

ANALISA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENINGKATAN JALAN SIMPANG MANIS RAYA-SEKUJAM TIMBAI

Onesimus Fran Ewal¹, Muhammad Indrayadi², Rafie³

¹. Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

^{2,3}. Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak

Email : ofewal23@student.untan.ac.id

ABSTRAK

Dalam pekerjaan teknik sipil tentunya dibutuhkan alat berat guna mempermudah, mempercepat dan meringankan pekerjaan. Begitu juga pada proyek pembangunan jalan, sumber daya alat berat menjadi faktor utama dalam pelaksanaan suatu proyek jalan. Alat yang digunakan pada suatu proyek dibuat sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu alat pemuat, alat penggali, alat pengangkut, alat penghampar, dan alat pemadat. Sebagai pengguna alat berat, alat harus kita digunakan secara seefisien mungkin. Untuk digunakan secara efisien perlu untuk mengetahui kemampuan alat, jenis-jenis alat, dan keterbatasan alat, serta biaya operasional alat. Produktivitas alat tergantung pada jenis alat, metode kerja, kondisi medan kerja dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Untuk meninjau produktivitas, aspek diatas berkaitan satu dengan yang lainnya sehingga untuk dapat menganalisis produktivitas alat berat harus sesuai dengan teori dan tahapan analisis yang tepat. Penulis tertarik untuk menganalisa produktivitas alat berat pada pekerjaan peningkatan Jalan.

Kata kunci: *alat berat, pekerjaan jalan, produktivitas.*

ABSTRACT

In civil engineering work, of course, heavy equipment is needed to simplify, speed up and lighten the job. Likewise in road construction projects, heavy equipment resources are a major factor in implementing a road project. The tools used in a project are made in accordance with their respective functions, namely loading tools, excavators, transporters, spreaders, and compactors. As heavy equipment users, we must use our tools as efficiently as possible. To be used efficiently, it is necessary to know the capabilities of the tools, the types of tools, the limitations of the tools, as well as the operational costs of the tools. The productivity of the tool depends on the type of tool, the method of work, the conditions of the work field and the time it takes to complete a job. To review productivity, the above aspects are related to one another so that to be able to analyze the productivity of heavy equipment, it must be in accordance with the correct theory and analysis stages. The author is interested in studying the productivity of heavy equipment in Road improvement work.

Key words: *heavy equipment, productivity, road works.*

I. PENDAHULUAN

Dalam pekerjaan teknik sipil tentunya dibutuhkan alat berat guna mempermudah, mempercepat dan meringankan pekerjaan. Begitu juga pada proyek pembangunan jalan, sumber daya alat berat menjadi faktor utama dalam pelaksanaan suatu proyek jalan.

Alat yang digunakan pada suatu proyek dibuat sesuai dengan fungsinya masing-masing, yaitu alat pemuat, alat penggali, alat pengangkut, alat penghampar, dan alat pemadat. Sebagai pengguna alat berat, alat harus kita digunakan secara seefisien mungkin.

Untuk digunakan secara efisien perlu untuk mengetahui kemampuan alat, jenis-jenis alat, dan keterbatasan alat, serta biaya operasional alat. Produktivitas alat tergantung pada jenis alat, metode kerja, kondisi medan kerja dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.

Untuk meninjau produktivitas, aspek diatas berkaitan satu dengan yang lainnya sehingga untuk dapat menganalisis produktivitas alat berat harus sesuai dengan teori dan tahapan analisis yang tepat. Penulis tertarik untuk menganalisa produktivitas alat berat pada pekerjaan peningkatan Jalan.

II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah tata cara bagaimana suatu penelitian akan dilakukan dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan.

Data penelitian

Pengumpulan data penelitian dilakukan melalui beberapa ketentuan dan peneliti memastikan semua data yang dibutuhkan dan berkaitan dapat didapatkan.

A. Data Primer

Data primer pada proyek ini dilakukannya survei lapangan untuk memperoleh kondisi nyata seperti

wawancara dan observasi dapat juga berupa data-data teknis dari proyek, seperti:

1. Jenis alat yang di gunakan,
2. Jam kerja alat,
3. Spesifikasi alat,
4. Biaya sewa alat,
5. Jarak antara lokasi proyek ke lokasi sumber material.

B. Data Sekunder

Data Sekunder, yaitu data yang didapat dari instansi terkait, data sekunder berfungsi sebagai data pendukung data primer, data sekunder pada penelitian ini berupa:

1. Time schedule proyek,
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek,
3. Gambar perencanaan proyek.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada tugas akhir ini direncanakan sebagai berikut:

1. Pengumpulan data

Pada tahap ini hal yang dilakukan adalah pengumpulan data baik data primer maupun data sekunder.

2. Pengolahan data

Pelaksanaan pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan-perhitungan secara teoritis. Kemudian diolah dengan aplikasi Microsoft excel.

Dalam penelitian ini difokuskan pada perhitungan

1. Produktivitas alat seperti *dump truck*, *excavator*, *wheel loader*, *motor grader*, *tandem roller*, *vibratory roller* dan *water tangker*.
2. Perhitungan biaya sewa alat.
3. Menghitung biaya pengambilan dan pengangkutan material dari sumber material ke lokasi pekerjaan.
4. Mencari waktu optimal dan biaya optimum pada pekerjaan yang menggunakan alat berat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data kubikasi pekerjaan

Berikut adalah data yang diperoleh dari rencana anggaran biaya (RAB) pada pekerjaan peningkatan jalan simpang manis raya-sekujam timbai:

Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air (Mekanik)	: 945 m ³
Penyiapan Badan Jalan	: 12.000 m ²
Lapis Pondasi Agregat Tanpa Penutup Aspal (Agg. C)	: 2.179,4 m ³
Timbunan Pilihan dari Sumber Galian(sirtu)	: 936,1 m ³
Panjang Ruas jalan	: 3,834 Km

Tabel 1. Volume pekerjaan persegmen. (sumber: hasil analisa, 2020)

VOLUME PEKERJAAN		
SEGMENT 1		
1	PEKERJAAN GALIAN UNTUK SELOKAN DRAINASE AN AIR	= 472,5 M ³
SEGMENT 2		
1	PEKERJAAN GALIAN UNTUK SELOKAN DRAINASE AN AIR	= 472,5 M ³
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA SPAL	= 425 M ³
SEGMENT 3		
1	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA SPAL	= 425 M ³
SEGMENT 4		
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN	= 96 M ²
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA SPAL	= 425 M ³
SEGMENT 5		
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN	= 3000 M ²
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA SPAL	= 425 M ³
SEGMENT 6		
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN	= 3000 M ²
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA SPAL	= 425 M ³
SEGMENT 7		
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN	= 384 M ²
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA SPAL	= 54,4 M ³
SEGMENT 8		
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN	= 3000 M ²
2	PEKERJAAN TIMBUNAN DARI SUMBER GALIAN	= 508,75 M ³
SEGMENT 9		
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN	= 2520 M ²
2	PEKERJAAN TIMBUNAN DARI SUMBER GALIAN	= 427,35 M ³
TOTAL PEKERJAAN GALIAN UNTUK SELOKAN DRAINASE DAN SALURAN AIR		945 M ³
TOTAL PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL		2179,4 M ³
TOTAL PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN		12000 M ²
TOTAL PEKERJAAN TIMBUNAN DARI SUMBER GALIAN		936,1 M ³

Jenis alat berat yang digunakan

Berikut ini adalah beberapa alat berat yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini:

Alat untuk kombinasi I

1. Jenis alat : *Wheel Loader*
Kapasitas : 1,5 m³
2. Jenis alat : *Dump truck*
Kapasitas : 4 m³
3. Jenis alat : *Excavator*
Kapasitas : 138 HP
4. Jenis alat : *Motor Grader*
Kapasitas : 135 HP
5. Jenis alat : *Vibratory Roller*
Kapasitas : 8 T
6. Jenis alat : *Tandem vibratory Roller*
Kapasitas : 8 T
7. Jenis alat : *Water tangker*
Kapasitas : 4 m³

Alat untuk kombinasi II

1. Jenis alat : *Wheel Loader*
Kapasitas : 2,5 m³
2. Jenis alat : *Dump truck*
Kapasitas : 6 m³
3. Jenis alat : *Excavator*
Kapasitas : 138 HP
4. Jenis alat : *Motor Grader*

Kapasitas	: 135 HP
5. Jenis alat	: <i>Vibratory Roller</i>
Kapasitas	: 8 T
6. Jenis alat	: <i>Tandem vibratory Roller</i>
Merk/type	: BOMAG BW141
Kapasitas	: 8 T
7. Jenis alat	: <i>Water tangker</i>
Kapasitas	: 4 m ³

Hasil Penelitian

1. Pekerjaan Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air.

- panjang 350 m kiri dan 350 m kanan
- dimensi lebar atas 1 m, lebar bawah 0,8m dan dalam rata-rata 0,75m dengan kubikasi total segmen 1 sejumlah 472,5 m³.

Pada item pekerjaan ini alat yang digunakan adalah *excavator* dengan metode kerja sebagai berikut:

1. *Excavator* menggali tanah untuk saluran/drainase yang berada dipinggir jalan.
2. Kemudian tanah hasil galian dibuang kesamping luar galian.

a. *Excavator*

Pada item pekerjaan ini digunakan *excavator* untuk menggali.

Jenis alat : *Excavator* HITACHI ZX 200

Kapasitas : 168 HP

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *backhoe/excavator* adalah sebagai berikut:

$$P = V \times \frac{60}{CT} \times S \times BFF \times \text{efisiensi} \quad (1)$$

V = kapasitas bucket (m³)

CT = waktu siklus

S = faktor koreksi untuk kedalaman dan sudut putar

BFF = bucket fill factor

Tabel 2. Waktu Siklus Backhoe Beroda Crawler (menit). (Sumber: Construction Methods and Management, 1998)

Jenis materi	Ukuran Alat		
	0,76m ³	0,94 – 1,72 m ³	>1,72 m ³
Kerikil, pasir, tanah organik	0,24	0,30	0,40
Tanah, lempung lunak	0,30	0,375	0,50
Batuan, lempung keras	0,375	0,462	0,60

Tabel 3. Faktor koreksi (S) untuk kedalaman dan sudut putar. (Sumber: Construction Methods and Management, 1998)

Kedalaman penggalian (% dari Maks.)	Sudut putar (°)					
	45	60	75	90	120	180
30	1,33	1,26	1,21	1,15	1,08	0,95
50	1,28	1,21	1,16	1,10	1,03	0,91
70	1,16	1,10	1,05	1,00	0,94	0,83
90	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75

Tabel 4. Faktor koreksi (BFF) untuk alat gali (Sumber: Construction Methods and Management, 1998)

MATERIAL	BFF(%)
Tanah dan tanah organik	80-110
Pasir dan kerikil	90-100
Lempung keras	65-95
Lempung basah	50-90
Batuan dengan peledakan buruk	40-70
Batuan dengan peledakan baik	70-90

Tabel 5. Faktor kondisi kerja dan tata laksana. (Sumber: Construction Methods and Management, 1998)

Kondisi Pekerja (Operator)	Kondisi tata laksana (alat)			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
Baik Sekali	0,84	0,81	0,75	0,7
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Berdasarkan table-table di atas, diambil asumsi untuk nilai:

- Factor koreksi (s) = 0,90 (dengan sudut putar 90 ° dan dengan kedalaman penggalian 90% dari maksimal)
- Factor koreksi (BFF) = 95% (untuk material pasir dan kerikil)
- Factor efisiensi = 0,81 (untuk kondisi operator dengan kinerja sangat baik dan kondisi alat yang baik)

Sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = 0,9 \times \frac{60}{0,6} \times 0,90 \times 0,95 \times 0,81 = 62,23 \text{ M}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu bekerja} = 472,5/62,23 = 7,59 \text{ jam}$$

2. Pekerjaan lapisan pondasi agregat tanpa penutup aspal.

- Panjang pekerjaan 500 m.
- Lebar 5 m.
- tebal 17 cm.
- kubikasi timbunan 425 m³.

Pada item pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian ini, alat yang digunakan berupa *excavator*, *dump truck*, *motor grader* dan *vibratory roller*.

Dengan metode pekerjaan sebagai berikut:

1. *Wheel loader* mengisi material kedalam *dump truck*.
2. *Dump truck* mengantarkan material tersebut ke lokasi pekerjaan/badan jalan yang akan dikerjakan.
3. Selanjutnya material akan di hamparkan oleh *motor grader*.
4. Lalu material yang telah dihamparkan akan dipadatkan dengan *vibratory roller*.

a. *Wheel Loader*

Pada pekerjaan ini *wheel loader* difungsikan untuk memuat material kedalam *dump truck*.

Tipe : *Wheel loader*

Kapasitas bucket : 1,5 m³

Produktivitas *wheel loader* memindahkan material kedalam *dump truck* adalah:

Tabel 6. Faktor Pemuatan Bucket (Bucket fill factor, BFF). (Sumber Construction Equipment Guide, 1991)

Material	Faktor
Material Seragam Atau Campuran	0,95-1,00
Batu Kerikil	0,85-0,90
Batuan Hasil Peledakan (Baik)	0,80-0,95
Batuan Hasil Peledakan (Rata-Rata)	0,75-0,90
Batuan Hasil Peledakan (Buruk)	0,60-0,75
Batuan Berlumpur	1,00-1,20
Lanau Basah	1,00-1,10
Material Berbeton	0,85-0,95

Tabel 7. Waktu Muat (menit).

(Sumber Caterpillar Performance Handbook, 1993)

Material	LT
Berbutir Seragam	0,03-0,05
Berbutir Campuran Dan Basah	0,03-0,06
Lanau Basah	0,03-0,07
Tanah Atau Kerikil	0,04-0,20
Material Beton	0,05-0,20

Tabel 8. Waktu Buang (menit).

(Sumber Caterpillar Performance Handbook 1993)

Pemuatan	DT
Ditumpah di atas tanah	≤ 0,10
Dimuat ke dalam truck	0,04 - 0,07

Untuk menghitung waktu angkut (LT) dan waktu kembali (RT) digunakan grafik yang berbeda untuk setiap jenis loader (lihat Lampiran).

Tabel 9. Faktor Penambahan dan Pengurangan untuk CT (menit). (Sumber: Caterpillar Performance Handbook, 1993)

Uraian	Faktor
Kondisi tanah:	
Berbutir campuran	+ 0,20
Diameter <3 mm	+ 0,20
Diameter 3-20 mm	- 0,20
Diameter 20 - 150 mm	0
Dinalar > 150 mm	+ 0,30
Kondisi tanah asli/lepas	+ 0,04
Timbunan:	
Timbunan dengan tinggi > 3m	0
Timbunan dengan tinggi <3m	+ 0,01
Pembongkaran dari truck	+0,02
Lain-lain:	
Pengoperasian tetap	-0,04
Pengoperasian tidak tetap	+0,04
Target sedikit	+0,04
Target beresiko	+0,05

Pada perhitungan ini, diasumsikan sebagai berikut:

- Factor koreksi (BFF) = 0,95 (untuk material seragam atau campuran).
- Untuk Cycle Time (CT) = 0,6 (waktu muat untuk material tanah atau kerikil + dimuat ke dump truck + factor penambahan dan pengurangan untuk CT).

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas} &= V \times \frac{60}{CT} \times BFF \times e \quad (2) \\
 &= 1,5 \times \frac{60}{0,6} \times 0,95 \times 0,81 \\
 &= 115,43 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu bekerja} &= 425/115,43 \\
 &= 3,68 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

b. *Dump Truck*

Pada pekerjaan ini, *dump truck* digunakan untuk mengangkut material.

- Jenis alat : *Dump truck*
- Kapasitas : 4 m³
- Jarak tempuh : 5 Km + 0,35 km + (0,5/2) : 5,6 Km
- Kecepatan bermuatan : 30 Km/Jam (hasil survei)
- Kecepatan kosong : 50 Km/Jam (hasil survei)
- Waktu isi : 1 menit 48 detik
- Waktu bongkar : 1 menit 5 detik
- Waktu tempuh pergi : bermuatan = (jarak/kecepatan) x 60 = (5,6/30) x 60 = 11 menit 20 detik

Waktu tempuh pulang : kosong
 = (jarak/kecepatan) x 60
 = (5,6/50) x 60
 = 6 menit 42 detik

Waktu tempuh : total
 = waktu tempuh pergi +
 waktu tempuh Pulang+
 waktu isi + waktu bongkar
 = 11 menit 20 detik + 6
 menit 42 detik + 1 menit
 48 detik + 1 menit 5 detik
 = 20 menit 52 detik

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *dump truck* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= V \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi} \quad (3) \\ &= 4 \times \frac{60}{20,52} \times 0,81 \\ &= 9,47 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Factor keserasian kerja (match factor):

$$\begin{aligned} \text{match factor} &= \frac{Na \times CTm}{Nm \times CTa} \quad (4) \\ Na &= \text{jumlah alat angkut} \\ CTm &= \text{waktu edar alat muat} \\ Nm &= \text{jumlah alat muat} \\ CTa &= \text{waktu edar alat angkut} \\ &= \frac{10 \times 1,48}{1 \times 20,52} \\ &= 0,72 \end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan 10 *dump truck* dengan nilai *match factor* 0,72 untuk pekerjaan ini, sehingga memerlukan waktu kerja sebanyak:

$$\begin{aligned} \text{Waktu bekerja} &= \frac{425}{10 \times 9,47} \\ &= 4,48 \text{ jam} \end{aligned}$$

c. Motor Grader

Pada pekerjaan ini digunakan *motor grader* digunakan untuk menghamparkan material.

Jenis alat : *Motor grader*
 KOMATSU GD511A

Kapasitas : 135 HP
 Kecepatan rata-rata : 4km
 Jumlah pass : 8
 Jumlah lajur lintasan : 2

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *motor grader* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= 1000.v.W.E \quad (5) \\ &= 1000 \times 4 \times 2,4 \times 0,81 \\ &= 7776 \text{ m}^2/\text{jam} \quad (1 \text{ pass}) \\ &= 7776/8 \\ &= 972 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu bekerja} &= \frac{500 \times 5}{972} \\ &= 2,57 \text{ jam} \end{aligned}$$

d. Tandem Vibratory Roller

Pada pekerjaan ini digunakan *tandem vibratory roller* untuk pekerjaan pemadatan.

Jenis alat : *Tandem Vibratory Roller*
 BOMAG BW141

Kapasitas : 8 T
 Kecepatan rata-rata : 8 km
 Lebar per pass : 1,2m
 Jumlah pass : 15
 Tebal lapisan : 17cm
 Faktor efisiensi : 0.75

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *Tandem Vibratory Roller* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{10.W.S.L.E}{p} \quad (6) \\ &= \frac{10 \times 1,2 \times 8 \times 15 \times 0,81}{15} \\ &= 88,13 \text{ M}^3/\text{jam} \\ \text{Waktu bekerja} &= \frac{425}{88,13} \\ &= 4,82 \text{ jam} \end{aligned}$$

e. Water Tanker

Pada pekerjaan ini digunakan *water tanker* untuk menyiram badan jalan yang telah diratakan oleh grader sebelum dipadatkan oleh alat pematik.

Jenis alat : *truck water tanker*
 V : 4 m³
 Pa : 100 liter/menit
 Fa : 0.75
 Wc : 0.07

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *water tanker* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{Pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000} \quad (7) \\ &= \frac{100 \times 0,75 \times 60}{0,07 \times 1000} \\ &= 69,43 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Waktu bekerja} &= \frac{425}{69,43} \\ &= 6,12 \text{ jam} \end{aligned}$$

3. Pekerjaan penyiapan badan jalan.

- Panjang pekerjaan 500 m.
- Lebar jalan 6 m.
- Luas 3000 m².

Pada pekerjaan ini, menggunakan 2 alat berat berupa *motor grader* dan *vibratory roller* dengan cara kerja sebagai berikut:

1. *motor grader* bertugas meratakan badan jalan dan membentuk muka jalan baru.
2. kemudian *vibratory roller* meratakan dan memadatkan permukaan jalan agar permukaan jalan semakin baik.

a. Motor Grader

Jenis alat : *Motor grader*
 KOMATSU GD511A

Kapasitas : 135 HP
 Kecepatan rata-rata : 4km
 Jumlah pass : 4
 Jumlah lajur lintasan : 2

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *motor grader* adalah sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas} = 1000.v.W.E \quad (8)$$

$$\begin{aligned}
&= 1000 \times 4 \times 2,4 \times 0,81 \\
&= 7776 \text{ m}^2/\text{jam (1 pass)} \\
&= 7776/8 \\
&= 972 \text{ m}^2/\text{jam} \\
\text{Waktu bekerja} &= \frac{3000}{972} \\
&= 3,09 \text{ jam}
\end{aligned}$$

b. Vibratory Roller

Jenis alat	: <i>Vibratory Roller SAKAI SV700D</i>
Kapasitas	: 8 T
Kecepatan rata-rata	: 4 km
Lebar per pass	: 1,48 m
Jumlah pass	: 8
Tebal lapisan	: 15 cm

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *vibratory roller* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Produktivitas} &= 1000 \cdot v \cdot W \cdot E \quad (9) \\
&= 1000 \times 4 \times 1,48 \times 0,81 \\
&= 4795,2 \text{ m}^2/\text{jam (1 pass)} \\
&= 4795,2/8 \\
&= 599,4 \text{ m}^2/\text{jam} \\
\text{Waktu bekerja} &= \frac{3000}{599,4} \\
&= 5,01 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4. Pekerjaan timbunan dari sumber galian.

- Panjang 500m.
- Lebar 5,5m.
- Tebal 20 cm – 17 cm.
- Luas 2750 m².
- Volume 508,75 m³.

Pada pekerjaan ini, menggunakan 4 alat berat berupa *excavator*, *dump truck*, *motor grader* dan *vibratory roller* dengan cara kerja sebagai berikut:

1. *Excavator* menggali material timbunan dari sumber galian.
2. *Excavator* mengisi material kedalam *dump truck*.
3. *Dump truck* mengantarkan material tersebut ke lokasi pekerjaan/badan jalan yang akan dikerjakan.
4. Selanjutnya material akan di hamparkan oleh *motor grader*.
5. Lalu material yang telah di hamparkan akan dipadatkan dengan *vibratory roller*.

a. Excavator

Pada pekerjaan ini *excavator* digunakan untuk menggali dan memuat material kedalam *dump*.

Jenis alat	: <i>Excavator</i>
Kapasitas	: 138 HP

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *backhoe/excavator* adalah sebagai berikut:

$$P = V \times \frac{60}{CT} \times S \times BFF \times efisiensi(10)$$

V = kapasitas bucket (m³)
CT = waktu siklus

S = faktor koreksi untuk kedalaman dan sudut putar

BFF = bucket fill factor

$$\begin{aligned}
\text{Produktivitas} &= 0,9 \times \frac{60}{0,462} \times 0,90 \times 0,95 \times 0,81 \\
&= 80,95 \text{ M}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Waktubekerja} &= \frac{508,75}{80,95} \\
&= 6,28 \text{ jam}
\end{aligned}$$

b. Dump truck

Pada pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian, *dump truck* digunakan untuk mengangkut material dari sumber galian ke badan jalan yang akan ditimbun. Jarak sumber galian ke segmen 1 adalah 5000m, jarak segmen 1 ke segmen 8 adalah 2.914m. Panjang timbunan segmen 8 adalah 500m.

Jenis alat	: <i>Dump truck</i>
Kapasitas	: 4 m ³
Jarak tempuh	: 5 Km + 2,194km+(0.5/2)
	: 8,164 Km
Kecepatan bermuatan	: 30 Km/Jam
Kecepatan kosong	: 50 Km/Jam
Waktu isi	: 3 menit 50 detik
Waktu bongkar	: 1 menit 5 detik
Waktu tempuh pergi	: bermuatan

$$\begin{aligned}
&= (\text{jarak/kecepatan}) \times 60 \\
&= (8,164/30) \times 60 \\
&= 16 \text{ menit } 33 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Waktu tempuh pulang	: kosong
	= (jarak/kecepatan) x 60
	= (8,164/50) x 60
	= 9 menit 48 detik

Waktu tempuh	: total
	= waktu tempuh pergi +
	waktu tempuh pulang+
	waktu isi + waktu bongkar
	= 16 menit 33 detik + 9
	menit 48 detik + 3 menit
	50 detik + 1 menit 5 detik
	= 31 menit 16 detik

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *dump truck* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Produktivitas} &= V \times \frac{60}{CT} \times efisiensi \quad (11) \\
&= 4 \times \frac{60}{29,23} \times 0,81 \\
&= 6,65 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

Factor keserasian kerja (match factor):

$$\begin{aligned}
\text{match factor} &= \frac{Na \times CTm}{Nm \times CTa} \\
Na &= \text{jumlah alat angkut} \\
CTm &= \text{waktu edar alat muat} \\
Nm &= \text{jumlah alat muat} \\
CTa &= \text{waktu edar alat angkut} \\
&= \frac{8 \times 3,50}{1 \times 31,16} \\
&= 0,89
\end{aligned}$$

Direncanakan menggunakan 8 *dump truck* dengan nilai *match factor* 0,89 untuk pekerjaan ini, sehingga memerlukan waktu kerja sebanyak:

$$\text{Waktu bekerja} = \frac{508,75}{8 \times 6,65} = 9,56 \text{ jam}$$

c. *Motor Grader*

Pada pekerjaan ini *motor grader* bertugas menghamparkan tanah.

Jenis alat	: <i>Motor grader</i> KOMATSU GD511A
Kapasitas	: 135 HP
Kecepatan rata-rata	: 4km
Jumlah pass	: 4
Jumlah lajur lintasan	: 2

Tabel 10. Rata-rata Kecepatan Motor Grader (km/jam). (Sumber: Construction Methods and Management. 1000)

Pekerjaan	Kecepatan
Membuat slope	4,0
Menggali saluran	4,0-6,4
Perataan akhir	6,5-14,5
Perawatan jalan	6,4-9,7
Pencampuran	14,5-32,2
Penebaran material	9,7-14,5

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *motor grader* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= 1000 \cdot v \cdot W \cdot E \quad (12) \\ &= 1000 \times 4 \times 2,4 \times 0,81 \\ &= 7776 \text{ m}^2/\text{jam} \\ &= 7776/8 \\ &= 972 \text{ m}^2/\text{jam} \\ \text{Waktu bekerja} &= \frac{2750}{972} \\ &= 2,82 \text{ jam} \end{aligned}$$

d. *Vibratory Roller*

Pada pekerjaan ini digunakan *vibratory roller* untuk pekerjaan pemadatan badan jalan yang telah diratakan oleh *motor grader*.

Jenis alat	: <i>Vibratory Roller</i> SAKAI SV700D
Kapasitas	: 8 T
Kecepatan rata-rata	: 4 km
Lebar per pass	: 1,48 m
Jumlah pass	: 8
Tebal lapisan	: 15 cm

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *vibratory roller* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{10 \cdot W \cdot S \cdot L \cdot E}{p} \quad (13) \\ &= \frac{10 \times 1,48 \times 4 \times 15 \times 0,81}{8} \\ &= 89,91 \text{ M}^3/\text{jam} \\ \text{Waktu bekerja} &= \frac{508,75}{89,91} \\ &= 5,65 \text{ jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan produktivitas alat persegmen dengan 2 kombinasi alat yang berbeda adalah sebagai berikut:

Tabel 11. Produktivitas alat berat. (sumber: hasil analisa, 2020)

PRODUKTIVITAS ALAT					
SEGMENT 1		KOMBINASI I		KOMBINASI II	
1	PEKERJAAN GALIAN UNTUK SELOKAN DRAINASE DAN SALURAN AIR				
	- ECAVATOR	62,23	M ³ /JAM	62,2 M ³ /JAM	
SEGMENT 2		KOMBINASI I		KOMBINASI II	
1	PEKERJAAN GALIAN UNTUK SELOKAN DRAINASE DAN SALURAN AIR				
	- ECAVATOR	62,23	M ³ /JAM	62,2 M ³ /JAM	
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL				
	- WHEEL LOADER	115,4	M ³ /JAM	144 M ³ /JAM	
	- DUMP TRUCK	9,47	M ³ /JAM	12,9 M ³ /JAM	
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
	- TANDEM VIBRATORY ROLLER	88,13	M ³ /JAM	88,1 M ³ /JAM	
2	- WATER TANKER	69,43	M ³ /JAM	69,4 M ³ /JAM	
	SEGMENT 3		KOMBINASI I		KOMBINASI II
	1	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL			
		- WHEEL LOADER	115,4	M ³ /JAM	144 M ³ /JAM
	- DUMP TRUCK	8,66	M ³ /JAM	11,9 M ³ /JAM	
- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM		
- TANDEM VIBRATORY ROLLER	88,13	M ³ /JAM	88,1 M ³ /JAM		
- WATER TANKER	69,43	M ³ /JAM	69,4 M ³ /JAM		
SEGMENT 4		KOMBINASI I		KOMBINASI II	
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN				
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
- VIBRATORY ROLLER	599,4	M ³ /JAM	599 M ³ /JAM		
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL				
	- WHEEL LOADER	115,4	M ³ /JAM	144 M ³ /JAM	
	- DUMP TRUCK	8,07	M ³ /JAM	11,2 M ³ /JAM	
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
	- TANDEM VIBRATORY ROLLER	88,13	M ³ /JAM	88,1 M ³ /JAM	
- WATER TANKER	69,43	M ³ /JAM	69,4 M ³ /JAM		
SEGMENT 5		KOMBINASI I		KOMBINASI II	
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN				
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
- VIBRATORY ROLLER	599,4	M ³ /JAM	599 M ³ /JAM		
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL				
	- WHEEL LOADER	115,4	M ³ /JAM	144 M ³ /JAM	
	- DUMP TRUCK	7,46	M ³ /JAM	10,4 M ³ /JAM	
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
	- TANDEM VIBRATORY ROLLER	88,13	M ³ /JAM	88,1 M ³ /JAM	
- WATER TANKER	69,43	M ³ /JAM	69,4 M ³ /JAM		
SEGMENT 6		KOMBINASI I		KOMBINASI II	
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN				
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
- VIBRATORY ROLLER	599,4	M ³ /JAM	599 M ³ /JAM		
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL				
	- WHEEL LOADER	115,4	M ³ /JAM	144 M ³ /JAM	
	- DUMP TRUCK	7,13	M ³ /JAM	9,97 M ³ /JAM	
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
	- TANDEM VIBRATORY ROLLER	88,13	M ³ /JAM	88,1 M ³ /JAM	
- WATER TANKER	69,43	M ³ /JAM	69,4 M ³ /JAM		
SEGMENT 7		KOMBINASI I		KOMBINASI II	
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN				
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
- VIBRATORY ROLLER	599,4	M ³ /JAM	599 M ³ /JAM		
2	PEKERJAAN LAPISAN PONDASI AGREGAT TANPA PENUTUP ASPAL				
	- WHEEL LOADER	115,4	M ³ /JAM	144 M ³ /JAM	
	- DUMP TRUCK	6,92	M ³ /JAM	9,7 M ³ /JAM	
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
	- TANDEM VIBRATORY ROLLER	88,13	M ³ /JAM	88,1 M ³ /JAM	
- WATER TANKER	69,43	M ³ /JAM	69,4 M ³ /JAM		
SEGMENT 8		KOMBINASI I		KOMBINASI II	
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN				
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
- VIBRATORY ROLLER	599,4	M ³ /JAM	599 M ³ /JAM		
2	PEKERJAAN TIMBUNAN DARI SUMBER GALIAN				
	- EXCAVATOR	80,95	M ³ /JAM	81 M ³ /JAM	
	- DUMP TRUCK	6,65	M ³ /JAM	9,33 M ³ /JAM	
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
	- VIBRATORY ROLLER	88,13	M ³ /JAM	88,1 M ³ /JAM	
SEGMENT 9		KOMBINASI I		KOMBINASI II	
1	PEKERJAAN PENYIAPAN BADAN JALAN				
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
- VIBRATORY ROLLER	599,4	M ³ /JAM	599 M ³ /JAM		
2	PEKERJAAN TIMBUNAN DARI SUMBER GALIAN				
	- EXCAVATOR	80,95	M ³ /JAM	81 M ³ /JAM	
	- DUMP TRUCK	6,37	M ³ /JAM	8,96 M ³ /JAM	
	- MOTOR GRADER	972	M ³ /JAM	972 M ³ /JAM	
	- VIBRATORY ROLLER	88,13	M ³ /JAM	88,1 M ³ /JAM	

5. Perhitungan Biaya sewa alat per jam

Tabel 12. Perhitungan Biaya Sewa *Excavator*.
(sumber: hasil analisa, 2020)

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN
A. URAIAN PERALATAN				
1.	Jenis Peralatan	EXCAVATOR 90-140 HP		
2.	Tenaga	Pw	138	HP
3.	Kapasitas	Cp	0,93	M ³
4.	Alat Baru :	a. Umur Ekonomis	A	5 Tahun
		b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2000 Jam
		c. Harga Alat	B	Rp1.721.927.900 Rupiah
B. BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	Rp 172.192.790	Rupiah
2.	Faktor Angsuran Modal = $i \times (1+i)^n A / ((1+i)^n - 1)$	D	Rp 0	Rupiah
3.	Biaya Pasti per Jam :			
a.	Biaya Pengembalian Modal = $(B - C) \times D / W$	E	Rp 231.155	Rupiah
b.	Asuransi, dll = 0,002 x B	F	Rp 1.722	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	Rp 232.877	Rupiah
C. BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	Rp 209.856	Rupiah
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	Rp 105.820	Rupiah
	Biaya bengkel = $(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B / W$	J	Rp 53.810	Rupiah
3.	Perawatan dan perbaikan = $(12.5\% - 17.5\%) \times B / W$	K	Rp 107.620	Rupiah
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	Rp 25.998	Rupiah
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	Rp 11.970	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+J+K+L+M)	P	Rp 515.075	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM =	S	Rp 747.952	Rupiah
E. LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	15	% / Tahun
2.	Upah Operator / Sopir	U1	25997.55365	Rp./jam
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	11970.46948	Rp./jam
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	9172.476912	Liter
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	12672.47691	Liter
6.	Minyak Pelumas	Mp	30672.47691	Liter

Tabel 13. Harga sewa alat berat (perjam kerja).
(sumber: hasil analisa, 2020)

NO.	JENIS ALAT	BIAYA SEWA/JAM
1	Excavator 138HP	Rp. 747.952,00
2	Wheel Loader 1,5 M ³	Rp. 608.369,35
2	Wheel Loader 2,5 M ³	Rp. 980.813,89
3	Dump truck 4 M ³	Rp. 355.508,30
3	Dump truck 6 M ³	Rp. 634.785,62
4	Motor Grader	RP. 946.889,38
5	Vibratory Roller 8 Ton	Rp. 624.879,79
6	Tandem Vibratory Roller 8 Ton	Rp. 636.080,17
7	Water Tanker	Rp. 307.025,45

Tabel 14. Biaya sewa alat kombinasi I untuk seluruh pekerjaan. (sumber: hasil analisa, 2020)

KONDISI 1								
SEKSI	ITEM PEKERJAAN	JENIS ALAT	PRODUKTIVITAS ALAT	VOLUME PEKERJAAN	DURASI/JAM KERJA	HARGA SEWA ALAT PER JAM	BIAYA SEWA ALAT TOTAL	
A	B	C	D	E	F	G	H=FG	
1	Pekerjaan Galian Tanah Kombinasi Pekerjaan Lain Sektoran Air	Excavator	62,23 M ³ /jam	472,2 M ³	7,59 jam	Rp.747.952,00	Rp.5.776.856,00	
		Pekerjaan Galian Tanah Kombinasi Pekerjaan Lain Sektoran Air	Excavator	62,23 M ³ /jam	472,2 M ³	7,59 jam	Rp.747.952,00	Rp.5.776.856,00
		Wheel Loader	115,43 M ³ /jam	425 M ³	3,68 jam	Rp.608.369,35	Rp.2.239.946,57	
2	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Dump truck	9,47 M ³ /jam	425 M ³	44,88 jam	Rp.355.508,30	Rp.15.954.702,20	
		Motor Grader	972 M ³ /jam	2300 M ³	2,57 jam	Rp.946.889,38	Rp.2.435.415,06	
		Tandem Vibratory Roller	88,13 M ³ /jam	425 M ³	4,82 jam	Rp.636.080,17	Rp.3.067.464,64	
3	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Water Tanker	49,43 M ³ /jam	425 M ³	8,62 jam	Rp.307.025,45	Rp.2.637.825,36	
		Wheel Loader	115,43 M ³ /jam	425 M ³	3,68 jam	Rp.608.369,35	Rp.2.239.946,57	
		Dump truck	9,47 M ³ /jam	425 M ³	44,88 jam	Rp.355.508,30	Rp.15.954.702,20	
4	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Motor Grader	972 M ³ /jam	36 M ³	0,16 jam	Rp.946.889,38	Rp.151.019,4	
		Vibratory Roller	296,4 M ³ /jam	36 M ³	0,16 jam	Rp.624.879,79	Rp.100.080,85	
		Wheel Loader	115,43 M ³ /jam	425 M ³	3,68 jam	Rp.608.369,35	Rp.2.239.946,57	
5	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Dump truck	8,97 M ³ /jam	425 M ³	52,66 jam	Rp.355.508,30	Rp.18.722.556,25	
		Motor Grader	972 M ³ /jam	2300 M ³	2,57 jam	Rp.946.889,38	Rp.2.435.415,06	
		Tandem Vibratory Roller	88,13 M ³ /jam	425 M ³	4,82 jam	Rp.636.080,17	Rp.3.067.464,64	
6	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Water Tanker	49,43 M ³ /jam	425 M ³	8,62 jam	Rp.307.025,45	Rp.2.637.825,36	
		Motor Grader	972 M ³ /jam	360 M ³	3,91 jam	Rp.946.889,38	Rp.3.722.490,67	
		Vibratory Roller	296,4 M ³ /jam	360 M ³	5,91 jam	Rp.624.879,79	Rp.3.722.490,67	
7	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Wheel Loader	115,43 M ³ /jam	425 M ³	3,68 jam	Rp.608.369,35	Rp.2.239.946,57	
		Dump truck	7,46 M ³ /jam	425 M ³	56,97 jam	Rp.355.508,30	Rp.20.525.489,29	
		Motor Grader	972 M ³ /jam	2300 M ³	2,57 jam	Rp.946.889,38	Rp.2.435.415,06	
8	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Tandem Vibratory Roller	88,13 M ³ /jam	425 M ³	4,82 jam	Rp.636.080,17	Rp.3.067.464,64	
		Water Tanker	49,43 M ³ /jam	425 M ³	8,62 jam	Rp.307.025,45	Rp.2.637.825,36	
		Motor Grader	972 M ³ /jam	360 M ³	3,91 jam	Rp.946.889,38	Rp.3.722.490,67	
9	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Vibratory Roller	296,4 M ³ /jam	384 M ³	0,63 jam	Rp.624.879,79	Rp.397.970,75	
		Wheel Loader	115,43 M ³ /jam	544 M ³	0,64 jam	Rp.608.369,35	Rp.398.673,10	
		Dump truck	4,92 M ³ /jam	544 M ³	7,84 jam	Rp.355.508,30	Rp.2.796.747,34	
10	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Motor Grader	972 M ³ /jam	309 M ³	0,31 jam	Rp.946.889,38	Rp.311.773,13	
		Tandem Vibratory Roller	88,13 M ³ /jam	544 M ³	0,62 jam	Rp.636.080,17	Rp.399.633,17	
		Water Tanker	49,43 M ³ /jam	544 M ³	0,78 jam	Rp.307.025,45	Rp.249.543,27	
11	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Motor Grader	972 M ³ /jam	360 M ³	3,91 jam	Rp.946.889,38	Rp.3.722.490,67	
		Vibratory Roller	296,4 M ³ /jam	360 M ³	5,91 jam	Rp.624.879,79	Rp.3.722.490,67	
		Excavator	60,95 M ³ /jam	580,75 M ³	6,28 jam	Rp.747.952,00	Rp.4.706.486,20	
12	Pekerjaan Sektoran Air dan Pekerjaan Lain	Dump truck	4,45 M ³ /jam	580,75 M ³	76,58 jam	Rp.355.508,30	Rp.2.707.721,56	
		Motor Grader	972 M ³ /jam	2709 M ³	2,81 jam	Rp.946.889,38	Rp.2.676.953,27	
		Vibratory Roller	88,13 M ³ /jam	580,75 M ³	6,57 jam	Rp.636.080,17	Rp.4.207.277,20	
13	pekerjaan lapisan pemadatan tanggul tanggapan tanggul	Motor Grader	972 M ³ /jam	2520 M ³	2,59 jam	Rp.946.889,38	Rp.2.454.890,20	
		Vibratory Roller	296,4 M ³ /jam	2520 M ³	4,26 jam	Rp.624.879,79	Rp.2.627.222,24	
		Excavator	60,95 M ³ /jam	425,25 M ³	6,98 jam	Rp.747.952,00	Rp.5.198.274,73	
14	Pekerjaan Sektoran Air dan Pekerjaan Lain	Dump truck	4,27 M ³ /jam	425,25 M ³	47,09 jam	Rp.355.508,30	Rp.1.503.859,08	
		Motor Grader	972 M ³ /jam	2319 M ³	2,38 jam	Rp.946.889,38	Rp.2.239.333,22	
		Vibratory Roller	88,13 M ³ /jam	425,25 M ³	4,82 jam	Rp.636.080,17	Rp.3.038.396,20	
							Rp.18.844.284,79	
							Rp.52.528.814,42	

Tabel 15. Biaya sewa alat kombinasi II untuk seluruh pekerjaan. (sumber: hasil analisa, 2020)

NO	ITEM PEKERJAAN	JENIS ALAT	PRODUKTIVITAS ALAT	VOLUME PEKERJAAN	Jumlah jam kerja	HARGA SEWA ALAT	BIAYA SEWA ALAT
1	Pekerjaan Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	Excavator	62,23	M3/0,04	473	961	Rp 47.921
total							Rp 47.921
2	Pekerjaan Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	Excavator	144,2	M3/0,04	425	961	Rp 47.921
144,2			M3/0,04	425	961	Rp 47.921	
12,00			M3/0,04	425	961	Rp 47.921	
88,13			M3/0,04	425	961	Rp 47.921	
49,43			M3/0,04	425	961	Rp 47.921	
3	pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian	Motor Grader	11,18	M3/0,04	425	961	Rp 47.921
97,2			M3/0,04	425	961	Rp 47.921	
88,13			M3/0,04	425	961	Rp 47.921	
49,43			M3/0,04	425	961	Rp 47.921	
total						Rp 188.539	
4	pekerjaan penyiapan badan jalan	Motor Grader	590,4	M2/0,04	96	961	Rp 961
144,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
11,18			M2/0,04	96	961	Rp 961	
97,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
total						Rp 3.845	
5	pekerjaan lapisan pondasi agregat tanpa penutup aspal	Motor Grader	590,4	M2/0,04	96	961	Rp 961
144,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
11,18			M2/0,04	96	961	Rp 961	
97,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
total						Rp 3.845	
6	pekerjaan penyiapan badan jalan	Motor Grader	590,4	M2/0,04	96	961	Rp 961
144,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
11,18			M2/0,04	96	961	Rp 961	
97,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
total						Rp 3.845	
7	pekerjaan lapisan pondasi agregat tanpa penutup aspal	Motor Grader	590,4	M2/0,04	96	961	Rp 961
144,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
11,18			M2/0,04	96	961	Rp 961	
97,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
total						Rp 3.845	
8	pekerjaan penyiapan badan jalan	Motor Grader	590,4	M2/0,04	96	961	Rp 961
144,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
11,18			M2/0,04	96	961	Rp 961	
97,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
total						Rp 3.845	
9	pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian	Motor Grader	590,4	M2/0,04	96	961	Rp 961
144,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
11,18			M2/0,04	96	961	Rp 961	
97,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
total						Rp 3.845	
10	pekerjaan lapisan pondasi agregat tanpa penutup aspal	Motor Grader	590,4	M2/0,04	96	961	Rp 961
144,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
11,18			M2/0,04	96	961	Rp 961	
97,2			M2/0,04	96	961	Rp 961	
total						Rp 3.845	

Tabel 16. Durasi pekerjaan. (sumber: hasil analisa, 2020)

NO	ITEM PEKERJAAN	JENIS ALAT	JUMLAH ALAT KOMBINASI I	WAKTU KERJA KOMBINASI II	JUMLAH ALAT KOMBINASI II	WAKTU KERJA KOMBINASI II
1	Pekerjaan Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	Excavator	1	Unit	15,19	Jam
1			Unit	15,19	Jam	
2	Pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian	Excavator	1	Unit	11,56	Jam
10			Unit	14,36	Jam	
1			Unit	10,62	Jam	
3	pekerjaan penyiapan badan jalan	Motor Grader	1	Unit	12,35	Jam
1			Unit	20,02	Jam	
4	pekerjaan lapisan pondasi agregat tanpa penutup aspal	wheel loader	1	Unit	15,20	Jam
10			Unit	27,11	Jam	
1			Unit	13,19	Jam	
1			Unit	24,73	Jam	
1			Unit	31,39	Jam	

Tabel 17. Biaya sewa alat/satuan volume. (sumber: hasil analisa, 2020)

NO	ITEM PEKERJAAN	JENIS ALAT	HARGA SEWA ALAT DARI RAB	HARGA SEWA ALAT KOMBINASI I	HARGA SEWA ALAT KOMBINASI II
1	Pekerjaan Galian Untuk Selokan Drainase Dan Saluran Air	Excavator	Rp 15.691	Rp 12.019	Rp 12.019
Rp 15.691			Rp 12.019	Rp 12.019	
2	Pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian	Excavator	Rp 8.787	Rp 9.240	Rp 9.240
Rp 122.812			Rp 54.635	Rp 69.442	
Rp 4.290			Rp 974	Rp 974	
Rp 2.442			Rp 7.090	Rp 7.090	
3	Pekerjaan penyiapan badan jalan	Motor Grader	Rp 643	Rp 974	Rp 974
Rp 275			Rp 1.043	Rp 1.043	
4	Pekerjaan lapisan pondasi agregat tanpa penutup aspal	vibratory roller	Rp 918	Rp 2.017	Rp 2.017
Rp 7.949			Rp 5.270	Rp 6.798	
Rp 82.034			Rp 36.946	Rp 58.215	
Rp 4.063			Rp 974	Rp 974	
Rp 2.560			Rp 7.218	Rp 7.218	
TOTAL			Rp 256.669	Rp 140.805	Rp 178.409

6. Perhitungan Biaya mobilisasi alat berat

Pada perhitungan mobilisasi alat berat, dihitung berdasarkan jarak lokasi pekerjaan ke pusat kota sintang berdasarkan harga yang dikeluarkan oleh dinas pekerjaan umum kabupaten sintang.

Tabel 18. Biaya mobilisasi alat kombinasi I. (sumber: hasil analisa, 2020)

NO	NAMA ALAT	JUMLAH ALAT	HARGA	TOTAL BIAYA	
				Rp	
1	EXCAVATOR	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
2	DUMP TRUCK	10	UNIT	Rp 200.000,00	Rp 2.000.000,00
3	MOTOR GRADER	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
4	VIBRATORY ROLLER	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
5	WHEEL LOADER	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
6	TANDEM ROLLER	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
7	WATER TANKER	1	UNIT	Rp 350.000,00	Rp 350.000,00
TOTAL				Rp 38.600.000,00	
DEMobilisasi = 30% BIAYA TOTAL Mobilisasi				Rp 11.580.000,00	
TOTAL Mobilisasi DAN DEMobilisasi				Rp 50.180.000,00	

Tabel 19. Biaya mobilisasi alat kombinasi II. (sumber: hasil analisa, 2020)

NO	NAMA ALAT	JUMLAH ALAT	HARGA	TOTAL BIAYA	
				Rp	
1	EXCAVATOR	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
2	DUMP TRUCK	8	UNIT	Rp 200.000,00	Rp 1.600.000,00
3	MOTOR GRADER	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
4	VIBRATORY ROLLER	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
5	WHEEL LOADER	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
6	TANDEM ROLLER	1	UNIT	Rp 7.250.000,00	Rp 7.250.000,00
7	WATER TANKER	1	UNIT	Rp 350.000,00	Rp 350.000,00
TOTAL				Rp 38.200.000,00	
DEMobilisasi = 30% BIAYA TOTAL Mobilisasi				Rp 11.460.000,00	
TOTAL Mobilisasi DAN DEMobilisasi				Rp 49.660.000,00	

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pekerjaan ini digunakan alat berat berupa *excavator, wheel loader, dump truck, motor grader, vibratory roller, tandem roller dan water tangker*.
2. Untuk produktivitas alat yang didapat dari Analisa adalah *excavator* 62,23 m³/jam, *wheel loader 1,5 m³* 115,4 m³/jam, *wheel loader 2,5 m³* 144 m³/jam, *dump truck 4 m³* 8,67 m³/jam, *dump truck 6 m³* 12,05 m³/jam, *motor grader* 972 m³/jam², *vibratory roller* 599,4 m³/jam², *tandem roller* 88,13 m³/jam dan *water tangker* 69,43 m³/jam.
3. Untuk perhitungan biaya sewa alat didapat dari Analisa adalah *excavator* Rp.747.952,00, *wheel loader 1,5 m³* Rp. Rp608.369,35, *wheel loader 2,5 m³* Rp980.813,89, *dump truck 4 m³* Rp355.508,30, *dump truck 6 m³* Rp634.785,62, *motor grader* Rp946.889,38, *vibratory roller* Rp624.879,79, *tandem roller* Rp636.080,17 dan *water tangker* Rp307.025,16.
4. Biaya yang diperlukan untuk pekerjaan dengan alat berat kombinasi I adalah Rp252.528.114,62 sedangkan untuk alat berat kombinasi II adalah Rp297.531.066,63, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya yang lebih rendah adalah alat berat kombinasi I.
5. Sedangkan untuk waktu antara kombinasi I dan kombinasi II hanya berbeda di waktu pengangkutan material dari lokasi quarry ke lokasi pekerjaan, yang dimana kombinasi I memerlukan waktu 14,36 jam sedangkan kombinasi II memerlukan waktu 12,78 jam untuk pekerjaan timbunan pilihan dari sumber galian. Dan untuk pekerjaan lapisan pondasi agregat tanpa penutup aspal kombinasi I memerlukan waktu 27,10 jam sedangkan kombinasi II memerlukan waktu 24,46 jam.
6. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat adalah faktor alat itu sendiri, operator, jenis material dan medan di lokasi pekerjaan itu sendiri.

REFERENSI

- Kholil, Ahmad. 2012. *Alat Berat*. Bandung. Pt Remaja Rosdakarya.
- Mahmuddin, dan Nurisra. 2011. *Perbandingan Produktivitas Excavator Pada Pekerjaan Pasang/Susun Batu Gunung Ukuran 5-250 Kg Dan 1000-1500 Kg*. Aceh: Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala. Vol 1.

- Putra, IH. 2018. *Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UII [skripsi]*. Yogyakarta (ID): Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Rochmanhadi. 1992. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti, Susy Fatena. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta. Pt Rineka Cipta.
- Sugiyanto, L. H. 1984. *Manajemen Alat-Alat Besar*. Jakarta. Technical Consulting Department. PT United Tractors.