



Fakultas Teknik

# SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL #3

“Inovasi Pengembangan Infrastruktur di Daerah Otonomi Baru  
untuk Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG)”

## ANALISIS PRODUKTIFITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN ROLLO GRAND DIAMOND RESIDENCE

Waode Sintah<sup>1</sup>, Andung Yunianta<sup>2</sup>, Resky Aprilyanto Wibowo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

[1waodesintah@gmail.com](mailto:waodesintah@gmail.com), [2andung.ay@gmail.com](mailto:andung.ay@gmail.com), [3rezkyaprilyantowibowo@gmail.com](mailto:rezkyaprilyantowibowo@gmail.com)

### ABSTRAK

Ruas Jalan Arso 10 – Arso 14 merupakan jalan utama yang menghubungkan antara daerah Arso 10 – Arso 14 yang mempunyai spesifikasi perkerasan lentur dengan lebar jalan 5 m. Jalan ini cukup sering dilintasi dengan kendaraan berat maupun ringan setiap harinya, hal tersebut tentunya akan mengakibatkan kerusakan pada lapis perkerasan jalan, karena terus menerima beban yang berulang sehingga terdapat beberapa kerusakan disepanjang ruas jalan tersebut, yang dimana kerusakan pada ruas jalan tersebut dapat mengganggu kenyamanan bagi Masyarakat yang melintasi ruas jalan tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui nilai kondisi jalan dengan menggunakan dua metode yaitu Metode (PCI) *Pavement Condition Index* dan Metode (SDI) *Surface Distress Index*. Penelitian ini dilakukan dengan panjang jalan 2 km dan terbagi menjadi ke dalam 4 segmen yang Dimana setiap segmen memiliki panjang 500 m. Pada ruas Jalan Arso 10 – Arso 14 didapatkan 5 jenis kerusakan seperti retak kulit buaya, lubang retak memanjang/melintang, amblas dan retak pinggir. Berdasarkan hasil penelitian analisis kerusakan jalan menggunakan metode (PCI) *Pavement Condition Index* didapatkan nilai PCI rata – rata sebesar 52,75 dan dikategorikan kedalam kondisi sedang (fair) yang Dimana nilai 52,75 masuk pada rentang nilai 40 – 54. Sedangkan pada penelitian perkerasan dengan menggunakan nilai (SDI) *Surface Distress Index* didapatkan rata – rata nilai SDI pada ruas Jalan Arso 10 – Arso 14 yaitu sebesar 107,5 yang Dimana nilai kondisi jalan tersebut masuk pada rentang nilai 100 – 150 untuk kondisi rusak ringan.

Kata Kunci : Kerusakan Jalan, Metode (SDI) *Surface Distress Index*, Metode (PCI) *Pavement Condition Index*

### ABSTRACT

*City growth and infrastructure development have had a significant impact on the development of construction projects in Jayapura City, such as the construction of the Rollo Grand Diamond Residence housing and residential area, which aims to create housing and residential areas in accordance with the government's work plan through construction implementation. The work that will be reviewed in this research is the productivity and operational costs of heavy equipment in excavation work. Productivity is the capability of equipment in units of time (m<sup>3</sup>/hour), and heavy equipment is an important factor in projects, especially large-scale construction projects. The heavy equipment used in excavation work in this research is an excavator used for excavation work and a dump truck used to transport excavation from the excavation site to the project location which is located in Koya Tengah, Muara Tami District, Jayapura City, Papua Province.. By carrying out productivity calculations and analyzing heavy equipment operational costs to determine the required costs. The specifications are adjusted to the use of heavy equipment in the field. From the analysis carried out, the results obtained were the productivity value of each heavy equipment used in the land excavation work for the Rollo Grand Diamond Residence Housing Development Project, namely the Excavator 82,670 m<sup>3</sup>/hour and the Dump truck 5,012 m<sup>3</sup>/hour. From the results of calculating the operational costs of the equipment, the costs that must be incurred for 1 Excavator unit are Rp. 4,598,640 and 13 Dump Truck units amounting to Rp. 24,853,816 so the total costs must be Rp. 29,452,456 with a work duration of 2 days.*

**Keywords:** Excavation, Heavy Equipment, Productivity.



## 1. PENDAHULUAN

Kota Jayapura merupakan kota yang menyandang status sebagai pusat pemerintahan, pusat pertumbuhan ekonomi dan pusat pembangunan Provinsi Papua yang menuntut kota ini untuk terus berkembang. Seiring dengan itu tentunya dibutuhkan dukungan sarana dan prasarana infrastruktur yang memadai. Pertumbuhan kota dan perkembangan infrasruktur menimbulkan dampak yang cukup besar pada pembangunan proyek konstruksi di Kota Jayapura seperti pembangunan perumahan dan kawasan pemukiman Rollo Grand Diamond Residence, yang bertujuan untuk mewujudkan perumahan dan kawasan pemukiman sesuai dengan RKP (rencana kerja pemerintah) melalui pelaksanaan konstruksi.

Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek-proyek konstruksi skala besar. Tujuannya adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat. Selain itu, alat berat yang dipilih haruslah tepat sehingga proyek/pekerjaan dapat berjalan dengan lancar (Kholil, 2012). Pemilihan alat berat yang akan digunakan sangat berpengaruh pada pekerjaan galian dan timbunan suatu proyek konstruksi. Kesalahan pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek tidak berjalan lancar, sehingga dapat mengakibatkan kebutuhan biaya yang akan kelebihan, produktifitas yang kecil dan tenggang waktu yang di butuhkan untuk pengadaan alat berat yang tidak sesuai bahkan lebih lama (Rosyanti, 2008). produktivitas adalah kemampuan alat dalam satuan waktu ( $m^3/jam$ ), dan alat berat merupakan faktor penting didalam proyek terutama proyekproyek konstruksi dengan skala yang besar. Waktu yang diperlukan dalam siklus kegiatan diatas disebut waktu siklus. Waktu siklus sendiri terdiri dari beberapa unsur, waktu yang diperlukan di dalam siklus kegiatan disebut waktu siklus (Rostiyanti, 1999).

Produktivitas alat tergantung pada kapasitas, waktu siklus dan faktor koreksi. Faktor koreksi atau faktor efisiensi terdiri dari berbagai hal yaitu kondisi medan tempat alat bekerja, pemeliharaan dan pengaturan letak alat, metode pelaksanaan, perencanaan dan alat berat, volume pekerjaan, kondisi cuaca, kondisi mesin, dan tingkat keahlian operator. Faktor koreksi inilah yang sering menjadi permasalahan yang terjadi di lapangan, seperti kondisi topografi medan tempat alat bekerja yang memiliki elevasi atau kemiringan yang relatif tinggi, kemudian dilihat dari perbedaan lokasi pengambilan galian dan lokasi proyek berada apakah akan berdampak pada produktifitas alat berat.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti melakukan penelitian terhadap produktivitas alat berat pada pekerjaan galian proyek tersebut. Proyek ini memiliki bermacam-macam tingkat jenis pekerjaan. Terdiri dari pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja manusia maupun dengan peralatan mekanis, akan tetapi pada penggeraan galian dalam proyek ini didominasi penggunaan alat berat seperti *excavator* dan *dump truck*.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1. Analisis Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Yang dimaksud produktivitas atau kapasitas alat adalah besarnya keluaran (*output*) volume pekerjaan tertentu yang dihasilkan alat per – satuan waktu. Untuk memperkirakan produktivitas alat diperlukan faktor standar kinerja alat yang diberikan oleh pabrik pembuat alat, faktor efisiensi alat, operator, kondisi lapangan dan material.

a) Produktivitas *Excavator*

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 3600}{C_T \times F_v} \text{ (m}^3/\text{jam}) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

**Q** : Produksi per jam ( $m^3$ /jam)

V : Kapasitas bucket

CT : waktu siklus (c)

Fb : Faktor Bucket

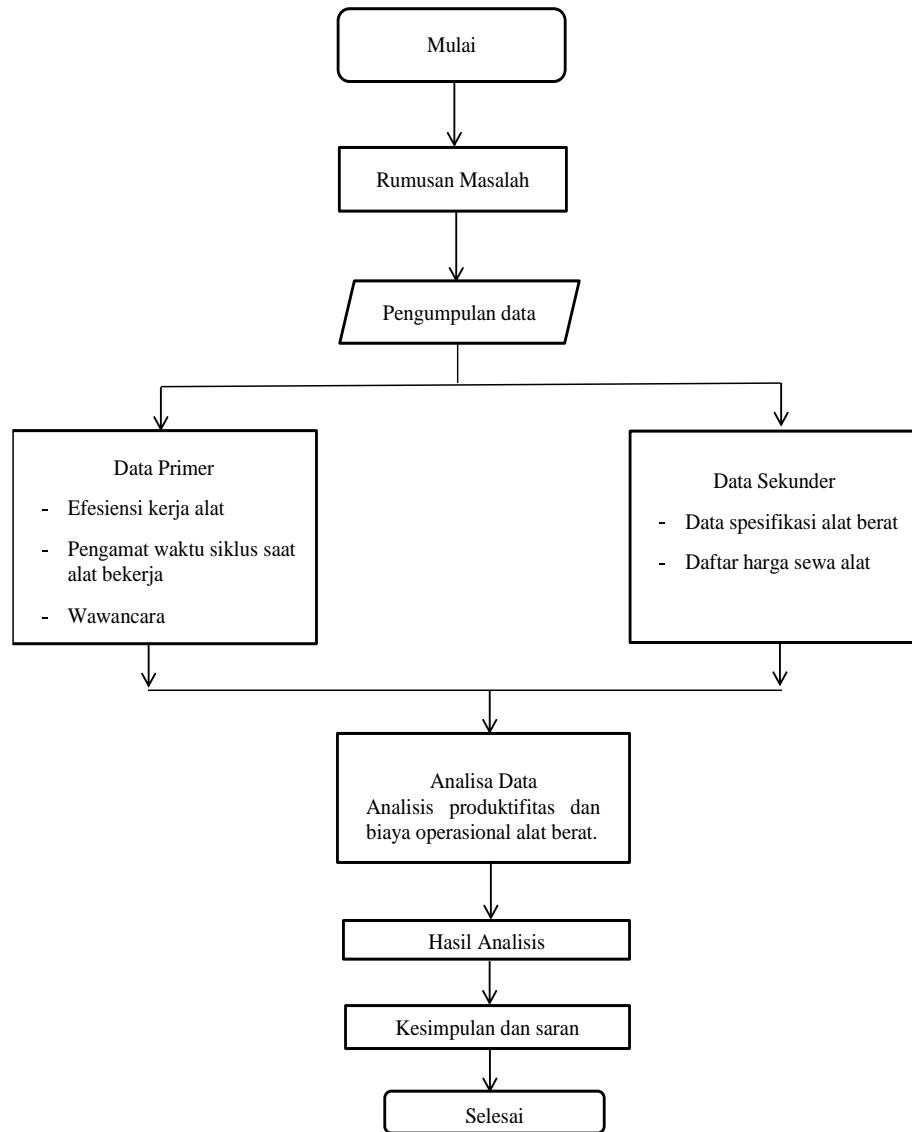
Fa : Faktor Efisiensi alat





### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat dalam bagan alir pada gambar. 1 bagan alir penelitian.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian  
Sumber: Data Pribadi, 2024



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perhitungan Produktivitas Alat

#### a) *Excavator*

Merujuk pada penelitian (Sokop, dkk. 2018), waktu siklus *excavator* (Gali, Putar, Buang) menggunakan nilai rata-rata sampel yang diambil, bukan dari nilai yang terbesar atau terkecil. Berikut adalah contoh perhitungan produktifitas *excavator* Caterpillat 320D. Perhitungan produktifitas *excavator* berdasarkan pengamatan lapangan pada hari sabtu 16 maret 2024 sebagai berikut :

Waktu Siklus:

$$\begin{aligned} CT &= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \\ &= 5,21 + 4,53 + 3,27 + 2,87 \\ &= 15,88 \text{ detik} \approx 16 \text{ detik} \end{aligned}$$

Produktivitas *excavator* per jam :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V \times F_b \times F_a \times 3600}{CT \times F_v} \\ &= \frac{0,9 \times 0,8 \times 0,75 \times 3600}{16 \times 0,7} \\ &= 173,571 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Hasil dari analisa produktivitas per jam didapat nilai sebesar 192,085m<sup>3</sup>/jam. Karena waktu pekerjaan yang ditetapkan di lapangan adalah 8 jam/hari maka analisa produktivitas *excavator* dalam satu hari adalah sebagai berikut :

Produktivitas per hari *excavator*:

$$\begin{aligned} &= \text{Produktifitas per jam} \times \text{jam kerja} \\ &= 173,571 \times 8 \text{ jam} \\ &= 1.388,57 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### b) *Dump truck*

Pada proses loading atau muat material dalam penelitian ini, waktu siklus tidak alat berat tidak dianalisis. Hal ini disebabkan karena penentuan waktu muat material dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan secara real time menggunakan alat bantu ukur waktu stopwatch. Setelah proses loading atau muat material selesai, selanjutnya dilakukan pengangkutan material menuju lokasi pekerjaan. Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator dump truck, kecepatan rata – rata dump truck dalam kondisi material terisi sebanyak 5 m<sup>3</sup> adalah 24 Km/jam. Saat dump truck telah sampai di lokasi pekerjaan kemudian dilakukan proses pembongkaran material. Pembongkaran material di lakukan di area yang akan dihamparkan. Setelah proses pembongkaran material selesai dilakukan, kemudian dump truck kembali ke stockyard untuk memuat material kembali. Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator di lapangan, kecepatan dump truck pada saat muatan kosong adalah 30 Km/jam. Setelah semua proses telah dilakukan didapatkan data sebagai berikut :

1. Waktu muat dump truck menggunakan bantuan alat *excavator* tidak dianalisis karena prosesnya dilakukan dengan cara pengamatan langsung secara real time di lapangan menggunakan stopwatch. Rata – rata waktu muat dump truck yang di dapatkan di lapangan adalah (T1) 1,86 menit.
2. Waktu angkut dump truck dari Querry menuju lokasi penelitian dengan jarak angkut (D) adalah 9,2km atau 9.200m dan kecepatan rata – rata dump truck dalam keadaan terisi berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator adalah (V1) 24 km/jam atau 400 m/jam. waktu angkut dump truck dari Querry menuju lokasi adalah sebagai berikut :



Kondisi Bermuatan :

$$\begin{aligned} T2 &= \frac{D \times 1000}{V1 \times 1000} \\ &= \frac{9,2 \times 1000}{24 \times 1000} \\ &= 0,383 \text{ Jam} \approx 23 \text{ Menit} \end{aligned}$$

3. Waktu bongkar material didapat dengan menggunakan alat bantu *stopwatch* dan dilakukan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan secara *real time* sehingga waktu bongkar material adalah (T3) 0,84 menit.
4. Waktu kembali *dump truck* dari lokasi penelitian menuju *Querry* memiliki jarak yang sama yaitu (D) 9,2km atau 9.200m dan kecepatan rata - rata *dump truck* dengan muatan kosong berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator adalah 30 km/jam = 500 m/menit. Sehingga waktu kembali *dump truck* adalah sebagai berikut :

Kondisi Kosong :

$$\begin{aligned} T4 &= \frac{D \times 1000}{V1 \times 1000} \\ &= \frac{9,2 \times 1000}{30 \times 1000} \\ &= 0,306 \text{ Jam} \approx 18,36 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Sehingga waktu siklus dari *dump truck* adalah sebagai berikut :

Waktu Siklus:

$$\begin{aligned} CT &= T1 + T2 + T3 + T4 \\ &= 1,86 + 23 + 0,84 + 18,36 \\ &= 44 \text{ Menit} \end{aligned}$$

Setelah waktu siklus rata – rata *dump truck* didapatkan yaitu sebesar (CT 57 menit, kemudian dilakukan analisa produksi *dump truck* per siklus. Sebelumnya telah diketahui bahwa kapasitas bak penampung *dump truck* (C) adalah 5 m<sup>3</sup> dan faktor koreksi pengisi bucket (K) berdasarkan Tabel 2.1 adalah 0,9, maka produksi per siklus (q) adalah sebagai berikut :

Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* (n)

$$\begin{aligned} (n) &= \frac{c}{q' \times K} \\ &= \frac{5}{0,9 \times 0,8} \\ &= 6,94 \approx 7 \text{ kali siklus} \end{aligned}$$

Produktivitas per siklus:

$$\begin{aligned} (q) &= n \times q' \times K \\ &= 7 \times 0,9 \times 0,8 \\ &= 5,04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Produksi per siklus *dump truck* yang telah dianalisis adalah 4 m<sup>3</sup>. selanjutnya adalah menghitung waktu produksi per jam *dump truck*. Sebelumnya telah diketahui bahwa waktu siklus *dump truck* (Ct) adalah 57 menit dan faktor efisiensi yang diambil berdasarkan Tabel 3.2 adalah (E) 0,75 karena melihat kondisi alat langsung di lapangan. Maka analisa produksi per jam *dump truck* (Q) adalah sebagai berikut :

Produktivitas *excavator* per jam :



$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times 60 \times E}{CT} \\ &= \frac{5,04 \times 60 \times 0,75}{44} \\ &= 5.154 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, didapatkan nilai hasil produktivitas alat berat dump truck per jam adalah 5.154 m<sup>3</sup>/jam. Karena jam kerja yang ditetapkan adalah 8 jam/hari, maka untuk menghitung *output* pekerjaan per hari adalah sebagai berikut :

Produktivitas per hari *dump truck*:

$$\begin{aligned} &= \text{Produktifitas per jam} \times \text{jam kerja} \\ &= 5,012 \times 8 \text{ jam} \\ &= 41,236 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

#### **4.2 Analisis Perhitungan Biaya Operasional Alat Berat**

Biaya operasi adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk keperluan-keperluan pengoperasian alat berat.

##### *1. Excavator*

Biaya bahan bakar (H) = (12,00 s/d 15,00)% x HP

$$\begin{aligned} &= 15,00\% \times 145 \\ &= 21,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 14.700 / \text{L} \\ &= \text{Rp } 319.700 / \text{Jam} \\ &= (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3\% \times 145 \\ &= 4,35 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 9.600 / \text{L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= \text{Rp. } 41.760 / \text{Jam} \\ &= (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times \text{B/W} \end{aligned}$$

$$= 17,5\% \times \frac{840 \text{ Juta}}{2496}$$

$$= \text{Rp } 58.894 / \text{Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perbaikan (K)} &= (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times \text{B/W} \\ &= 8,75\% \times \frac{840 \text{ Juta}}{2496} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 29.447 / \text{Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Operator (L)} &= \text{Rp. } 75.000 \times 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 600.000 / \text{Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Operator (M)} &= \text{Rp. } 50.000 \times 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 400.000 / \text{Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya operasi (P)} &= \text{H} + \text{I} + \text{J} + \text{K} + \text{L} + \text{M} \\ &= 319.700 + 41.760 + 29.447 + 58.894 + 75.000 + 50.000 \\ &= \text{Rp. } 574.830 / \text{jam} \times 8 \text{ jam kerja} \\ &= \text{Rp. } 4.598.640 / \text{hari} \end{aligned}$$



2. *Dump truck*

Biaya bahan bakar (H)	$= (12,00 \text{ s/d } 15,00\%) \times \text{HP}$
	$= 15,00\% \times 125$
	$= 18,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 6.800 /L$
	$= \text{Rp. } 127.500 / \text{Jam}$
Biaya Pelumas (I)	$= (2,5 \text{ s/d } 3\%) \times \text{HP}$
	$= 3\% \times 125$
	$= 3,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 9.600 /L$
	$= \text{Rp. } 36.000 / \text{Jam}$
Biaya Perbaikan (K)	$= (12,5 \text{ s/d } 17,5\%) \times \text{B/W}$
	$= 17,5\% \times \frac{480 \text{ Juta}}{2496}$
	$= \text{Rp. } 33.653 / \text{Jam}$
Biaya Bengkel (J)	$= (6,25 \text{ s/d } 8,75\%) \times \text{B/W}$
	$= 8,75\% \times \frac{480 \text{ Juta}}{2496}$
	$= \text{Rp. } 16.826 / \text{Jam}$
Upah Operator (L)	$= \text{Rp. } 25.000 \times 8 \text{ jam}$
	$= \text{Rp. } 200.000 / \text{Hari}$
Biaya operasi (P)	$= H + I + J + K + L + M$
	$= 127.500 + 36.000 + 33.653 + 16.826 + 25.000$
	$= \text{Rp. } 238.979 / \text{jam} \times 8 \text{ jam kerja}$
	$= \text{Rp. } 1.911.832 / \text{hari} \times 13 \text{ unit alat}$
	$= \text{Rp. } 24.853.816 / \text{hari}$

## 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan analisa produktifitas alat berat pada pekerjaan galian tanah pada Proyek Pembangunan Perumahan Rollo Grand Diamond Residence dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Produktivitas alat berat excavator per jam adalah sebesar  $173,571 \text{ m}^3/\text{jam}$ , dan produktivitas per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar  $1.388,57 \text{ m}^3/\text{hari}$  dan rata – waktu siklus selama 16 detik. Produktivitas alat berat dump truck per jam adalah sebesar  $5,154 \text{ m}^3/\text{jam}$  dan produktivitas per hari dengan durasi waktu pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar  $41,236 \text{ m}^3/\text{hari}$  dan rata – rata waktu siklus selama 44 menit.
2. Dari hasil perhitungan biaya operasional alat maka diperoleh biaya yang harus dikeluarkan per jam untuk 1 unit Excavator sebesar Rp. 574.830 dan per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar Rp 4.598.640 dan 1 unit Dump Truck sebesar Rp. 238.979. dan per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar Rp 1.911.832.

### 5.2 Saran

1. Untuk tipe alat berat itu sendiri tidak berpengaruh terhadap tinjauan lapangan, karena yang berpengaruh itu ialah ukuran alat berat, banyaknya alat berat dan pemeliharaan alat berat tersebut.
2. Alat berat yang digunakan harus dengan keadaan bagus dan perawatan yang rutin, agar efisiensi alat berat baik sehingga mempengaruhi siklus waktu untuk lebih cepat.
3. Sebaiknya didalam pengoperasian alat berat perlu adanya pengawasan yang ketat terhadap kerja operator serta pengecekan kondisi alat agar tetap dalam kondisi yang baik. Sehingga tidak mengganggu jadwal pekerjaan yang telah ditentukan dalam perencanaan awal.



Fakultas Teknik

# SEMINAR NASIONAL TEKNIK SIPIL #3

**“Inovasi Pengembangan Infrastruktur di Daerah Otonomi Baru untuk Mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG)”**

## DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I., (1995), *Manajemen Proyek & Konstruksi*. 1 sted, Badan Penerbit Kanisius, Yogyakarta
- Dipohusodo, Istiwawan.(1996). “*Manajemen Proyek & Konstruksi.Kanisius*”. Jogjakarta.
- Kholil, Ahmad. (2012). *Alat Berat*. PT. Remaja Rosda Karya Offset: Bandung.
- Rostiyanti, Susy Fatena ,2008, *Alat Berat untuk Proyek Kontruksi Edisi 2*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Rostiyanti, (1999), *Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Konstruksi*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta..
- Rochmanhadi. (1986). “*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya*”, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Kulo, E. N. (2017). Analisa produktivitas alat berat untuk pekerjaan pembangunan jalan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 Lokasi Kecamatan Tutuyan Bolaang Mongondow Timur). *Jurnal Sipil Statik*, 5(7), 465–474.
- Balitbang PU. 2012. Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia
- Menteri PUPR RI. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman analisis harga satuan pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum (Issue May). JDIH Kementerian PUPR
- Rochmanhadi. (1982). *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- 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.