

ANALISIS KOMBINASI ALAT BERAT *EXCAVATOR* DAN *DUMP TRUCK* PADA PEKERJAAN TANAH

Vendie Abma¹, dan Deviana Roshindra²

¹Staf Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email : wendie.abma@uii.ac.id

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
Email : deviroshindra@gmail.com

ABSTRAK

Perekonomian di Indonesia terutama Daerah Istimewa Yogyakarta sangat berpengaruh pada keberhasilan dalam perkembangan pembangunan infrastruktur terutama pada pembangunan jalan. Proyek pembangunan jalan membutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk mengetahui atau menentukan biaya termurah dan waktu tercepat pada pekerjaan jalan. Analisis kombinasi alat berat bertujuan untuk mendapatkan kombinasi alat berat dengan biaya termurah dan waktu yang singkat pada pekerjaan tanah. Metode penelitian dikerjakan secara bertahap, dimulai menghitung produktivitas alat berat excavator dan dump truck. Tahap selanjutnya menghitung biaya sewa masing-masing alat berat. Membuat beberapa kombinasi pada pekerjaan tanah. Mendapatkan kombinasi dengan waktu tercepat dan biaya yang termurah. Pada kondisi lapangan terdapat 1 unit excavator SK200, 1 unit excavator SK50, 2 unit dump truck untuk SK 200, dan 1 unit dump truck untuk SK 50. Hasil dari alternative yang diperoleh dibandingkan dengan kondisi asli dilapangan dan memperoleh hasil berupa biaya dan waktu penyelesaian, sehingga dengan menggunakan tiga alternative. Pada Alternatif 1 menggunakan alat berat 1 unit excavator SK200, 1 unit excavator SK50, 2 unit dump truck (untuk SK200), dan 1 unit dump truck (untuk SK50). Alternatif 2 menggunakan alat berat 1 unit excavator SK200, 1 unit excavator SK50, 3 unit dump truck (untuk SK200), dan 3 unit dump truck (untuk SK50). Alternatif 3 menggunakan alat berat 1 unit excavator SK200, 2 unit excavator SK50, 5 unit dump truck (untuk SK200), dan 4 unit dump truck (untuk SK50). Hasil yang digunakan pada alternatif 1 yang memiliki perbandingan waktu 171.69 jam dan biaya Rp 21.698.391,65 dengan dengan memperhitungkan kondisi dilapangan.

Kata kunci: Alat Berat, Produktivitas, excavator, dump truck

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia terutama di Daerah Istimewa Yogyakarta untuk mendukung sektor perekonomian akan melakukan perkembangan pembangunan infrastruktur terutama pada pembangunan jalan. Pada proyek pembangunan jalan salah satunya adalah proyek pembangunan Jalan Petir – Kedungpucang yang sangat penting untuk sarana dan prasarana pendukung perekonomian masyarakat setempat. Proyek konstruksi jalan terutama pada proyek yang cukup besar ini akan dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang cukup singkat. Terutama pada Jalan Petir – Kedungpucang ini adalah akses utama perekonomian masyarakat setempat. Untuk solusi menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang cukup singkat ini penyedia jasa atau kontraktor akan menggunakan alat berat pada sebagian besar pekerjaan dilapangan. Terutama pekerjaan tanah yang meliputi galian biasa, galian perkerasan berbutir, dan pemindahan tanah. Pada pekerjaan tanah ini

merupakan pekerjaan yang sangat membutuhkan alat berat untuk mempercepat waktu. Pada pekerjaan galian dan pemindahan tanah pada Jalan Petir – Kedungpucang memiliki volume yang cukup besar. Alat berat yang digunakan pada pekerjaan tanah ini *Excavator*, dan *Dump Truck*. Alat-alat berat tersebut merupakan alat berat yang akan digunakan untuk pekerjaan tanah pada proyek Jalan Petir-Kedungpucang. Dengan alat berat ini dan volume pekerjaan tanah yang akan dilaksanakan maka diperlukan perhitungan untuk mengkombinasi alat berat tersebut untuk mendapatkan waktu dan biaya. Oleh karena itu dibutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk mengetahui atau menentukan biaya termurah dan waktu tercepat pada pekerjaan Jalan Petir – Kedungpucang. Tujuan analisis produktivitas alat berat pada Jalan Petir–Kedungpucang Untuk mendapatkan kombinasi alat berat dengan biaya termurah dan waktu yang singkat pada pekerjaan tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka merupakan literature-literature yang terdapat teori atau pemikiran untuk melandasi sebuah penelitian yang akan dilakukan. Tinjauan pustaka sebagai kegiatan untuk mencari dan memahami teori-teori penelitian yang lama dan membandingkan dengan teori yang akan dilakukan. Tujuan tinjauan pustaka untuk mengembangkan pemahaman dan wawasan tentang penelitian yang pernah dilakukan. Pada bab kedua akan dijelaskan tentang pemahaman pada penelitian terdahulu, dan akan menjadi pembanding untuk penelitian yang akan dilakukan. Penelitian Sokop (2018) dengan topik tentang produktivitas alat berat pada gali-muat dan alat angkut yang mempunyai tujuan untuk menentukan jumlah alat berat yang dibutuhkan dan waktu yang diperlukan. Studi kasus pada pembangunan Perumahan Residence Jordan Sea. Pada setiap pekerjaan dalam pemilihan alat berat akan sangat diperhatikan oleh pihak pelaksana, dikarenakan kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan suatu proyek tidak berjalan sesuai jadwal atau terjadi keterlambatan. Kesimpulan pada penelitian yang telah dilakukan adalah diperoleh produktivitas *excavator* dengan $P = 105,3 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan satu buah *dump truck* berkapasitas 6 m^3 yang memerlukan 66,26 menit. Hasil dari analisa memerlukan 1 *excavator* dan 12 unit *dump truck*, sedangkan dilapangan hanya jumlah alat berat 1 *excavator* dan 4 unit *dump truck*. Sehingga disimpulkan bahwa jumlah alat tersebut tidak sesuai dengan pekerjaan lapangan.

Penelitian Putra (2018) dengan topik tentang pemilihan alat berat pada pemindahan tanah agar proyek berjalan dengan lancar dan dapat memilih alat berat dengan biaya dan waktu yang efisien. Kesimpulan dari penelitian diatas diperoleh kombinasi untuk pemindahan tanah dengan kombinasi 3 unit *excavator* SK-200-8 dan 15 unit *dump truck* dengan kapasitas 7 m^3 . Dengan kombinasi yang ditentukan pekerjaan pemindahan tanah akan selesai pada waktunya dengan durasi waktu 336 jam. Sedangkan untuk biaya total yang dibutuhkan Rp 690.288.000,00 .

Penelitian Sutanto, (2015) Alat berat merupakan sumber daya vital pada proyek konstruksi. Pada penelitian ini peneliti mengamati produktivitas *backhoe* secara terus menerus dalam melakukan penggalian. Manfaat dilakukan penelitian ini adalah untuk menambah wawasan kontraktor mengenai manajemen alat berat pada pekerjaan penggalian terutama *backhoe* supaya mendapatkan hasil yang efektif dan efisien dalam merencanakan jumlah alat berat dan durasi yang diperlukan. Kesimpulan dengan menggunakan P ak mendapatkan produktivitas *backhoe* $28,91 \text{ m}^3/\text{jam}/\text{alat}$. Volume tanah yang perlu digali $21.481,17 \text{ m}^3$ dan dapat diselesaikan dalam 47 hari. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan 2 unit *backhoe* , sehingga mendapatkan selisih nilai produktivitas actual kerja dan waktu siklus. Waktu tidak efektif *backhoe* akibat *idle*, *maintenance* *dump truck*, merapikan tanah dan *moving*.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Manajemen Proyek

Menurut Widiyanti (2013:23) manajemen merupakan suatu kegiatan yang melibatkan sekelompok orang yang mempunyai kemampuan atau keahlian masing-masing untuk memperoleh hasil yang telah ditetapkan dengan batas-batas tertentu secara sistematis dan efektif, dengan adanya perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) yang memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien.

3.2 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah pada bangunan infrastruktur merupakan pekerjaan pokok. Kegiatan pekerjaan tanah sebagian besar adalah kegiatan galian tanah. Pekerjaan tanah merupakan kegiatan yang sangat penting, terutama dalam mengendalikan waktu pelaksanaan, penggunaan metode kerja (Asiyanto, 2008:3). Menurut Asiyanto (2008:50), pekerjaan galian tanah merupakan pekerjaan tanah yang sifatnya permanen sebagai struktur. Pekerjaan tanah dapat dilakukan oleh tenaga manusia atau dengan alat-alat berat.

3.3 Pengertian Alat Berat

Menurut Rostiyanti (2014:1), dalam pekerjaan pembangunan struktur bangunan, alat – alat berat sangat diperlukan untuk membantu dan mempermudah manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang lebih singkat. Dan alat-alat berat ini menjadi factor yang sangat penting didalam proyek. Alat berat yang digunakan untuk menggali *excavator*, dan untuk mengangkut *dump truck*. Pemilihan alat berat pada suatu proyek adalah salah satu factor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Menurut Wilopo (2009:6), keterlibatan alat-alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

1. Waktu pelaksanaan akan lebih cepat. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target waktu penyelesaian atau target produksi.
2. Tenaga besar. Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.
3. Ekonomis. Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan, dan factor-faktor ekonomi lainnya

Menurut Rostiyanti (2014), *excavator* merupakan alat berat untuk menggali saluran, terowongan, atau *basement*. Dengan menggunakan *Excavator* pada penggalian tanah, maka didapat hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bucket *backhoe* harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan. Menurut Rostiyanti (2014), *excavator* terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar, *boom*, lengan (*arm*), *bucket*, *Slewing ring*, dan struktur bawah. *Boom*, lengan (*arm*), *bucket* digerakkan dengan system hidroliis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda *crawle*.

3.4 Analisa Pemilihan Alat Berat

Menurut Katalog Alat Berat Konstruksi (2013), dalam pemilihan alat berat harus dipilih yang tepat guna dan ekonomis, dimana alat tersebut harus sesuai dengan kondisi pekerjaan, mampu berproduksi tinggi dengan biaya yang relative rendah.

3.5 Produktivitas *Excavator*

Menurut Wilopo (2009:46), untuk menghitung kapasitas produktivitas *excavator* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KP = \frac{KB \times bf \times 3600 \times FK}{CT}$$

Keterangan :

KP = Produktivitas *hydraulic excavator* (m³/jam)

KB = Kapasitas *bucket* (m³)

bf = *Bucket* faktor

FK = Faktor efisiensi kerja atau terdiri dari :

CT = *Cycle Time* (detik)

3.6 Produktivitas *Dump Truck*

Menurut Rostiyanti (2014:74), produktivitas *truck* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = V \times \frac{60}{CT} \times Et$$

Keterangan :

Q = Produktivitas (m³/jam)

V = Kapasitas (m³)

CT = Waktu siklus (menit)

Et = Efisiensi kerja *dump truck*

3.7 Biaya Sewa Alat berat

Menurut Asiyanto (2007:93), bila suatu perusahaan menggunakan alat sewa dari luar, maka perusahaan tersebut tidak mengeluarkan biaya investasi untuk alat berat. Dalam sebuah perjanjian sewa alat, biasanya diatur bila suatu saat alat mengalami idle, maka perusahaan yang telah menyewa alat tetap dikenakan biaya sewa minimum, yang bertujuan untuk tetap dapat menutup biaya penyusutan pada pemilik alat berat. Untuk dapat melakukan evaluasi rugi atau laba dari penggunaan alat berat serta dapat mengendalikannya maka yang harus diketahui adalah biaya alat dan Pendapatan alat. Menurut Asiyanto (2007:100), pendapatan alat dapat diperoleh melalui beberapa jasa yang ditawarkan, sebagai berikut :

$$\text{Jasa sewa alat} = \text{tarif sewa alat per jam} \times \text{jumlah jam}$$

Keterangan :

Tarif sewa alat per jam (rupiah)

Jumlah jam penggunaan (jam)

4. METODE PENELITIAN

4.1. Data Penelitian

Subjek dalam penelitian adalah menentukan kombinasi alat berat untuk pekerjaan galian biasa dan galian tanah berbutir, dimana kombinasi ini adalah hasil kombinasi alat berat yang dapat digunakan untuk proyek untuk mendapatkan hasil yang cepat dengan biaya yang efisien. Objek dalam penelitian ini adalah Proyek Jalan Petir – Kedungpucang, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul. Data primer untuk penelitian didapat dengan melakukan wawancara langsung atau pengambilan data yang diperoleh dari proyek. Jenis alat berat yang digunakan dalam proyek, Jam kerja alat, dan Biaya sewa alat berat. Data Sekunder dalam penelitian merupakan data yang diperoleh dari pihak instansi atau penyedia jasa (kontraktor). Data proyek yang diambil dari dokumen kontrak, dan Spesifikasi alat berat.

4.2. Tahapan Pengolahan Data

1. Menghitung volume galian

2. Menghitung produktivitas alat berat *Excavator* dan *Dump Truck*.
3. Menghitung biaya sewa masing-masing alat berat
4. Menentukan beberapa alternatif pada pekerjaan galian tanah biasa dan galian tanah berbutir dan pemindahan tanah
5. Menghitung total waktu untuk tiap alternatif.
6. Menghitung total biaya untuk setiap alternatif.
7. Membandingkan tiap kombinasi untuk mendapatkan kombinasi dengan waktu yang tersingkat dengan biaya terendah.
8. Mendapatkan kombinasi dengan waktu dan biaya yang efektif.

5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Data

Studi kasus penelitian adalah proyek Jalan Petir – Kedungpucang, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul. Data proyek yang diperoleh sebagai berikut :

Lokasi proyek	: Jalan Petir – Kedungpucang, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul.
Volume galian biasa	: 325.53 m ³
Volume galian berbutir	: 290.30 m ³

Pengambilan data volume galian biasa dan galian berbutir didapat dari hasil pengamatan dilapangan proyek. Sesuai dengan hasil wawancara volume galian biasa memiliki 70% tanah berbatu dari volume galian biasa sedangkan untuk 30 % merupakan tanah biasa. Data tersebut didapat dari izin pihak yang bersangkutan (penyedia jasa atau kontraktor) pada Jalan Petir – Kedungpucang. Pelaksanaan pekerjaan tanah pada proyek Jalan Petir – Kedungpucang menggunakan alat berat. Alat berat yang digunakan adalah *excavator* dan *dump truck*. Hasil tanah dari penggalian *excavator* akan di muat pada *dump truck* dan dibongkar pada tempat pembuangan yang sudah disiapkan. Jarak antara lokasi penggalian dengan tempat pembongkaran tanah adalah 9 kilometer. Pada data proyek, jumlah alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah adalah 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, dan 3 unit *dump truck*. *Excavator* SK200 menggunakan 2 unit *dump truck* sedangkan *Excavator* SK50 menggunakan 1 unit *dump truck*. Total jam kerja 7 jam per harinya.

Alat berat memiliki efisiensi kerja sesuai dengan kondisi alat. Dengan data Lampiran 10, semua alat yang digunakan dalam kondisi baik maka sesuai Tabel 3.11 didapat efisiensi kerja sebagai berikut :

1. *Excavator* SK200 = 0.81
2. *Excavator* SK50 = 0.81
3. *Dump Truck* = 0.81

Excavator digunakan untuk menggali dan memuat tanah pada galian tanah berbutir kedalam *dump truck* . Data yang diperoleh dari *excavator* ,sebagai berikut :

Tipe	: <i>Excavator</i> Kobelco SK200
Kapasitas <i>bucket</i> (KB)	: 0.93 m ³
Efisiensi kerja (fk)	: 0.81
Faktor <i>bucket</i> (bf)	: 0.9
Waktu gali dan memuat (t1)	: 20 detik dalam satu <i>bucket</i>
Waktu untuk merapikan galian (t2)	: 10 detik

Excavator SK 50 digunakan untuk menggali dan memuat tanah pada galian tanah biasa (galian untuk talud) kedalam *dump truck* . Data yang diperoleh dari *excavator* ,sebagai berikut :

Tipe	: <i>Excavator</i> Kobelco SK50
Kapasitas <i>bucket</i> (KB)	: 0.14 m ³
Efisiensi kerja (fk)	: 0.81
Faktor <i>bucket</i> (bf)	: 0.9
Waktu gali dan memuat (t1)	: 18 detik dalam satu <i>bucket</i>
Waktu untuk merapikan galian (t2)	: 10 detik

Dump truck digunakan untuk memuat dan memindahkan tanah pada galian tanah biasa dan galian tanah berbutir. Pengamatan langsung dilakukan pada pengamatan waktu angkut bermuatan dan waktu angkut kosong. Data yang diperoleh dari *dump truck* sebagai berikut :

Tipe	: Mitsubishi
Kapasitas bak <i>dump truck</i> (V)	: 3.5 m ³
Efisiensi kerja (Et)	: 0.81
Faktor <i>bucket excavator</i> (bf)	: 0.9
Jarak tempat pembongkaran (L)	: 9 Km
Kecepatan <i>dump truck</i> kosong (v1)	: 50 Km/jam
Waktu angkut <i>dump truck</i> kosong (t1)	: 14.4 menit
Kecepatan <i>dump truck</i> bermuatan (v2)	: 40 Km/jam
Waktu angkut <i>dump truck</i> bermuatan (t2)	: 23.8 menit
Waktu muatan (<i>excavator</i> SK50) (ts1)	: 8.5 menit, tanah biasa pada galian talud
Waktu muatan (<i>excavator</i> SK50) (ts2)	: 16.6 menit, tanah berbatu pada galian talud

5.2 Produktivitas Alat Berat *Excavator* SK 200

Waktu siklus dalam satu *bucket* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (CT)} &= \text{waktu gali dan memuat} + \text{waktu merapikan galian} \\ &= 20 + 10 \\ &= 30 \text{ detik} \end{aligned}$$

Produksi *excavator* per jam (m³/Jam) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} KP &= \frac{KB \times bf \times 3600 \times FK}{CT} \\ &= \frac{0.93 \times 0.9 \times 3600 \times 0.81}{30} \\ &= 81.356 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

5.3 Produktivitas Alat Berat *Excavator* SK 50

Waktu siklus menggunakan rumus menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (CT)} &= \text{waktu gali dan memuat} + \text{waktu merapikan galian} \\ &= 18 + 10 \\ &= 28 \text{ detik} \end{aligned}$$

Produksi *excavator* per jam (m³/Jam) menggunakan rumus menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} KP &= \frac{KB \times bf \times 3600 \times FK}{CT} \\ &= \frac{0.14 \times 0.9 \times 3600 \times 0.81}{28} \\ &= 13,122 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

5.4 Produktivitas *Dump Truck*

Produktivitas *dump truck* untuk memuat dan memindahkan tanah ke tempat pembuangan akhir pada pekerjaan galian tanah berbutir. Alat penggali dan pemuat dilakukan alat berat *excavator* SK200. Volume pekerjaan didapat pada data yang sudah diambil.

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus (CT)} &= \text{Waktu angkut } \textit{dump truck} \text{ kosong (t1)} + \text{Waktu angkut} \\ &\quad \textit{dump truck} \text{ bermuatan (t2)} + \text{Waktu muatan (ts)} \\ &= 14.4 + 23.8 + 1.5 \\ &= 39.7 \text{ menit}\end{aligned}$$

Produktivitas *dump truck* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}Q &= V \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi DT} \\ &= 3.5 \times \frac{60}{39.7} \times 0.81 \\ &= 4.28 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

5.5 Perhitungan Biaya Sewa Alat

Peneliti mengambil data dari penyewa alat berat dan didapat daftar harga sewa alat per jam untuk *excavator*, sedangkan *dump truck* dengan harga sewa per hari. Kebutuhan yang lain seperti bahan bakar berupa solar ditanggung oleh penyewa alat berat, untuk kebutuhan operator akan disediakan oleh perusahaan penyewaan. Dan untuk harga solar atau dextrite diambil harga bahan bakar solar tahun 2019.

- Excavator* SK 200
 - Merek : Kobelco
 - Tipe : SK200
 - Harga solar : 9.800,00 (mengikuti harga terbaru Pertamina)
 - Harga sewa alat : 385.000,00/ jam
 - Total Bahan Bakar dalam 1 hari/7 jam : 120 Liter
 - a. Bahan bakar /jam = Total bahan bakar per hari / 7 jam
= 120/7 = 17.14 Liter/jam
 - b. Bahan bakar (solar) : 17.14 liter/jam x 9.800,00
= 168.000,00 / jam
 - c. Operator : 160.000,00/hari/7 jam = 22.857,14/jam
 - d. Harga sewa : 385.000,00 + 168.000,00 + 22.857,14
= 575.857,14 /jam
- Excavator* SK 50
 - Merek : Kobelco
 - Tipe : SK50
 - Harga solar : 9.800,00 (mengikuti harga terbaru Pertamina)
 - Harga sewa alat : 200.000,00/ jam
 - Total Bahan Bakar dalam 1 hari/7 jam : 45 Liter
 - Bahan bakar /jam = Total bahan bakar per hari / 7 jam
= 45/7 = 6.43 Liter/jam
 - a. Bahan bakar (solar) : 6.43 liter/jam x 9.800,00
= 63.000,00 / jam
 - b. Operator : 200.000,00/hari/7 jam = 21.428,57/jam
 - c. Harga sewa : 200.000,00 + 63.000,00 + 21.428,57
= 284.428,57 /jam
- Dump Truck*

Merek	: Mitsubhisi
Tipe	: 125 PS
Harga solar	: 9.800,00
Total Bahan Bakar dalam 1 hari/7 jam	: 40 Liter (dilihat pada Lampiran 13)
Bahan bakar /jam	= Total bahan bakar per hari / 7 jam = 40/7 = 5.71 Liter/jam
a. Harga sewa alat	: 650.000,00/hari/7 jam = 92.857,14 /jam
b. Bahan bakar (solar)	: 5,71 liter/jam x 9.800,00 = 56.000,00 / jam
c. Operator	: 100.000,00/hari/7 jam = 14.285,71/jam
d. Harga sewa	: 92.857,14 + 56.000,00 + 14.285,71 = 163.142,85 /jam

5.5.1 Alternatif 1

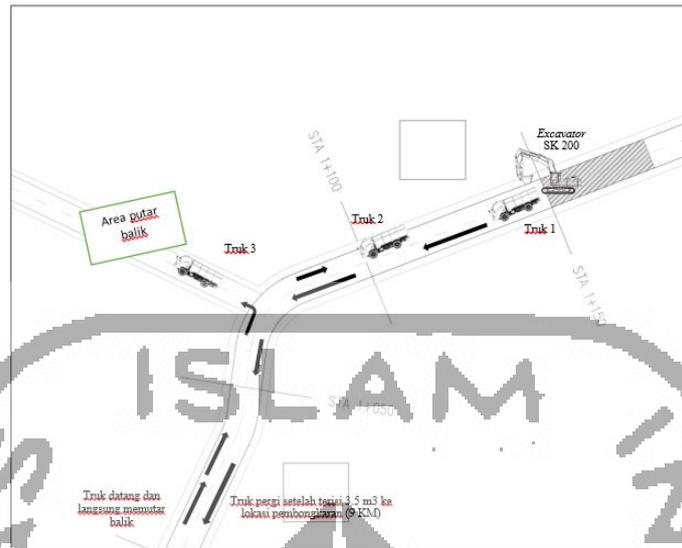
Berikut ini adalah hasil dari perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 1

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	575,857.14	3.57	2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	1	284,428.57	46.93	13,348,548.02
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	3	163,142.86	7.53	3,684,512.53
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	3	163,142.86	20.29	9,928,067.69
Total			78.31	29,015,930.68

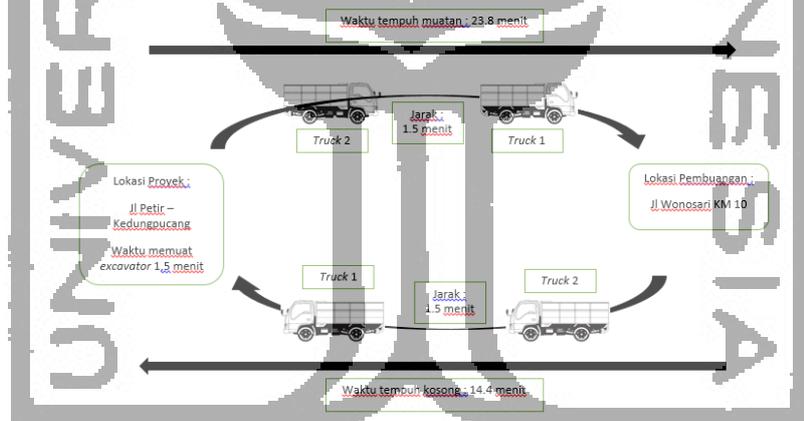
Pada hasil yang didapat dengan *Excavator SK200* 1 unit, *Excavator SK50* 1 unit, *Dum Truck* untuk SK200 3 unit, dan *Dum Truck* untuk SK50 3 unit sesuai dengan hasil analisis data waktu yang diperlukan adalah 78.31 jam. Data pada proyek, satu unit *Excavator SK200* memerlukan waktu 1.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m³. *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong.

Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator SK200* memiliki jarak 1.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck*.



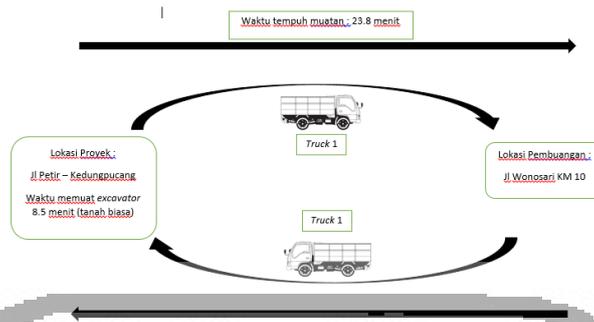
Gambar 1 Set Layout untuk *Excavator SK200* dengan 3 unit *dump truck*

Pada Gambar 1 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 1,5 menit dan sudah memosisikan untuk memuat. *Dump Truck* 3 akan menunggu 3 menit dan sudah berada di area putar balik.



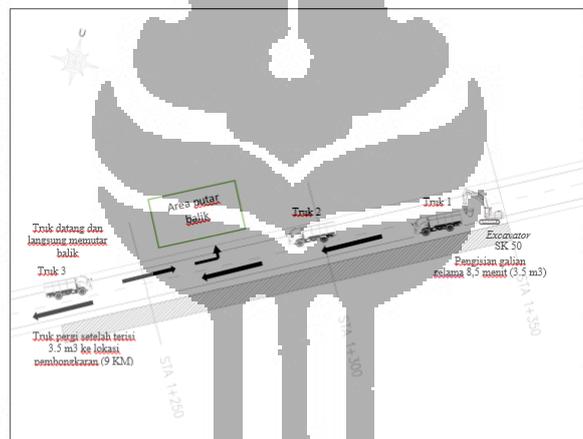
Gambar 2 Layout untuk *Excavator SK200* dengan 3 unit *dump truck*

Dari Gambar 2 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkut dan kembali 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Waktu *Excavator SK200* menunggu datangnya 1 unit *dump truck* adalah 39.7 menit. Dengan 3 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator SK200* menunggu adalah 36.7 menit. Data pada proyek, satu unit *Excavator SK50* memerlukan waktu 8.5 menit untuk mengisi penuh *Dum Truck* yang berkapasitas 3.5 m³ (tanah biasa). *Dum Truck* memerlukan waktu 39.70 menit dengan jarak 9 KM. Waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan terisi (muatan) adalah 23.80 menit, sedangkan waktu yang diperlukan *Dum Truck* dalam keadaan kosong adalah 14.40 menit. Waktu untuk pembongkaran *Dum Truck* termasuk kedalam waktu yang diperlukan untuk kembali dalam keadaan kosong. Dua *dump truck* yang memuat galian dari *Excavator SK50* memiliki jarak 8.5 menit untuk pengisian setiap *Dum Truck* dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Layout untuk *Excavator SK50* dengan 3 unit *dump truck*

Dari Gambar 3 waktu yang diperlukan untuk memuat, mengisi penuh, mengangkut dan kembali 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Waktu *Excavator SK50* menunggu datangnya 1 unit *dump truck* adalah 46.7 menit. Dengan 3 unit *dump truck* maka waktu yang diperlukan *Excavator SK200* menunggu adalah 29.7 menit.



Gambar 4 Set Layout untuk *Excavator SK50* dengan 3 unit *dump truck*

Pada Gambar 4 menjelaskan bahwa *dump truck* 1 yang sedang mengisi terlebih dahulu memutar balik untuk mempermudah pengangkutan menuju tempat pembongkaran. *Dump Truck* 2 akan menunggu selama 8.5 menit dan sudah memposisikan untuk memuat. *Dump Truck* 3 akan menunggu 17 menit dan sudah berada di area putar balik.

5.5.2 Hasil Alternatif 2 dan Alternatif 3

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 2

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA (Rp)
<i>Excavator SK200</i>	1	Rp 575,857.14	3.57	Rp 2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	2	Rp 284,428.57	11.73	Rp 6,674,274.01
<i>Dump Truck</i> (untuk SK200)	5	Rp 163,142.86	2.71	Rp 2,210,707.52
<i>Dump Truck</i> (untuk SK50)	4	Rp 163,142.86	11.41	Rp 7,446,050.77
Total			29.42	Rp 18,385,834.73

Berikut ini adalah hasil dari perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi lapangan yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perhitungan Analisa Kombinasi 3

JENIS ALAT	JUMLAH ALAT	BIAYA SEWA ALAT	DURASI (JAM)	BIAYA
<i>Excavator SK200</i>	1	Rp 575,857.14	3.57	Rp 2,054,802.43
<i>Excavator SK50</i>	2	Rp 284,428.57	11.73	Rp 6,674,274.01
<i>Dump Truck (untuk SK200)</i>	7	Rp 163,142.86	1.38	Rp 1,579,076.80
<i>Dump Truck (untuk SK50)</i>	4	Rp 163,142.86	11.41	Rp 7,446,050.77
Total			28.09	Rp 17,754,204.01

5.5.3 Pembahasan

Dari semua hasil perhitungan yang telah dilakukan dan membandingkan 3 (tiga) alternatif kombinasi. Maka dapat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Rekapitulasi perbandingan Biaya dan Waktu

	Satuan	Kondisi Asli	Alternatif	Alternatif	Alternatif
			1	2	3
Biaya	Rupiah	0	Rp 21,698,391.65	Rp 32,328,487.60	Rp 32,960,118.32
Waktu	Jam	0	171.69	220.58	221.91
Biaya	%	0	42.79 %	63.75 %	64.99 %
Waktu	%	0	68.68 %	88.23 %	88.76 %

Pada Tabel 4 dapat dilihat hasil perbandingan antara ketiga alternatif. Pada Alternatif 1 menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 2 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 1 unit *dump truck* (untuk SK50). Alternatif 2 menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 3 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 3 unit *dump truck* (untuk SK50). Alternatif 3 menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 2 unit *excavator* SK50, 5 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 4 unit *dump truck* (untuk SK50).

Analisa untuk mencari alternatif alat berat dengan kombinasi yang memiliki waktu tercepat dan biaya termurah ada pada alternatif 3 yang memiliki perbandingan waktu 221.91 jam dan biaya Rp 32.960.118,32. Namun pada kondisi lapangan yang tidak memungkinkan (Lampiran 15) untuk 7 unit *dump truck* maka untuk mempercepat proyek tersebut peneliti menggunakan alternative 1 sebagai alternative yang digunakan penyedia jasa. Alternatif 1 dengan menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 3 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 3 unit *dump truck* (untuk SK50). Durasi waktu yang diperlukan 78.31 jam dengan biaya Rp 29.015.930,68.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Melihat dari hasil rekapitulasi perbandingan alternatif alat berat, maka dapat disimpulkan dengan mengacu pada kombinasi dengan waktu yang tercepat dan biaya termurah. Kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk proyek Jalan Petir – Kedungpucang adalah alternatif ke 1. Dengan

menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 3 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 3 unit *dump truck* (untuk SK50). Durasi waktu yang didapat dari perhitungan alternatif ke 1 adalah 78.31 jam dan biaya Rp 29.015.930,68.

Dapat disimpulkan dari kombinasi asli dilapangan dengan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 2 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 1 unit *dump truck* (untuk SK50) merupakan kombinasi yang tidak direkomendasikan karena mempunyai waktu penyelesaian yang lama 250.00 jam dan biaya yang mahal Rp 50.714.322,33.

6.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya, sebagai berikut :

1. Penelitian diharapkan memperbanyak kombinasi dengan berbagai jenis alat berat yang memiliki kapasitas alat berat yang berbeda.
2. Lokasi penelitian diharapkan memiliki jarak yang pendek atau dibawah 5 Km untuk mendapatkan durasi yang lebih efektif dan efisien.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochmanhadi. 1989. *Alat alat berat dan penggunaannya*. YBPPU. Jakarta.
- [2] Fatena Rostiyanti, Susy, Msc, Ir. 2008. *Alat berat untuk proyek konstruksi*. Rineka Cipta. Jakarta
- [3] Asiyanto, Susy, MBA, Ir. 2007. *Manajemen Alat berat untuk konstruksi*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- [4] Wilopo, Djoko. 2009. *Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat*. UI-Press. Jakarta.
- [5] Widiyanti, Irika, M.T., Ir. 2013. *Manajemen Konstruksi*. PT Remaja Rosdakarya. Jakarta.
- [6] Santosa, Budi. 2008. *Manajemen Proyek*. Graha Ilmu. Surabaya.
- [7] Asiyanto. 2008. *Metode Konstruksi Proyek Jalan*. UI- Press. Jakarta.
- [8] Kholil, Ahmad, ST, MT. 2012. *Alat Berat*. PT. Remaja Rosdakarya Offset. Bandung.
- [9] Putra, Djurindar Heryandi. 2018. Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII. *Prosiding Kolokium Program Studi Teknik Sipil (KPSTS) FTSP UII 2018*, ISSN 9-772477 – 5B3159.
- [10] Sokop, Ronald Martin. 2018. Analisa Perhitungan Produktivitas Alat berat Gali – Muat (*Excavator*) dan Alat Angkut (*Dump Truck*) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. *Jurnal Tekno*, Volume 16, No 70, ISSN : 0215 – 9617..