timbunan.

Tabel 7.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Galian

| Tinggi tanah asli | | Elevasi rencana (m) | Luas (m ²) | Volume (m ³) |
|-------------------|----------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| h ₁ | h ₂ | | | |
| -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 |
| TOTAL | | | | 31.668,402 |

Tabel 7.2 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Timbunan

| Tinggi tanah asli | | Elevasi rencana (m) | Luas (m ²) | Volume (m ³) |
|-------------------|----------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| h ₁ | h ₂ | | | |
| -2.5 | -3 | -2.5 | 964.863 | 241.216 |
| -3 | -3.5 | -2.5 | 723.827 | 542.870 |
| -3.5 | -4 | -2.5 | 691.304 | 864.130 |
| -4 | -4.5 | -2.5 | 812.533 | 1421.933 |
| -4.5 | -5 | -2.5 | 231.434 | 520.727 |
| -5 | -5.5 | -2.5 | 204.97 | 563.668 |
| -5.5 | -6 | -2.5 | 172.045 | 559.146 |
| -6 | -6.5 | -2.5 | 136.132 | 510.495 |
| -6.5 | -7 | -2.5 | 96.453 | 409.925 |
| -7 | -7.5 | -2.5 | 36.219 | 172.040 |
| -7.5 | -8 | -2.5 | 19.802 | 103.961 |
| -8 | -8.5 | -2.5 | 30.334 | 174.421 |
| -8 | -8.5 | -7.85 | 47.224 | 18.890 |
| -8.5 | -9 | -7.85 | 8.488 | 7.639 |
| -2.5 | -3 | -0.65 | 585.359 | 1229.254 |
| -3 | -3.5 | -0.65 | 375.829 | 977.155 |
| -3.5 | -4 | -0.65 | 110.027 | 341.084 |
| -4 | -4.5 | -0.65 | 88.875 | 319.950 |
| -4.5 | -5 | -0.65 | 19.104 | 78.326 |
| TOTAL | | | | 9.056,829 |

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

Luas Pondasi (F1) : 12,25 m²
 Kedalaman Pondasi (F1) : 2,5 m
 Volume Pondasi (F1) : 10,54 m³
 Jumlah Pondasi (F1) : 24 buah
 Volume Galian Pondasi (F1)

$$= 12,25 \times 2,5 \times 24$$

$$= 735 \text{ m}^3$$

Volume Timbunan (F1)

$$= (12,25 \times 2,5 - 10,54) \times 24$$

$$= 482,16 \text{ m}^3$$

Tabel 7.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Galian Pondasi

| Tipe Pondasi | Luas (m ²) | Kedalaman (m) | Jumlah (buah) | Volume Galian (m ³) |
|--------------|------------------------|---------------|---------------|---------------------------------|
| 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 |
| Total | | | | 2.217,82 |

Tabel 7.3 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Volume Timbunan Pondasi

| Tipe Pondasi | Volume Galian Pondasi (m ³) | Volume Pondasi (m ³) | Jumlah (buah) | Volume Timbunan (m ³) |
|--------------|---|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| F1 | 30,63 | 10,54 | 24 | 482,16 |
| F2 | 21,60 | 6,63 | 41 | 613,61 |
| F3 | 11,62 | 3,30 | 38 | 315,93 |
| F4 | 7,78 | 2,50 | 8 | 42,19 |
| F5 | 32,40 | 12,37 | 1 | 20,03 |
| F6 | 32,40 | 14,69 | 1 | 17,71 |
| F7 | 28,80 | 11,95 | 1 | 16,85 |
| Total | | | | 1.508,48 |

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

Vol. Galian : 31.668,402 m³
 Vol. Timbunan : 2.217,820 m³
 Vol. Galian Pondasi : 9.056,829 m³
 Vol. Timbunan Pondasi : 1.508,48 m³

Total Volume Galian
 = 31.668,402 + 2.217,82
 = 33.886,218 m³
 Total Volume Timbunan
 = 9.056,829 + 1.508,480
 = 10.565,309 m³

2. Perhitungan Produktivitas Alat

a. *Excavator*

- 1) Produktivitas *excavator* untuk menggali

$$C_m = 13 + (2 \times 5) + 5 \\ = 28 \text{ detik}$$

$$q = 1 \times 0,8 \\ = 0,8 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{0,8 \times 3600 \times 0,78}{28} \\ = 80,23 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- 2) Produktivitas *excavator* untuk memuat ke *dump truck*

$$C_m = 6 + (2 \times 5) + 7 \\ = 23 \text{ detik}$$

$$q = 1 \times 0,8 \\ = 0,8 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{0,8 \times 3600 \times 0,78}{23} \\ = 97,67 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. *Wheel Loader*

- 1) Produktivitas *Wheel Loader* untuk timbunan

$$q = 3 \times 0,8 \\ = 2,4 \text{ m}^3$$

$$F = 10 \times 0,8 \\ = 8 \text{ km/jam} = 133,33 \text{ m/menit}$$

$$Z = 0,35 \text{ menit}$$

$$C_m = 2 \times \frac{75}{133,33} + 0,35 \\ = 1,48 \text{ menit}$$

$$Q = \frac{60}{1,48} \times 2,4 \times 0,78 \\ = 76,15 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- 2) Produktivitas *Wheel Loader* untuk memuat ke *dump truck*

$$q = 3 \times 0,8 \\ = 2,4 \text{ m}^3$$

$$F = 10 \times 0,8$$

$$= 8 \text{ km/jam} = 133,33 \text{ m/menit}$$

$$R = 10 \times 0,8$$

$$= 8 \text{ km/jam} = 133,33 \text{ m/menit}$$

$$Z = 0,25 \text{ menit}$$

$$C_m = 2 \times \left(\frac{25}{133,33} + \frac{25}{133,33} \right) + 0,35 \\ = 1 \text{ menit}$$

$$Q = \frac{60}{1} \times 2,4 \times 0,78 \\ = 112,32 \text{ m}^3/\text{jam}$$

c. *Dump Truk*

- 1) Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *wheel loader*

$$n = \frac{7}{3 \times 0,8}$$

$$= 2,92 \text{ dijadikan } 3 \text{ kali siklus}$$

$$C = 3 \times 3 \times 0,8 \\ = 7,2 \text{ m}^3$$

$$C_m = 3 \times 0,75 + 10,5 + 6,8 + 0,5 + 0,2 \\ = 21 \text{ menit}$$

$$Q = \frac{7,2 \times 60 \times 0,78}{21} \\ = 16,05 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- 2) Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator*

$$n = \frac{7,2}{1 \times 0,8}$$

$$= 8,75 \text{ dijadikan } 9 \text{ kali siklus}$$

$$C = 9 \times 1 \times 0,8 \\ = 7,2 \text{ m}^3$$

$$C_m = 9 \times 0,38 + 10,5 + 6,8 + 0,5 + 0,2 \\ = 21,45 \text{ menit}$$

$$Q = \frac{7,2 \times 60 \times 0,78}{21,45} \\ = 15,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

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. *Wheel Loader*

Merek : Komatsu
 Tipe/jenis : WA380-3
 Harga sewa alat : Rp. 200.000,00 /jam
 Bahan bakar = 25 liter /jam x 7.800
 = Rp. 195.000,00 /jam
 Operator = 150.000/hari / 7 jam
 = Rp. 21.500 /jam
 Harga sewa = 200.000 + 195.000 +
 21.500
 = Rp. 416.500 /jam

c. *Dump Truk*

Merek : Toyota Dyna Rino
 Tipe/jenis : Kapasitas bak 7 m³
 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. Kondisi Asli dilapangan (*Existing*)

1) *Excavator*

Total *excavator* : 100 unit
 Total hari kerja : 41 hari
 Total waktu kerja : 699 jam
 Biaya sewa alat : Rp 352.500,00

Jumlah rata-rata alat berat

$$= \frac{\text{Total excavator}}{\text{Jumlah hari kerja}}$$

$$= \frac{100}{41} \text{ unit} = 2,44 \text{ unit}$$

Waktu kerja tiap alat

$$= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah rata-rata alat}}$$

$$= \frac{699}{2,44} \text{ jam} = 286,59 \text{ jam}$$

Biaya total sewa alat

$$= \text{Rp } 352.500,00 \times 286,59 \times 2,44$$

$$= \text{Rp } 246.397.500,00$$

2) *Wheel Loader*

Total *wheel loader* : 29 unit
 Total hari kerja : 23 hari
 Total waktu kerja : 203 jam
 Biaya sewa alat : Rp 416.500,00

Jumlah rata-rata alat berat

$$= \frac{\text{Total wheel loader}}{\text{Jumlah hari kerja}}$$

$$= \frac{29}{23} \text{ unit} = 1,26 \text{ unit}$$

Waktu kerja tiap alat

$$= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah rata-rata alat}}$$

$$= \frac{203}{1,26} \text{ jam} = 161 \text{ jam}$$

Biaya total sewa alat

$$= \text{Rp } 416.500,00 \times 161 \times 1,26$$

$$= \text{Rp } 84.549.500,00$$

3) *Dump Truck*

Total *dump truck* : 484 unit
Total hari kerja : 33 hari
Total waktu kerja : 1642,5jam
Biaya sewa alat : Rp 203.400,00

Jumlah rata-rata alat berat

$$= \frac{\text{Total dump truck}}{\text{Jumlah hari kerja}}$$

$$= \frac{484}{33} \text{ unit} = 10,26 \text{ unit}$$

Waktu kerja tiap alat

$$= \frac{\text{Total waktu kerja}}{\text{Jumlah rata-rata alat}}$$

$$= \frac{1642,5}{10,26} \text{ jam} = 160,04 \text{ jam}$$

Biaya total sewa alat
= Rp 203.400,00 x 160,04 x 10,26
= Rp 334.084.500,00

b. Alternatif 1

1) *Excavator*

Pada pekerjaan galian

n : 1 unit
Volume galian : 33.886,22 m³
Q : 80,23 m³/jam
Qall = 80,23 x 1
= 80,23 m³/jam

$$\text{Waktu kerja} = \frac{33.886,22}{80,23}$$

$$= 422,37 \text{ jam} \approx 423 \text{ jam}$$

Pada pekerjaan pemuatan ke *dump truck*

n : 1 unit
Q : 97,67 m³/jam
Qall = 97,67 x 1 = 97,67 m³/jam

Volume tanah sisa
= 33.886,22 - 10.565,31 m³
= 23.320,91 m³

$$\text{Waktu kerja} = \frac{23.320,91}{97,67}$$

$$= 238,77 \approx 239 \text{ jam}$$

Total biaya sewa

Waktu kerja = 423 + 239
= 662 jam

Biaya sewa alat = Rp 352.500,00 /jam

Total biaya = Rp 352.000 x 662 x 1
= Rp 233.355.000,00

2) *Wheel Loader*

Pada pekerjaan timbunan

n : 1 unit
Volume galian : 10.565,31 m³
Q : 76,15 m³/jam
Qall = 76,15 x 1
= 76,15 m³/jam

$$\text{Waktu kerja} = \frac{10.565,31}{76,15}$$

$$= 138,74 \approx 139 \text{ jam}$$

Biaya sewa alat = Rp 416.500 /jam

Total biaya = Rp 416.500 x 139 x 1
= Rp 57.893.500,00

3) *Dump Truk*

Q *dump truck* : 15,71 m³/jam
Q *excavator* : 97,67 m³/jam

$$n = \frac{97,67}{15,71}$$

$$= 6,22 \text{ unit} \approx 7 \text{ unit}$$

Waktu kerja = 239 jam

Biaya sewa = Rp 203.400 /jam

Total biaya = Rp 203.400 x 239 x 7
= Rp 340.288.200,00

Tabel 7.4 Hasil Perhitungan Kondisi Asli (*Existing*)

| Jenis Alat | Jumlah Alat | Durasi (Jam) | Biaya |
|---------------------|-------------|---------------|---------------------------|
| <i>Excavator</i> | 2,44 | 286,59 | Rp. 246.397.500,00 |
| <i>Wheel loader</i> | 1,26 | 161 | Rp. 84.549.500,00 |
| <i>Dump truck</i> | 10,26 | 160,04 | Rp. 334.084.500,00 |
| Total | | 607,63 | Rp. 665.031.500,00 |

Tabel 7.5 Hasil Perhitungan Alternatif 1

| Jenis Alat | Jumlah Alat | Durasi (Jam) | Biaya | Keterangan |
|--------------|-------------|--------------|---------------------------|--------------|
| Excavator | 1 | 662 | Rp. 233.355.000,00 | Gali ,memuat |
| Wheel loader | 1 | 239 | Rp. 57.893.500,00 | Timbun |
| Dump truck | 7 | 239 | Rp. 340.288.200,00 | |
| Total | | 1040 | Rp. 631.536.700,00 | |

Tabel 7.5 Hasil Perhitungan Alternatif 2

| Jenis Alat | Jumlah Alat | Durasi (Jam) | Biaya | Keterangan |
|--------------|-------------|--------------|---------------------------|----------------|
| Excavator | 1 | 423 | Rp. 149.107.500,00 | Gali |
| Wheel loader | 1 | 347 | Rp. 144.525.500,00 | Timbun, memuat |
| Dump truck | 7 | 208 | Rp. 296.150.400,00 | |
| Total | | 978 | Rp. 589.783.400,00 | |

Tabel 7.5 Hasil Perhitungan Alternatif 3

| Jenis Alat | Jumlah Alat | Durasi (Jam) | Biaya | Keterangan |
|--------------|-------------|--------------|---------------------------|----------------------|
| Excavator | 3 | 141 | Rp. 149.107.500,00 | Gali |
| Wheel loader | 1 | 139 | Rp. 57.893.500,00 | Timbun |
| Wheel loader | 2 | 104 | Rp. 86.632.000,00 | Memuat ke dump truck |
| Dump truck | 14 | 104 | Rp. 296.150.400,00 | |
| Total | | 488 | Rp. 589.783.400,00 | |

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.

Perbandingan kondisi asli dan alternatif 1

Selisih Waktu

$$= 1040 - 607,63 = 432,37 \text{ jam}$$

Selisih Biaya

$$= \text{Rp. } 631.536.700,00 - \text{Rp. } 665.031.500,00$$

$$= - \text{Rp. } 33.494.800,00$$

Perbandingan Waktu

$$= \frac{432,37}{607,63} \times 100\% = 71,16\%$$

Perbandingan Biaya

$$= \frac{- \text{Rp. } 33.494.800,00}{\text{Rp. } 665.031.500,00} \times 100\% = -5,04\%$$

Tabel 7.6 Rekapitulasi Perbandingan Kombinasi

| | <i>Existing</i> | Alternatif 1 | Alternatif 2 | Alternatif 3 |
|--------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Biaya | 0 | -Rp. 33.494.800,00 | -Rp. 75.248.100,00 | -Rp. 75.248.100,00 |
| Waktu | 0 | 432,37 | 370,37jam | - 119,63 jam |
| Biaya | 0 | - 5,04% | - 11,31% | - 11,31% |
| Waktu | 0 | 71,16% | 60,95 % | -19,69 % |
| Alat | 0 | 1 Ex, 1 WL, 7 DT | 1 Ex, 2 WL, 7 DT | 3 Ex, 3 WL, 14 DT |

8. KESIMPULAN DAN SARAN

8.1 Kesimpulan

Kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian dan timbunan pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII yang paling efisien dari segi waktu dan biaya adalah alternatif 3 yang terdiri dari 2 unit *excavator* Kobelco SK200-8, 3 unit *wheel loader* WA380-3 dan 14 unit *dump truck* dengan kapasitas 7 m³. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 100 % dengan waktu 488 jam, dengan biaya total yang dibutuhkan Rp 600.266.600,00.

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*. 1sted, Badan Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1977. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Gedung baru Fakultas Hukum UII mulai dibangun. (Online). (Tidak Diterbitkan).

<https://www.uui.ac.id/gedung-baru-fakultas-hukum-uui-mulai-dibangun>

Rochmanhadi. 1986. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.

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