

## ANALISIS PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN *BORROW MATERIAL* JALAN TOL MEDAN-KUALANAMU-TEBING TINGGI SEKSI 7A (SEI RAMPAH-TEBING TINGGI)

Paulinus Sihotang<sup>1</sup>, Junaidi Siahaan<sup>2</sup>, Simon Petrus Simorangkir<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Asahan

e-mail : : <sup>1</sup>paulsithotank@gmail.com, <sup>2</sup>siahaanjunaidi1506@gmail.com

<sup>3</sup>sp.simorangkir@gmail.com

**ABSTRAK.** Jalan Tol merupakan suatu jalan alternatif untuk mengatasi kemacetan lalu lintas ataupun untuk mempersingkat jarak dari suatu tempat ketempat lain. PT. Jasamarga Kualanamu Tol merupakan perusahaan yang dipilih sebagai pemilik pekerjaan Jalan Tol. Pembangunan ruas jalan tol Medan–Kualanamu–Tebing Tinggi (MKTT) sepanjang 61,8 km ini terjadi karena adanya peningkatan jumlah Lalu Lintas Harian (LHR) yang menggunakan jalan utama lintas Sumatera (jalan eksisting). *Borrow Material* merupakan pekerjaan timbunan tanah yang bahan timbunannya berasal dari luar atau galian di tempat lain. Pada pekerjaan *Borrow Material* diperlukan Alat Berat sesuai pekerjaan yang dibutuhkan yaitu: alat pemuat material (*Excavator*), alat pengangkut material (*Dump Truck*), alat penghampar material (*Bulldozer*), alat perata material (*Motor Grader*), alat pemadat material (*Vibratory Roller*). Alat-alat tersebut sangat berpengaruh dengan pelaksanaan, sehingga diperlukan analisis perhitungan Alat Berat untuk menyesuaikan waktu pekerjaan dilapangan dengan waktu yang disediakan oleh pemilik proyek yaitu 20 minggu.

Topik bahasan ini dititik beratkan pada perhitungan produktivitas Alat Berat pada pekerjaan *Borrow Material*. Dimana produktivitas Alat Berat yang didapat yaitu: *Excavator* 107,07 m<sup>3</sup>/jam, *Dump Truck* 9,47 m<sup>3</sup>/jam, *Bulldozer* 148,00 m<sup>3</sup>/jam, *Motor Grader* 315,06 m<sup>3</sup>/jam dan *Vibratory Roller* 96,25 m<sup>3</sup>/jam. Kombinasi ideal yaitu: 1 unit *Excavator* dikombinasikan dengan 11 unit *Dump Truck* dengan waktu pekerjaan selama 18 minggu.

**Kata Kunci :** *Borrow Material, Produktivitas Alat Berat, Kombinasi Ideal*

### ABSTRACT

**ABSTRACT,** Toll Road is an alternative way to solve traffic congestion or to shorten the distance from one place to another. PT. Jasamarga Kualanamu Toll is a company chosen to carry out the work Medan-Kualanamu Tebing Tinggi toll road. The construction of the 61.8 km Medan–Kualanamu–Tebing Tinggi (MKTT) toll road was due to an increase in the number of Daily Traffic (LHR) using the main road across Sumatra (the existing road). *Borrow Material* is the work of land settlement of the embankment material comes from outside or excavation elsewhere. At work *Borrow Material* required Heavy Equipment line of work required is: a tool loading material (*Excavator*), transporters material (*Dump Truck*), the finisher material (*Bulldozer*), instrument grading material (*Motor Grader*), the roller material (*Vibratory Roller*). The tools are very influential with the implementation, so that the necessary analysis Heavy Equipment calculations to adjust work time field with the time provided by the owner of the project is 20 weeks.

Topic of discussion is focused on the calculation of productivity on the job Heavy Equipment of *Borrow Material*. Where productivity is obtained, namely Heavy Equipment: *Excavator* 107,07 m<sup>3</sup>/hour, *Dump Truck* 9,47 m<sup>3</sup>/hour, *Bulldozer* 148,00 m<sup>3</sup>/hour, *Motor Grader* 315,06 m<sup>3</sup>/hour and *Vibratory Roller* 96,25 m<sup>3</sup>/hour, Ideal combination: 1 unit *Excavator* combined

---

with 11 units *Dump Truck* with a time of work for 18 weeks.

**Keywords** : Borrow Material, Heavy Equipment Productivity, Ideal Combination.

## 1. PENDAHULUAN

Dalam proyek pembangunan jalan tol Medan–Kualanamu–Tebing tinggi diperlukan perencanaan yang akurat, termasuk penggunaan alat – alat berat dalam proyek tersebut.

Untuk memperoleh hasil yang optimal maka perlu dilakukan analisis perhitungan produktivitas terhadap alat-alat berat yang digunakan dalam proyek pembangunan ruas jalan tol Medan–Kualanamu–Tebing Tinggi seksi 7A (Sei Rampah–Tebing Tinggi). Berdasarkan penelitian terdahulu dari, [1] mendapatkan hasil perhitungan produktivitas alat beradengan mendapatkan *Excavator* 74 m<sup>3</sup>/jam, *Dump Truck* 12 m<sup>3</sup>/jam, *Motor Grader* 111 m<sup>3</sup>/jam dan *Vibratory Roller* 137,4 m<sup>3</sup>/jam.

Penelitian selanjutnya, [2] kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian dan timbunan pada proyek pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII yang paling efisien dari segi waktu dan biaya adalah alternatif 3 yang terdiri dari 3 unit *Excavator* Komatsu PC300-8, 3 unit *Wheel Loader* WA380-3 dan 14 unit *Dump Truck* dengan kapasitas 7 m<sup>3</sup>. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 100 % dengan waktu 488 jam, dengan biaya total yang dibutuhkan Rp 589.783.400,00, dengan menggunakan alternatif 3 ini waktu pekerjaan dapat dipercepat selama 119,63 jam (-19,69 %) dan dapat menghemat biaya sebesar Rp. 75.248.100,00 (-11,31 %) terhadap kondisi asli dilapangan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut [3], pemadatan tanah merupakan upaya untuk mengatur kembali susunan butir an tanah, agar menjadi lebih rapat sehingga tanah akan lebih padat. Untuk mencapai kerapatan butiran tanah tersebut, dipergunkan alat pemadat *compactor*. Biasanya pekerjaan pemadatan ini dilakukan pada pekerjaan konstruksi jalan raya landasan pesawat terbang maupun pekerjaan lain yang memerlukan tingkat kepadatan tertentu. Pemadatan secara mekanis ini biasanya dilakukan dengan menggunakan mesin gilas (*rollers*).

Ada 3 (tiga) faktor yang mempengaruhi proses pemadatan yaitu [3]:

1. Gradasi material yang akan dipadatkan.
2. Kadar air dari material (*moisture content*).
3. Usaha pemadatan (*compactive effort*).

Beberapa alat berat yang digunakan pada pekerjaan *Borrow Material* antara lain:

**A. Excavator**

Kapasitas produksi *Excavator* dapat dihitung dengan rumus berikut ini [4]:

$$KP = \frac{q \times 3600 \times FK}{Ct} \dots\dots\dots(\text{Pers 2.1})$$

- Dimana: KP = Kapasitas Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)  
 q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)  
 FK = Faktor Koreksi (detik)  
 Ct = *Cyclus Time*/Waktu Siklus (detik)

**B. Dump Truck**

Kapasitas produksi *Dump Truck* dapat dihitung dengan rumus berikut ini [4]:

$$KP = \frac{q \times 3600 \times FK}{Ct} \dots\dots\dots(\text{Pers 2.3})$$

- Dimana: KP = Kapasitas Produksi per jam (m<sup>3</sup>/jam)  
 q = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)  
 FK = Faktor Koreksi (detik)  
 Ct = *Cyclus Time*/Waktu Siklus (detik)

**C. Bulldozer**

Kapasitas produksi *Bulldozer* dapat dihitung dengan rumus berikut ini [4]:

$$KP = \frac{V \times (Le - Lo) \times t \times FK \times 1000}{n} \dots\dots\dots(\text{Pers 2.4})$$

- Dimana: V = Kecepatan rata-rata (km/jam)  
 t = Tinggi tebal hamparan (m)  
 Le = Panjang blade efektif (m)  
 Lo = Panjang tumpang tindih (m)  
 FK = Faktor Koreksi  
 n = Jumlah *passing*

**D. Vibratory Roller**

Kapasitas produksi *Vibratory Roller* dapat dihitung dengan rumus berikut ini [4]:

$$KP = \frac{V \times (Le - Lo) \times t \times FK \times 1000}{n} \dots\dots(Pers 2.5)$$

- Dimana:
- V = Kecepatan rata-rata (km/jam)
  - t = Tinggi tebal hampan (m)
  - Le = Panjang blade efektif (m)
  - Lo = Panang tumpang tindih (m)
  - FK = Faktor Koreksi
  - n = Jumlah passing

**E. Motor Grader**

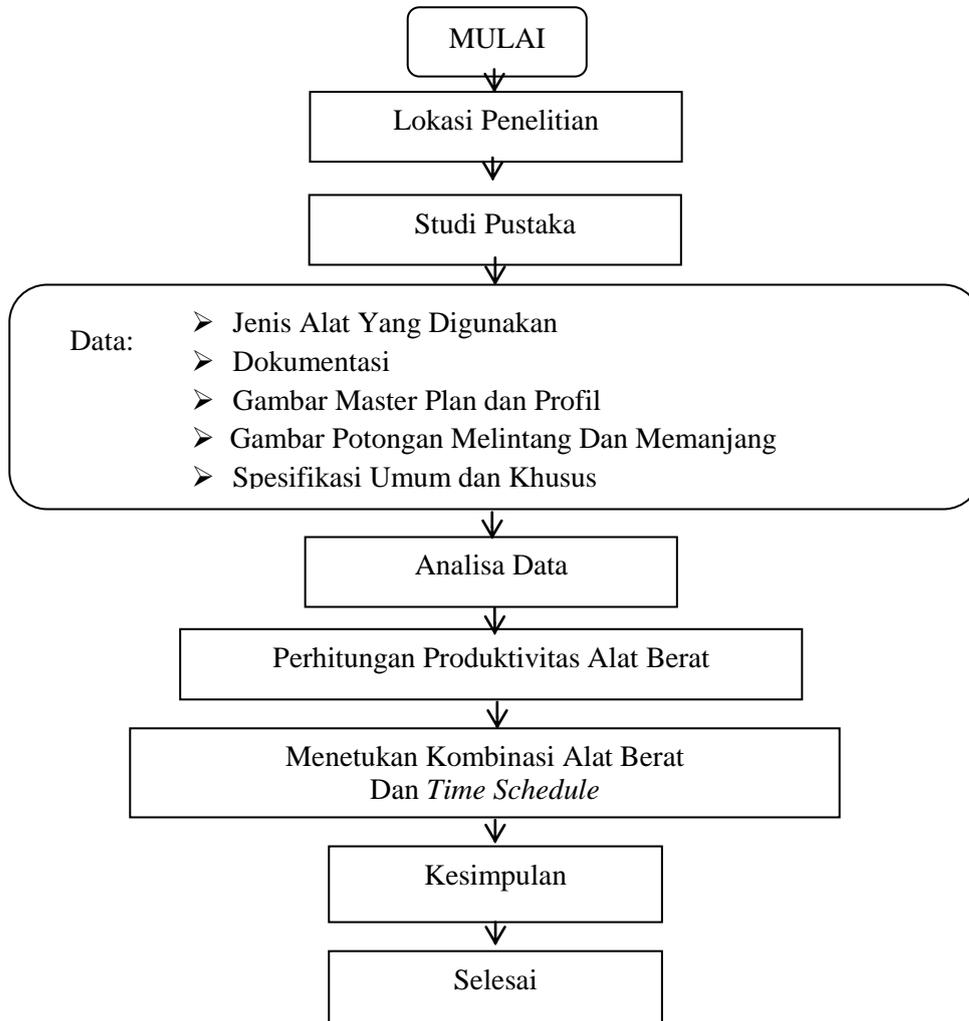
Kapasitas produksi *Motor Grader* dapat dihitung dengan rumus berikut ini [4]:

$$KP = \frac{V \times H \times (Le - Lo) \times 1000 \times FK}{n} \dots\dots(Pers 2.6)$$

- Dimana:
- KP = Kapasitas Produksi (m<sup>3</sup>/jam)
  - V = Kecepatan rata-rata (km/jam)
  - H = Tinggi tebal hampan (m)
  - Le = Panjang blade efektif (m)
  - Lo = Panang tumpang tindih (m)
  - FK = Faktor Koreksi
  - n = Jumlah passing

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir (*Flowchart*)

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Volume Pekerjaan *Borrow Material*

Volume pekerjaan *Borrow Material* dihitung dari gambar kerja yaitu gambar *cross section* dan gambar *long section* sehingga dapat menghasilkan jumlah dalam satuan meter kubik (m<sup>3</sup>).

1. Panjang jalan ditinjau = STA 77+575 s.d STA 79+575 = 2.0 km
  2. Lebar dan tinggi = Bervariasi (Lampiran)
  3. Contoh perhitungan Luasan = Menggunakan Rumus Luas Trapesium
- Perhitungan Luas STA 77+575 =  $\frac{(a+b)}{2} \times t$   
 =  $\frac{(41,013 + 48,537)}{2} \times 2,354$

$$\begin{aligned}
 &= 105,40 \text{ m}^2 \\
 \text{➤ Perhitungan Luas STA 77+600} &= \frac{(a+b)}{2} \times t \\
 &= \frac{(37,211 + 45,792)}{2} \times 2,057 \\
 &= 85,36 \text{ m}^2 \\
 \checkmark \text{ Perhitungan Volume Padat} &= \frac{(\text{Luas STA 77+575} + \text{Luas STA 77+600})}{2} \times \text{jarak} \\
 &= \frac{105,40 \text{ m}^2 + 85,36 \text{ m}^2}{2} \times 25 \text{ m} \\
 &= 2.384,6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Jadi jumlah volume pekerjaan padat pada STA 77+575 s.d STA 77+600 adalah 2.384,6 m<sup>3</sup> dan perhitungan selanjutnya sama seperti perhitungan diatas yang luasanya setiap jarak 25 m.

4. Dikarenakan tinggi timbunan bervariasi, sehingga penulis membuat perhitungan volume berdasarkan luasan yang ada pada data *cross section* dan *long section* menggunakan aplikasi *AutoCad* kemudian dikalikan dengan jarak. (Lampiran 5)

Hasil perhitungan volume material timbunan didapatkan volume pekerjaan padat sebesar = 235.279 m<sup>3</sup>.

5. Jenis material = Tanah urug *non plastis*  
(*Summary of Soil Investigation*)
6. Faktor gembur material = 1,25
7. Volume pekerjaan gembur = Faktor Gembur x Volume Padat  
= 1,25 x 235.279 m<sup>3</sup>  
= 294.098,75 m<sup>3</sup>

## B. Perhitungan Kapasitas Produksi

Perhitungan kapasitas produksi dihitung dengan masing-masing alat, sehingga akan didapat kapasitas masing-masing alat dalam satuan jam, hari dan minggu, berikut akan dijelaskan dalam bentuk hitungan.

### 1. Pekerjaan Galian Tanah

- a. Jenis alat = *Excavator*
- b. Kapasitas *bucket* (q1) = 0,9 m<sup>3</sup> (Lampiran)
- c. Jenis material = Tanah Timbunan
- d. Faktor bucket (K) = 0,95 (Tabel)
- e. Kapasitas per siklus (q)  
= q1 x Fb  
= 0,9 x 0,95  
= 0,86 m<sup>3</sup>
- f. Waktu siklus *Excavator* (Ct)
- |                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| Waktu mengisi bucket          | : 6,6 detik |
| Waktu angkat dan swing        | : 8,2 detik |
| Waktu tuang                   | : 4,4 detik |
| Wakbtu kembali ke posisi awal | : 4,8 detik |
- Waktu siklus *Excavator* (Ct) = 6,6 + 8,2 + 4,4 + 4,8  
= 24,0 detik

g. Faktor Koreksi (FK)  $= \frac{50}{60} = 0,83$

h. Kapasitas Produksi (KP)  $= \frac{q \times 3600 \times Fk}{Ct}$   
 $= \frac{0,86 \times 3600 \times 0,83}{24}$   
 $= 107,07 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 $= 856,56 \text{ m}^3/\text{hari}$

i. Volume Pekerjaan  $= 294.098,75 \text{ m}^3$

j. Waktu Pengerjaan  $= \frac{294.098,75}{856,56}$   
 $= 343,31 \approx 344 \text{ hari}$

**2. Pekerjaan Mengangkut Material**

a. Jenis alat  $= \text{Dump Truck}$

b. Kapasitas bak  $= 18 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran)}$

c. Kapasitas volume (q)  $= 19,5 \text{ m}^3$

d. Alat pemuat  $= \text{Excavator}$

e. Jenis material  $= \text{Tanah Timbunan}$

f. Waktu siklus DT (Ct) : Lampiran

Kapasitas Dump Truck :  $19,5 \text{ m}^3$

Maksimum *Dry Density* :  $1,513 \text{ ton/m}^3$

Kapasitas Dump Truck :  $19,5 \times 1,513 = 29,50 \text{ Ton}$

1 % Hambatan :  $\frac{20 \text{ lbs}}{\text{ton}} \times \text{GVW}$

IR = 2%  $= \frac{20 \text{ lbs}}{\text{ton}/1\%} \times 29,50$   
 $= 1180,14 \text{ lbs} = 0,59 \text{ ton}$

Kemiringan GR  $= \% \times \frac{20 \text{ lbs}}{\text{ton}/1\%} \times \text{GVW}$

Kemiringan GR = 5%  $= 5\% \times \frac{20 \text{ lbs}}{\text{ton}/1\%} \times 29,50$   
 $= 2950,00 \text{ lbs} = 1,475 \text{ Ton}$

Total Resistance (TR)  $= \text{IR} + \text{GR}$   
 $= 0,59 + 1,475$   
 $= 2,065 \text{ Ton}$

Dump Truck  $= 29,50 - 2,065 = 27,435 \text{ Ton}$

Faktor Dump Truck  $= \frac{27,435}{29,50} = 0,93$

Waktu isi (T1) : 455,2 detik

Kecepatan Dump Truck (V) : Tabel 2.2

Jarak (L) : 27 km  
: 10 km tanjak 17 km datar.

Waktu angkut (T2) :  $T2 = (L/V) \times 60 \text{ menit}$   
 $= (10/20) \times 60 = 30 \text{ menit}$   
 $= (17/40) \times 60 = 25,5 \text{ menit}$

T2 Total :  $30 + 25,5 = 55,5 \text{ menit}$

$$= 3300 \text{ detik}$$

Waktu dumping (T3) : 43,8 detik

Waktu kembali (T4) :  $T4 = (L/V) \times 60 \text{ menit}$   
 $= (17/60) \times 60 = 17 \text{ menit}$   
 $= (10/40) \times 60 = 15 \text{ menit}$

T4 Total :  $30 + 25,5 = 32 \text{ menit}$   
 $= 1920 \text{ detik}$

Waktu siklus Dump Truck Ct :  $455,2 + 3300 + 43,8 + 1920$   
 $= 5719 \text{ detik} = 95,32 \text{ menit}$

g. Faktor Koreksi (FK):

Efisiensi waktu (50 menit/jam) :  $= \frac{50}{60} = 0,83$

h. Kapasitas Produksi (KP)

$$= \frac{q \times 60 \times Fk \times Tr}{Ct}$$

$$= \frac{19,5 \times 60 \times 0,83 \times 0,93}{95,32}$$

$$= 9,47 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 75,76 \text{ m}^3/\text{hari}$$

i. Volume Pekerjaan

$$= 294.098,75 \text{ m}^3$$

j. Waktu Pengerjaan

$$= \frac{294.098,75}{75,76}$$

$$= 3.881,58 \approx 3882 \text{ hari}$$

### 3. Pekerjaan Menghampar Material

a. Jenis alat

= *Buldozer*

b. Lebar pisau (L)

= 4,15 m (Lampiran)

c. Lebar hamparan (H)

= 40 m

d. Panjang efektif *blade* (Le)

= 4,15

e. Banyak lintasan

= 10

f. Lebar tumpang tindih (Lo)

= 10 Le – Lebar hamparan

= 10 (4,15 m) – 40 m

= 1,5 m

g. Le – Lo

= 4,15 – 1,5

= 2,65

h. Waktu Siklus Buldozer (Ct)

: Lampiran

Jarak (L)

: 100 m = 0,1 km

Waktu maju (t)

: 148,6 detik = 0,04128 jam

Waktu mundur (t)

: 89,6 detik = 0,02489 jam

Kecepatan maju (v)

:  $(0,1/0,04128) = 2,4 \text{ km/jam}$

Kecepatan mundur (v)

:  $(0,1/0,02489) = 4,0 \text{ km/jam}$

Kecepatan operasi (V)

$$= \frac{2,4 + 4,0}{2} = 3,23 \text{ km/jam}$$

i. Faktor gembur

= 1,25

j. Tebal hamparan (t)

= tebal padat x faktor gembur

= 0,20 x 1,25

	= 0,25 m
k. Jumlah Passing (n)	= 12 (Lampiran)
l. Faktor Koreksi (FK) :	
Efisiensi waktu (50 menit/jam)	$= \frac{50}{60} = 80$
m. Kapasitas Produksi (KP)	$= \frac{V \times (Le - Lo) \times t \times FK \times 1000}{n}$
	$= \frac{3,23 \times 2,65 \times 0,25 \times 0,83 \times 1000}{12}$
	= 148,00 m <sup>3</sup> /jam
	= 1184 m <sup>3</sup> /hari
n. Volume Pekerjaan	= 294.098,75 m <sup>3</sup>
o. WaktuPengerjaan	$= \frac{294.098,75}{1184}$
	= 248,36 ≈ 249 hari
<b>4. Pekerjaan Perataan Material</b>	
a. Jenis alat	= <i>Motor Grader</i>
b. Panjang blade (L)	= 3,65 m (Lampiran)
c. Lebar hamparan (H)	= 40 m
d. Banyak lintasan	= 13
e. Sudut blade (a)	= 60° (Tabel )
f. Panjang efektif blade (Le)	= 3,65 x Sin 60°
	= 3,16 m
g. Lebar tumpang tindih (Lo)	= 13 Le – Lebar hamparan
	= 13 (3,16 m) – 40 m
	= 1,08 m
h. Le – Lo	= 3,16 – 1,08
	= 2,08
i. Waktu siklus Motor Grader (Ct)	: Lampiran
Jarak (L)	: 100 m = 0,1 km
Waktu maju (t)	: 176,8 detik = 0,04911 jam
Waktu mundur (t)	: 95,4 detik = 0,02489 jam
Kecepatan maju (v)	: (0,1/0,04911) = 2,0 km/jam
Kecepatan mundur (v)	: (0,1/0,0265) = 3,8 km/jam
Kecepatan operasi (V)	$= \frac{2,0+3,8}{2} = 2,92$ km/jam
j. Faktor gembur	= 1,25
k. Tebal hamparan (t)	= tebal padat x faktor gembur
	= 0,20 x 1,25
	= 0,25 m
l. Jumlah Passing (n)	= 4
m. Faktor Koreksi (FK) :	
Efisiensi waktu (50 menit/jam)	$= \frac{50}{60} = 0,83$

$$\begin{aligned}
 \text{n. Kapasitas Produksi (KP)} &= \frac{V \times (L_e - L_o) \times t \times FK \times 1000}{n} \\
 &= \frac{2,92 \times 2,08 \times 0,25 \times 0,83 \times 1000}{4} \\
 &= 315,06 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 2520,48 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{o. Volume Pekerjaan} &= 294.098,75 \text{ m}^3 \\
 \text{p. Waktu Pengerjaan} &= \frac{294.098,75}{2520,48} \\
 &= 116,67 \approx 117 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

### 5. Pekerjaan Pemadatan Material

$$\begin{aligned}
 \text{a. Jenis alat} &= \text{Vibratory Roller} \\
 \text{b. Lebar Roller (Le)} &= 2,16 \text{ m (Lampiran)} \\
 \text{c. Lebar pemadatan efektif (Le-Lo)} &= L_e - L_o \text{ m} \\
 &= 2,16 - 0,2 \text{ m (Tabel)} \\
 &= 1,96 \text{ m} \\
 \text{d. Faktor gembur} &= 1,25 \\
 \text{e. Tebal pemadatan(t)} &= \text{tebal padat} \times \text{faktor gembur} \\
 &= 0,20 \times 1,25 \\
 &= 0,25 \text{ m} \\
 \text{f. Jumlah Passing (n)} &= 12 \\
 \text{g. Waktu siklus Vibratory Roller (Ct)} &: \text{Lampiran 3} \\
 \text{Jarak (L)} &: 100 \text{ m} = 0,1 \text{ km} \\
 \text{Waktu maju (t)} &: 138 \text{ detik} = 0,03833 \text{ jam} \\
 \text{Waktu mundur (t)} &: 119,6 \text{ detik} = 0,03322 \text{ jam} \\
 \text{Kecepatan maju (v)} &: (0,1/0,03833) = 2,7 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan mundur (v)} &: (0,1/0,03322) = 3,0 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan operasi (V)} &= \frac{2,7 + 3,0}{2} = 2,84 \text{ km/jam} \\
 \text{h. Faktor Koreksi (FK)} &: \\
 \text{Efisiensi waktu (50 menit/jam)} &= \frac{50}{60} = 0,83 \\
 \text{i. Kapasitas Produksi (KP)} &= \frac{V \times L_e \times t \times FK \times 1000}{n} \\
 &= \frac{2,84 \times 1,96 \times 0,25 \times 0,83 \times 1000}{12} \\
 &= 96,25 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 770 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{p. Volume Pekerjaan} &= 294.098,75 \text{ m}^3 \\
 \text{q. Waktu Pengerjaan} &= \frac{294.098,75}{770} \\
 &= 381,90 \approx 382 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan kapasitas produksi masing-masing alat adalah seperti pada tabel berikut:

Pekerjaan	Alat	Kapasitas Produksi (m <sup>3</sup> /jam)	Standar Peraturan Menteri PUPR 2016 (m <sup>3</sup> /jam)
Memuat material	<i>Excavator</i>	107,07	36,73
Mengangkut material	<i>Dump Truck</i>	9,47	12,77
Mengahampar material	<i>Buldozer</i>	148,00	111,15
Meratakan material	<i>Motor Grader</i>	315,06	267,43
Memadatkan material	<i>Vibratory Roller</i>	96,25	56,25

Sumber: (Peraturan Menteri PUPR, 2016)

Kombinasi ideal alat pemuat (*Excavator*) dan alat pengangkut (*Dump Truck*) adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah } \textit{Dump Truck} &= \frac{\text{KP } \textit{Excavator}}{\text{KP } \textit{Dump Truck}} \\
 &= \frac{107,07 \text{ m}^3/\text{jam}}{9,47 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 11,30 \text{ unit} \approx 11 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Pembulatan kapasitas produksi *Dump Truck* dilakukan kebawah, atau dapat disimpulkan bahwa kapasitas produksi *Excavator* menyeimbangkan kapasitas produksi *Dump Truck* oleh karena itu *Excavator* akan menganggur beberapa saat, sehingga dihitung bahwa kapasitas *Excavator* yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Produksi } \textit{Excavator} &= \text{KP } \textit{Dump Truck} \times \text{Jumlah } \textit{Dump Truck} \\
 &= 9,47 \text{ m}^3/\text{jam} \times 11 \\
 &= 104,17 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

### C. Jumlah Masing - Masing Alat yang Diperlukan

Jumlah masing-masing alat dihitung berdasarkan volume pekerjaan, kapasitas produksi dan waktu yang disediakan. Pada proyek ini waktu kerja yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan adalah berdasarkan hari kerja. Jumlah hari kerja dihitung sesuai dengan hari kalender tetapi pada hari minggu diliburkan (dalam satu bulan dihitung 24 hari kerja), dan dalam satu hari dilaksanakan 8 jam kerja, dengan sudah memperhitungkan waktu istirahat dan waktu-waktu lainnya.

Waktu yang disediakan oleh pemilik proyek untuk mengerjakan pekerjaan *borrow material* tersebut yaitu 20 minggu atau sama dengan 120 hari, waktu yang disediakan tersebut merupakan waktu yang diberikan untuk semua pekerjaan *borrow material*, dimulai dari awal pekerjaan *borrow material* hingga pekerjaan *borrow material* tersebut selesai. Berikut adalah penjadwalan alat berat pada pekerjaan *Borrow Material* dengan volume pekerjaan gembur 294.098,75 m<sup>3</sup>.

**D. Penjelasan Perhitungan Penjadwalan dan Time Schedule Alat Berat**

Perhitungan pada tabel penjadwalan didapat dari hasil kapasitas masing-masing alat dalam satuan m<sup>3</sup>/jam dan jumlah tiap alat. Masing-masing alat akan dihitung dalam harian, pada hal ini dihitung waktu kerja perhari yaitu 8 jam serta nantinya akan diuraikan dalam waktu mingguan pada hal ini dihitung waktu kerja 1 minggu yaitu 6 hari. Berikut adalah contoh perhitungan tabel penjadwalan alat berat:

- a. *Excavator* kapasitas 107,07 m<sup>3</sup>/jam  
107,07 m<sup>3</sup>/jam x 5 unit x 8 jam x 6 hari = 25697,00 m<sup>3</sup>/minggu
- b. *Dump Truck* kapasitas 9,47 m<sup>3</sup>/jam  
9,47 m<sup>3</sup>/jam x 55 unit x 8 jam x 6 hari = 25001,00 m<sup>3</sup>/minggu
- c. *Bulldozer* kapasitas 148,00 m<sup>3</sup>/jam  
148,00 m<sup>3</sup>/jam x 2 unit x 8 jam x 6 hari = 14208,00 m<sup>3</sup>/minggu
- d. *Motor Grader* kapasitas 315,06 m<sup>3</sup>/jam  
315,06 m<sup>3</sup>/jam x 1 unit x 8 jam x 2 hari = 5041,00 m<sup>3</sup>/Hari
- e. *Vibratory Roller* 96,26 m<sup>3</sup>/jam  
96,26 m<sup>3</sup>/jam x 3 unit x 8 jam x 6 hari = 13860,00 m<sup>3</sup>/minggu

Dari tabel penjadwalan dapat di persingkat lagi dengan tabel rekap, berikut tabel dan penjelesannya.

Jenis Alat	Minggu				
	Ke 1 - 4	Ke 5 - 8	Ke 9 - 13	Ke 14 - 17	Ke 18
<i>Excavator</i>	5	4	3	2	-
<i>Dump Truck</i>	55	44	33	22	-
<i>Bulldozer</i>	2	4	3	1	1
<i>Motor Grader</i>	1	2	2	2	2
<i>Vibratory Roller</i>	3	3	4	4	4

Sumber: Hasil Analisis Penelitian, 2022

*Time Schedule* pekerjaan *Borrow Material* yang disediakan oleh proyek Jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi ini dalam waktu 20 minggu tetapi dalam perhitungan atau efisiensi pengaturan alat berat ini dapat diselesaikan dalam waktu 18 minggu sehingga didapatkan hasil yang efisien dengan menghemat 2 minggu kerja, berarti dalam hal ini jika semua nya dalam pelaksanaannya lancar maka pekerjaan tersebut akan sukses.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Kapasitas produksi dan jumlah masing-masing peralatan yang ada di lapangan yaitu:
  - a. *Excavator* mempunyai kapasitas produksi 107,07 m<sup>3</sup>/jam.
  - b. *Dump Truck* mempunyai kapasitas produksi 9,47 m<sup>3</sup>/jam.
  - c. *Bulldozer* mempunyai kapasitas produksi 148,00 m<sup>3</sup>/jam.
  - d. *Motor Grader* mempunyai kapasitas produksi 315,06 m<sup>3</sup>/jam.
  - e. *Vibratory Roller* mempunyai kapasitas produksi 96,25 m<sup>3</sup>/jam.
  
2. Setelah dihitung didapat bahwa, jumlah pemilihan alat berat yang ideal yaitu:

Jenis Alat	Minggu				
	Ke 1 – 4	Ke 5 - 8	Ke 9 - 13	Ke 14 - 17	Ke 18
<i>Excavator</i>	5	4	3	2	-
<i>Dump Truck</i>	55	44	33	22	-
<i>Bulldozer</i>	2	4	3	2	1
<i>Motor Grader</i>	1	2	2	2	2
<i>Vibratory Roller</i>	3	3	4	4	4

3. Efisiensi penggunaan alat berat yaitu perbandingan perhitungan dengan analisa Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 11/PRT/M/2016)

Alat	Kapasitas Produksi (m <sup>3</sup> /jam)	Analisa Peraturan Menteri PUPR 2016 (m <sup>3</sup> /jam)	Efisiensi
<i>Excavator</i>	107,07	36,73	+ 192,48 %
<i>Dump Truck</i>	9,47	12,77	- 25,8 %
<i>Bulldozer</i>	148,00	111,15	+ 33,15 %
<i>Motor Grader</i>	315,06	267,43	+ 17,78 %
<i>Vibratory Roller</i>	96,25	56,25	+ 71,11 %

4. *Time Schedule* pengoperasian masing-masing alat berat yaitu:
  - a. Pengoperasian alat *Excavator* dimulai pada minggu ke-1 dan berakhir pada minggu ke-17.
  - b. Pengoperasian alat *Dump Truck* dimulai pada minggu ke-1 dan berakhir pada minggu ke-17.
  - c. Pengoperasian alat *Buldozer* dimulai pada minggu ke-1 dan berakhir pada minggu ke-18.
  - d. Pengoperasian alat *Motor Grader* dimulai pada minggu ke 1 dan berakhir pada minggu ke-18.
  - e. Pengoperasian alat *Vibratory Roller* dimulai pada minggu ke-1 dan berakhir pada minggu ke-18.

*Time Schedule* pekerjaan *Borrow Material* yang disediakan oleh proyek Jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi ini dalam waktu 20 minggu tetapi dalam perhitungan atau efisiensi pengaturan alat berat ini dapat diselesaikan dalam waktu 18 minggu sehingga didapatkan hasil yang efisien dengan menghemat 2 minggu waktu kerja.

#### Saran

1. Mencari *Quarry* yang lebih dekat jaraknya dari lokasi proyek.
2. Disiplin waktu pekerjaan sangat dibutuhkan, karena pekerjaan *Borrow Material* sangat berpengaruh dengan kondisi alam, jika terjadi hujan yang berkepanjangan maka pekerjaan harus ditunda dan akan berpengaruh dengan waktu pengerjaan yang akan bertambah.
3. Untuk kajian selanjutnya dapat diperhitungkan pertimbangan biaya agar dapat ditentukan juga biaya pekerjaan yang efisien.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jefrindolin Hutasoit. (2021). "Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura". Tugas Akhir, Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Medan Area, Medan.
- [2] M.Irfan Hari Putra. (2018). "Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hulim UII (Heavy Equipment Choice Analysis On Cut On Fill Work Of UII Law Construction)". Tugas Akhir, Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- [3] Soemardikatmodjo, I. (2003). "Alat-Alat Berat". Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [4] Rochmanhadi. (1982). "Alat Alat Berat Dan Penggunaannya". Departemen Pekerjaan Umum Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [5] Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. (2016). "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M Tahun 2016 Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Umum". Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Jakarta.