

Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (*Excavator*) Dan Alat Angkut (*Dump Truck*) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea

Ronald Martin Sokop¹, Tisano Tj. Arsjad², Grace Malingkas³

Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

¹ronaldmartin.sokop@gmail.com; ²sanotjakrawala@gmail.com; ³grace3967@yahoo.co.id

Abstrak - Pemilihan alat berat yang akan digunakan merupakan faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek konstruksi. Alat berat yang dipilih harus tepat sehingga proyek/pekerjaan berjalan lancar. Tugas akhir ini memiliki pokok pembahasan, yaitu untuk mengetahui produktivitas alat berat, jumlah alat berat dan waktu pelaksanaan pekerjaan. Penelitian ini dibatasi pada masalah produktivitas alat berat yang berkaitan dari kombinasi alat berat excavator Hitachi ZX200-5G, dan dump truck isuzu Ps125HD, Adapun Produktivitas excavator didapat sebesar 105,3 m³/jam dengan membutuhkan alat sebanyak 1 unit membuang tanah sebesar 5445.9 m³ dalam waktu 52 jam. Produktivitas dump truck tujuan pembuangan Lokasi Warembungan dengan jarak 7 km adalah sebesar 24 m³/jam dengan menggunakan 4 (empat) unit dump truck.

Kata kunci - excavator, dump truck, produktivitas

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Setiap proyek konstruksi memerlukan alat berat untuk beberapa jenis pekerjaan, namun tidak mencakup semua jenis alat berat yang ada. Jenis-jenis proyek yang pada umumnya menggunakan alat berat adalah proyek gedung, pelabuhan, jembatan, jalan, irigasi dan lain-lain.

Keterbatasan lahan di perkotaan dan tingginya permintaan membuat munculnya persaingan dalam penggunaan lahan di perkotaan Pembangunan perumahan baru terus dilakukan karena permintaan akan perumahan tersebut meningkat seiring dengan jumlah penduduk perkotaan yang semakin meningkat pula. Perumahan merupakan salah satu sarana upaya untuk

mempermudah masyarakat agar dapat hidup sebagaimana layaknya dengan tempat tinggal (rumah) yang sudah tersedia.

Pengolahan Lahan Perumahan merupakan salah satu pekerjaan dasar dalam membangun perumahan dengan menggunakan alat berat, karna faktor ini sangat mempengaruhi ketahanan Struktur bangunan yang akan di bangun di atasnya. Tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat.

Kesalahan pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek tidak berjalan lancar, sehingga dapat mengakibatkan kebutuhan biaya yang akan membengkak, produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang di butuhkan untuk pengadaan alat berat yang tidak sesuai bahkan lebih lama.

Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan penggunaan alat berat adalah lokasi dan jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan, fungsi dan jenis alat berat yang akan digunakan seperti untuk menggali, mengangkut, menggusur, meratakan. Kemudian faktor tenaga dan kapasitas alat berat serta metode dan cara pengoperasiannya. Alat berat yang akan digunakan pada pekerjaan ini adalah excavator, dan dump truck.

B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini, adalah sebagai berikut :

1. Berapakah produktivitas dari alat berat yang digunakan ?
2. Berapakah jumlah alat berat yang dibutuhkan pada pekerjaan tersebut ?
3. Berapakah lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tanah

C. Batasan Masalah

Sesuai dengan judul Tugas Akhir ini yaitu “Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pelaksanaan Pematangan Lahan Perumahan”, maka penulis hanya membatasi pembahasan masalah tentang :

1. Pekerjaan galian sesuai dengan data ukur volume tanah dilapangan

Ronald Martin Sokop adalah mahasiswa tingkat akhir jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada bidang Manajemen Rekayasa Konstruksi (email : ronaldmartin.sokop@gmail.com);

Tisano Tj. Arsjad adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Manajemen Rekayasa Konstruksi (email : sanotjakrawala@gmail.com)

Grace Malingkas adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Manajemen Rekayasa Konstruksi (email : grace3967@yahoo.co.id)

2. Pekerjaan yang ditinjau adalah berupa pekerjaan galian, sedangkan timbunan tidak ditinjau pada lokasi pekerjaan.
3. Perhitungan produksi alat berat yang digunakan adalah Excavator, dan Dump Truk
4. Perhitungan produktifitas alat berat hanya meninjau pembersihan lahan dan penggalian.
5. Penelitian ini berjalan sesuai dengan kemampuan finansial dari pelaksana pekerjaan.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu :

1. Mengetahui berapa besar anggaran biaya (RAB) dan waktu yang diperlukan dari pekerjaan pelat lantai menggunakan tulangan konvensional.
2. Mengetahui berapa besar anggaran biaya (RAB) dan waktu yang diperlukan dari pekerjaan pelat lantai menggunakan bondek.
3. Dapat mengetahui perbandingan penggunaan pelat beton konvensional atau pelat beton bondek yang lebih efisien dan efektif.

II. METODE PENELITIAN

A. Umum

Metode penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang dilaksanakan secara sistematis dan terarah sehingga diperoleh hasil yang diinginkan. Untuk memahami langkah-langkah dalam penelitian ini diperlihatkan pada bagan alir flow chart penelitian pada Gambar 1.

B. Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer merupakan yang didapatkan melalui pengamatan langsung, wawancara dengan pihak terkait atau hasil penelitian terhadap suatu objek, yang termasuk kategori data primer adalah :

- a. Pengamatan waktu yang dibutuhkan di lapangan untuk peralatan excavator, dump truck, dan wheel loader, untuk melaksanakan suatu kegiatan atau disebut dengan siklus.
- b. Jam kerja di mulai dari pagi jam 07.00 WIB dan berakhir pada sore hari jam 17.00 WIB (8 jam kerja efektif).

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah ada yang diperoleh pada suatu badan atau instansi dan dapat langsung dipakai tanpa perlu pengolahannya yaitu data peralatan alat-alat berat dari perusahaan yang selaku pelaksana proyek (contractor), gambar bestek dan foto-foto alat berat.

C. Tahap dan Jenis Pekerjaan

1. Backhoe / Excavator

Keuntungan backhoe/excavator ini ialah menggali sambil mengatur dalamnya galian yang lebih baik. Karena kekakuan konstruksinya, backhoe/excavator ini lebih menguntungkan untuk penggalian dengan jarak dekat dan memuatkan hasil galian ke truk.

Untuk mulai menggali dengan backhoe/excavator bucket dijulurkan ke depan ke tempat galian, bila bucket sudah pada posisi yang diinginkan lalu bucket diayun ke bawah seperti dicangkulkan, kemudian lengan bucket diputar ke arah alatnya.

Setelah bucket terisi penuh lalu diangkat dari tempat penggalian dan dilakukan swing, dan pembuangan material hasil galian dapat dilakukan ke truk atau tempat yang lain.

2. Dump Truck

Perhitungan produktivitas dump truck dihitung dengan mengetahui berapa lama siklus dari dump truck tersebut. Dimulai dari berapa lama waktu yang diperlukan untuk mengisi bak dump truck, berapa lama waktu yang diperlukan dump truck berjalan ke lokasi pemuatan material, berapa lama waktu yang diperlukan untuk dump truck melakukan dumping dan berapa lama waktu siklus dump truck.

Waktu siklus adalah didapat dengan menjumlahkan seluruh elemen-elemen gerakan, dari dimuati, berjalan, dumping dan ke balik posisi dimuati. Produktivitas dump truck ditentukan oleh beberapa faktor meliputi waktu kerja, kondisi kerja dan tata laksana. Faktor lain yang mempengaruhi produktivitas dump truck adalah situasi dan kondisi jalan kerja untuk mendapatkan efisiensi kerja yang tinggi, maka produktivitas harus ditingkatkan.

D. Menghitung 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 factor standart kinerja alat yang diberikan oleh pabrik pembuat alat, faktor efisiensi alat, operator, kondisi lapangan dan material. Cara perhitungan taksiran produktivitas alat pun beraneka ragam tergantung fungsi dan kegunaan alat tersebut. Walaupun demikian, mempunyai dasar perhitungan yang sama, yaitu :

$$P = q \times N \times Ek$$

dimana :

P = Produksi per satuan waktu

q = Kapasitas produksi alat persatuan waktu

N = Jumlah siklus per jam = (60/Ws)

Ws = Waktu siklus

Ek = Efisiensi kerja

E. Pengolahan Data

Data yang sudah terkumpul selanjutnya dihitung berdasarkan dari suatu peralatan dan banyaknya peralatan yang di operasikan dengan menggunakan teori - teori dan akan disesuaikan dengan kondisi-kondisi yang didapatkan di lapangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Pekerjaan Galian

Data pekerjaan galian adalah sebagai berikut :

- Volume tanah galian Tanah Biasa (Sand Clay) : 5,042.50 m³

- Faktor konversi Tanah Campur Kerikil (Sand and Gravel) : (Asli = 1,08); (Lepas = 0,91) ; (Padat = 1,00)
- Waktu pelaksanaan : 30 hari kerja kalender
- Jam kerja/hari : 7 jam/hari

TABEL 1
JUMLAH KESELURUHAN GALIAN TANAH

jumlah keseluruhan galian tanah	
Volume galian	m3
I	4,495.00
II	270
III	277.50
	5,042.50



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

B. Analisa Data Pekerjaan Galian Tanah Biasa Sesuai Dengan Literatur

a. Analisa Data Alat Gali (excavator)

- Tipe Alat : Hitachi ZX200-5G
- Volume Bucket (q1) : 0,9 m³
- Kondisi Alat : baik sekali
- Jenis Tanah : tanah biasa
- Kondisi Operator : baik
- Factor Bucket (K) : 0,9
- Efisiensi Kerja : 0,71

- Waktu Gali : 9 detik
- Waktu Buang : 4 detik (diperkirakan)
- Waktu Putar : 5 detik

Hasil Perhitungan :

Kapasitas produksi/jam

$$P = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

Produksi/siklus

$$q = q1 \times K = 0,9 \times 0,9 = 0,81$$

$$Cm = \text{Waktu gali} + (\text{Waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang} = 9 + (5 \times 2) + 4 = 23 \text{ detik}$$

$$P = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} = \frac{0,81 \times 3600 \times 0,71}{23} = 90 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi galian/hari

$$= \text{Produktifitas/jam} \times \text{jam kerja} = 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam} = 630 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Jam kerja yang dibutuhkan

$$= \frac{\text{volume tanah yang digali}}{\text{produktivitas per jam}} = \frac{5,445.9 \text{ m}^3}{90 \text{ m}^3/\text{jam}} = 60.51 \text{ jam}$$

Waktu kerja yang tersedia

$$= \text{Hari kerja} \times \text{jam kerja} = 30 \times 7 = 210 \text{ jam}$$

Excavator yang dibutuhkan

$$= \frac{\text{jam kerja}}{\text{waktu kerja}} = \frac{60.51 \text{ jam}}{210 \text{ jam}} = 0,28 = 1 \text{ unit}$$

Site output volume/hari

$$= 1 \text{ unit} \times 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam} = 630 \text{ m}^3/\text{hari}$$

b. Analisa Dump Truck

- Tipe Alat : Isuzu Elf 6 ban Ps125 HD tahun 2014
- Kapasitas Bak (c) : 6 m³
- Kondisi Alat : baik
- Kondisi Operator : baik
- Efisiensi Kerja : 0,71
- Jarak Angkut : 7 km = 7000 m
- Cycle Time Backhoe

$$= \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang}$$

- Kapasitas Bucket Backhoe

- : 0,9 m³
- Kecepatan isi : 30 km/jam
- Kecepatan kosong : 40 km/jam

Hasil perhitungan :

Waktu muat (TI)

$$TI = \frac{cd}{q1 \times k \times cm} = \frac{6}{0,9 \times 0,9 \times 23}$$

= 138 detik
 = 2,3 menit
 Waktu pengangkutan pada saat membuang galian
 $T_h = D/VI$
 $VI = 30 \text{ km/jam}$
 = 500 meter/menit
 $T_h = D/VI$
 = $7000/(500 \text{ meter/menit})$
 = 14 menit
 Waktu kembali pada saat selesai membuang galian
 $T_r = D/V2$
 $V2 = 40 \text{ km/jam}$
 = 666.666 meter/menit
 $T_r = D/V2$
 = $7000/(666.666 \text{ meter/menit})$
 = 10.5 menit

Waktu buang + waktu tunggu
 = 3 menit
 Waktu bagi dump truck mengambil posisi muat
 = 3 menit

Produktifitas dump truck dinyatakan dengan rumus :
 $P = (C \times 60 \times E)/Cmc \times M$
 Produksi/siklus

$C = n \times q1 \times K$
 Jumlah siklus alat muat untuk memuat dump truck
 $n = c1/(q1 \times K)$
 = $(6 \text{ m}^3)/(0,9 \times 0,9)$
 = 7,4 kali

$C = n \times q1 \times K$
 = $7,4 \times 0,9 \times 0,9$
 = 6 m³

$Cmt = \text{waktu muat (TI) + waktu angkat (Th) + waktu kembali (Tr) + waktu buang dan waktu tunggu + waktu mengambil posisi muat}$
 = 2,3 menit + 14 menit + 10,5 menit + 3 menit + 3 menit
 = 32.8 menit

$P = (C \times 60 \times E)/Cmt$
 = $(6 \text{ m}^3 \times 60 \times 0,71) / (32.8 \text{ menit})$
 = 7,79 m³/jam

Produksi dump truck/hari
 = 7,79 m³/jam x 7 jam
 = 54,5 m³/hari

Kombinasi pergerakan alat berat excavator dan dump truck untuk mengetahui produktifitas kedua alat tersebut perjam, yaitu:
 = (produktivitas excavator / jam) / (produktivitas dump truck / jam)
 = $(90 \text{ m}^3/\text{jam}) / (7,79 \text{ m}^3/\text{jam})$
 = 11,55
 = 12 unit dump truck / jam

Jumlah dump truck/hari
 = 12 unit /jam x 7 jam waktu kerja perhari
 = 84 dump truck / hari

C. Analisa Data Pekerjaan Galian Tanah Biasa Sesuai Dengan Data Lapangan

a. Analisa Data Alat Gali (excavator)

- Tipe Alat : Hitachi ZX200-5G
- Volume Bucket (ql) : 0,9 m³
- Kondisi Alat : baik sekali
- Jenis tanah : Tanah Biasa (Sand Clay)
- Kondisi Operator : baik
- Factor Bucket (K) : 0,9
- Efisiensi Kerja : 0,71
- Waktu Gali : 4 detik
- Waktu Buang : 5 detik
- Waktu putar : 6 detik data lapangan

TABEL 1
 DATA WAKTU SIKLUS EXCAVATOR

Siklus	Pengamatan				
	Waktu (detik)				
	Gali	Isi + Putar	Buang	Putar (kosong)	Total
1	3	7	4	6	20
2	3	6	5	5	19
3	4	6	5	5	20
Rata – rata	3,33	6,33	4,67	5,33	19,66

TABEL 2
 DATA WAKTU SIKLUS DUMP TRUCK

Siklus	Pengamatan			
	Waktu Menit			
	Jarak (Km)	Berangkat (30 Km/jam)	Kembali (40 Km/jam)	Loading
1	7	28	25	5
2	7	35	31	6
3	7	34	30	5
Jumlah	21	97	86	16
Rata – rata	7	32,3	28,66	5,3

Produktifitas / jam
 Dengan menggunakan siklus pergerakan excavator dapat hasil sebagai berikut :

$$P = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

$$= \frac{0,81 \times 3600 \times 0,71}{19,66}$$

$$= 105,3 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktifitas galian / hari
 = Produktifitas / jam x jam kerja
 = $105,3 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam}$
 = 737 m³/hari

Jam kerja yang dibutuhkan

$$= \frac{\text{volume tanah yang digali}}{\text{produktivitas per jam}}$$

$$= \frac{5445,9 \text{ m}^3}{105,3 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 51,72 \text{ jam}$$

Waktu kerja yang tersedia
 = Hari kerja x jam kerja

$$\begin{aligned}
 &= 30 \times 7 \\
 &= 210 \text{ jam} \\
 \text{Excavator yang di butuhkan} \\
 &= \frac{\text{jam kerja}}{\text{waktu kerja}} \\
 &= \frac{51,72 \text{ jam}}{210 \text{ jam}} \\
 &= 0,24 \\
 &= 1 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

b. Analisa Dump Truck

- Tipe Alat : Isuzu Elf 6 ban Ps125 HD tahun 2014
- Kapasitas Bak (c) : 6 m³
- Kondisi Alat : baik
- Kondisi Operator : baik
- Efisiensi Kerja : 0,71
- Jarak Angkut : 7 km = 7000 m
- Cycle Time Backhoe : waktu gali + (waktu putar x 2) + waktu buang
- Kapasitas Bucket Backhoe : 0,9 m³
- Kecepatan Isi : 30 km/jam
- Kecepatan Kosong : 40 km/jam

Waktu siklus dump truck

$$\begin{aligned}
 \text{Cmt} &= \text{waktu berangkat} + \text{waktu kembali} + \text{loading} \\
 &= 32,3 \text{ menit} + 28,66 \text{ menit} + 5,3 \text{ menit} \\
 &= 66,26 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Waktu siklus dump truck / hari

$$\begin{aligned}
 Q &= 4 \text{ dump truck} \times \text{kapasitas bak dump truck (m}^3\text{)} \times \\
 &\quad 7 \text{ kali pergi membuang tanah} \\
 &= 4 \times 6 \text{ m}^3 \times 7 \\
 &= 168 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Waktu pelaksanaan kegiatan

$$\begin{aligned}
 &= 168 \text{ m}^3/\text{hari} \times 30 \text{ hari waktu pelaksanaan} \\
 &= 5.040 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Kombinasi pergerakan alat berat excavator dan dump truck untuk mengetahui produktifitas kedua alat tersebut perjam, yaitu :

$$\begin{aligned}
 &= (\text{produktivitas excavator} / \text{jam}) / (\text{produktivitas dump truck} / \text{jam}) \\
 &= (105,3 \text{ m}^3/\text{jam}) / (6 \text{ m}^3/\text{jam}) \\
 &= 17,5 \\
 &= 18 \text{ unit dump truck} / \text{jam}
 \end{aligned}$$

Jumlah dump truck / hari

$$\begin{aligned}
 &= 18 \text{ unit} / \text{jam} \times 7 \text{ jam waktu kerja} / \text{hari} \\
 &= 126 \text{ dump truck} / \text{hari}
 \end{aligned}$$

D. Optimalisasi Penggunaan Alat Berat

Produktifitas / jam excavator

Dengan menggunakan siklus pergerakan dilapangan excavator dapat hasil produktifitas sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= (q \times 3600 \times E) / \text{Cm} \\
 &= (0,81 \times 3600 \times 0,71) / 19,66 \\
 &= 105,3 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Waktu siklus dump truck

$$\begin{aligned}
 \text{Cmt} &= \text{waktu berangkat} + \text{waktu kembali} + \text{loading} \\
 &= 32,3 \text{ menit} + 28,66 \text{ menit} + 5,3 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$= 66,26 \text{ menit}$$

Untuk 1 jam produktifitas dump truck

$$\begin{aligned}
 &= \text{Jumlah dump truck} \times \text{kapasitas bak dump truck} \\
 &= 4 \times 6 \text{ m}^3 \\
 &= 24 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Produktifitas kedua alat berat tersebut sangat tidak sesuai karena adanya jumlah dump truck yang kurang, hanya 4 unit saja. Sehingga optimalisasi kedua alat tersebut hanya ¼ dari kemampuan dump truck. Dengan kurangnya dump truck kegiatan excavator berahli menjadi mengumpulkan tanah, dari tempat satu ke tempat lain lalu di kumpulkan menjadi satu.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Dari data perhitungan produktifitas excavator perjam sesuai dengan data lapangan yaitu P = 105,3 m³/jam dengan produktifitas dump truck per jam yaitu 1 kendaraan dump truck berkapasitas 6 m³ memerlukan waktu 66,26 menit dan dump truck yang tersedia hanya 4 unit dump truck/hari, maka produktivitas alat berat tersebut tidak optimal;
2. Jumlah alat berat di lapangan yaitu 1 excavator dan 4 dump truck, namun dari data analisa literatur memerlukan 12 unit dump truck untuk memenuhi produktifitas excavator per jam. Sehingga jumlah alat tersebut tidak sesuai dengan pekerjaan di lapangan;
3. Dari data perhitungan literatur untuk waktu pelaksanaan pekerjaan 1 excavator menghasilkan produktifitas 90 m³/jam dan jam kerja yg di butuhkan 60,5 jam untuk menggali tanah sebesar 5445,9 m³, sehingga jumlah hari yang diperlukan hanya 9 hari saja. Sedangkan untuk data lapangan produktifitas excavator adalah 105,3 m³/jam dan alat angkut yang optimal adalah 18 unit dump truck. Namun, dari data tersebut waktu dan alat angkut tidak sesuai dengan yang diharapkan

B. Saran

1. Dalam kegiatan proyek ini, sebaiknya sebelum kegiatan di mulai terlebih dahulu kita menghitung produktifitas alat yang akan di gunakan dalam proyek tersebut, sehingga alat – alat yang akan di gunakan berjalan sesuai dengan perencanaan;
2. Alat berat yang akan dipakai harus di ketahui jelas fungsinya dan harus sesuai dengan lokasi yang akan di kerjakan dari tiap – tiap alat tersebut;
3. Untuk penelitian ini harus lebih lihai dalam mentukan jumlah dump truck karena sangat berpengaruh terhadap kinerja dari alat berat excavator. Excavator hanya menggangkut tanah ke dump truck, apabila dump truck kurang dari kegiatan kerja excavator, maka produktifitas excavator terganggu atau tdiak produktif;
4. Hal-hal seperti faktor cuaca, dan lain sebagainya, sebaiknya diperhitungkan agar mendapatkan hasil yang lebih akurat;
5. Untuk type excavator dan dump truck lain tidak

berpengaruh terhadap tinjau lapangan, karena yang berpengaruh itu ialah ukuran alat berat, banyaknya alat berat dan pemeliharaan alat berat tersebut.

V. KUTIPAN

A. Buku

- [1] P Prodjosumarto, *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Bandung : Institut Teknologi Bandung, 1995.
- [2] Rochmanhadi, *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum, 1992.
- [3] Riduan R. Amin, *Manajemen Peralatan Berat Untuk Jalan*. Yogyakarta : Graha Ilmu, 2014.
- [4] Andi T. Tenrisukki, *Pemindahan Tanah Mekanis – Seri Diktat Kuliah*. Jakarta : Gunadarma, 2003.
- [5] D. Wilopo, *Metode Konstruksi dan Alat-alat Berat*. Jakarta : Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, 2011.
- [6] H. Y. Wigroho, Suryadharma, *Pemindahan Tanah Mekanis – Bagian I*. Yogyakarta, 1993.
- [7] Puji Wiranto, *Diktat Mata Kuliah PTM dan Alat-alat Konstruksi*. Bogor : Universitas Pakuan.

B. Skripsi

- [8] N. Darmansya, “Pemindahan Tanah Mekanis Dan Alat Berat”, Skripsi, Universitas Sriwijaya, Palembang. 1998.
- [9] P. J. Ibnu Hidayat, “Optimasi Penggunaan Alat Berat Dilihat Dari Waktu Dan Biaya”, Skripsi, Institut Teknologi Nasional, Malang.
- [10] S. P. Tauro, “Analisis Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah”, Universitas Sam Ratulangi, Manado, 2013.