

# Analisis Optimasi Produktivitas Alat Gali-Muat (*Excavator*) Dan Alat Angkut (*Dump Truck*) Pada Pengangkutan Andesit Untuk Mengoptimalkan Produksi Di PT. Koto Alam Sejahtera

Afdal Zikri<sup>1\*</sup>, Yoszi Mingsi Anaperta<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

\*afdal.zikry93@gmail.com

\*\*yosziperta@ft.unp.ac.id

**Abstract.** PT Koto Alam Sejahtera is a private mining company engaged in the andesite mining business in Koto Alam, Lima Puluh Kota Regency. In andesite mining activities, PT. Koto Alam Sejahtera uses a series of excavators and dump trucks to move material from the loading point to the waste dump. In the process of transporting andesite to the crusher there is a queue of dump trucks and long stand-by times at the dump trucks, this can cause the productivity of the tools to be small so that the Andesite stone production target of 80,000 tons / month is not achieved. This is due to the inefficient working time of mechanical tools.

This production target was not achieved due to the inappropriate combination of transportation equipment (Mitsubishi Fuso 220 PS) and loading equipment (Hitachi ZX-350) which resulted in queues or waiting times for transportation vehicles. One of the ways to achieve the production target requires appropriate fleet management. Based on research that was carried out in October 2019, the productivity of the Hitachi ZX-350 excavator was 344,9378 tons / hour and the productivity of the Mitsubishi Fuso 220 PS dump truck was 78,10247 tons / hour. The composition of the equipment used is 1 unit of excavator serving 5 units of dump trucks, causing the combination of transportation and loading factors to be inappropriate. To overcome the long queue time, the composition of the MF = 1 tool was improved. Fleet settings are based on the queuing method, namely 1 unit of digging equipment and 4 units of transportation equipment with a production of 83.101,03 tons / month.

**Keywords:** Flee Management, Queuing Method, Match Factor, Production, Productivity, Dump Truck

## 1. Pendahuluan

PT. Koto Alam Sejahtera merupakan salah satu perusahaan tambang andesit yang terletak di Nagari Koto Alam Kecamatan Pangkalan Koto Baru Kabupaten Lima Puluh Kota, dengan luas Izin Usaha Pertambangan 10 Ha. Memulai proses *development* pada tahun 2013 dan mulai produksi pada Agustus 2016.

Dalam pembongkaran batuan andesit dengan menggunakan metoda *ripping-dozing* tidaklah efektif dan ekonomis karena membutuhkan waktu yang lama, karena yang akan dibongkar merupakan material yang cukup keras. Oleh karena itu kegiatan dilakukan dengan metoda pemboran dan peledakan (*drilling and blasting*). Sesuai dengan rencana perusahaan untuk meningkatkan

produksi setiap tahunnya, maka penambangan andesit, juga selalu dilakukan sesuai dengan kemampuan produksi dari alat mekanis yang dipakai. Dalam kegiatan penambangan andesit, PT. Koto Alam Sejahtera menggunakan rangkaian kerja alat gali-muat (*excavator*) dan alat angkut (*dump truck*) untuk memindahkan material dari loading point ke waste dump.

Dalam proses perencanaan target produksi di PT. Koto Alam Sejahtera saat ini dalah sebanyak 80.000 ton/bulan, tetapi pada bulan Oktober produksi yang tercapai hanyalah sebanyak 78.000 ton. Hal ini disebabkan oleh waktu kerja alat-alat mekanis yang tidak efisien misalnya kurang baiknya komposisi alat mekanis hingga terjadi banyak *dump truck* yang *standby* menunggu antrian untuk *loading*, sehingga menyebabkan turunnya

produktifitas peralatan mekanis yang digunakan. Untuk itu perlu adanya suatu upaya untuk memperbaiki keserasian dan komposisi alat akibat antrian tersebut.

Untuk dapat merealisasikan peningkatan produksi yang direncanakan harus didukung dengan ketersediaan alat-alat mekanis yang cukup untuk dapat menghasilkan bahan baku sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan jumlah gali-muat (*excavator*) dan alat angkut (*dump truck*) serta sistem kerja saat ini maka target produksi yang diinginkan belum tercapai, hal ini di indikasikan karena terjadinya waktu tunggu bagi alat angkut (*dump truck*) untuk *loading*.

Untuk memenuhi target PT. Koto Alam Sejahtera dalam pencapaian target produksi perusahaan, maka penulis ingin meneliti tentang “Kajian Teknis Alat Gali-muat (*excavator*) dan Alat angkut (*dump truck*) pada Pengangkutan Andesit Untuk Mengoptimalkan Produksi di PT. Koto Alam Sejahtera”.

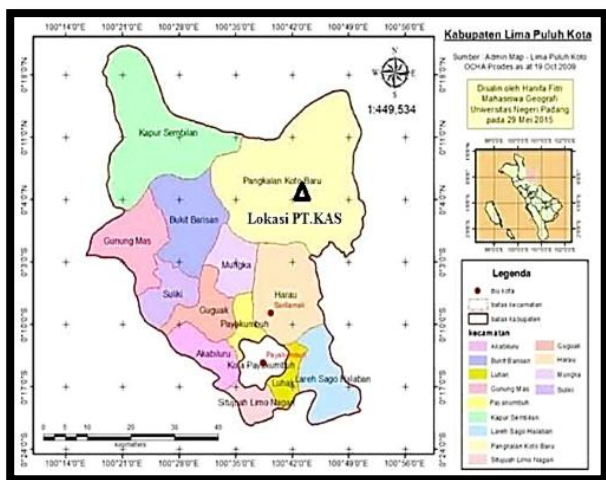
## 2. Kajian Pustaka

### 2.1 Deskripsi Perusahaan

PT. Koto Alam Sejahtera adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang usaha pertambangan dan pengolahan batu gunung yang berlokasi di Nagari Koto Alam, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota. PT. Koto Alam Sejahtera merupakan anak perusahaan dari PT. Lubuk Minturun Konstruksi Persada yang bergerak dalam bidang konstruksi dan kontraktor alat berat dalam kegiatan penambangan.

PT. Koto Alam Sejahtera memproduksi batuan gunung (batu andesit) karena kebutuhan masyarakat akan batuan gunung sangat tinggi. Dalam hasil pengolahan batuan gunung yang dilakukan, PT. Koto Alam Sejahtera memproduksi batuan dengan ukuran 0 mm – 5 mm (*Abu batu*), 5 mm – 10 mm (*Medium*), 10 mm – 20 mm, 20 mm – 30 mm, hingga *base* yang berguna dalam pembuatan jalan raya.

### 2.2 Lokasi Kesampaian Daerah Penelitian



Gambar 1. Peta Lokasi Kesampaian Daerah

Luas Izin Usaha Penambangan (IUP) PT. Koto Alam Sejahtera adalah seluas 10 Ha. Lokasi penambangan PT. Koto Alam Sejahtera terletak di Jorong Polong Duo, Nagari Koto Alam, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, yang berjarak ± 150 Km dari kota Padang. Lokasi ini dapat ditempuh dengan kendaraan roda dua atau roda empat dari Kota Padang - Bukit Tinggi - Payakumbuh - Koto Alam, yang berjarak ± 150 Km, dan kemudian perjalanan dilanjutkan melalui jalan yang di perkeras selama ± 3 menit (berjarak ± 1 Km) untuk sampai ke lokasi penambangan peta topografi PT. Koto Alam Sejahtera dapat dilihat pada gambar 1.

### 2.3 Dasar Teori

#### 2.3.1. Faktor Pengembalian Material (*Swell Factor*)

”Swell” adalah pengembangan volume suatu material digali dari tempatnya material dilapangan jika digali akan mengalami pengembangan [1,2].

Faktor pengembangan juga dapat diketahui dari perbandingan densitas material lepas dengan densitas material insitunya. Bentuk volume material yang mempengaruhi perhitungan pemindahannya, yaitu dinyatakan dalam *bank cubic meter* (BCM), *loose cubic meter* (LCM), *compacted cubic meter* (CCM).

Persamaan untuk menghitung besarnya *swell factor* dan % *swell* ada dua macam, yaitu: Perhitungan berdasarkan volume

$$Swell\ factor = \frac{bank\ volume}{loose\ volume}$$

$$\%\ swell = \frac{loose\ weight - bank\ weight}{bank\ weight} \times 100\%$$

Perhitungan berdasarkan densitas

$$Swell\ factor = \frac{loose\ weight}{weight\ in\ bank} \quad (3)$$

$$\% \ swell = \frac{density\ in\ bank - loose\ density}{loose\ density} \times 100\%$$

#### 2.3.2. Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut

##### 1. Produksi Alat Muat

Untuk mengetahui produksi alat muat per jam, maka perlu dihitung produktivitas per siklus dengan persamaan:

$$q = \frac{ql \times k}{SF}$$

keterangan:

q = produksi alat persiklus

ql = kapasitas *bucket*

SF = *swell factor*

Maka setelah mengetahui produksi persiklus, kita dapat menghitung produksi per jam *excavator* tersebut dengan persamaan:

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

Keterangan:

Q = Produksi per jam alat muat (BCM/jam)

E = Efisiensi Kerja

CT = *Cycle time*

## 2. Produksi Alat Angkut

Kemampuan alat angkut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Produksi per siklus *dump truck*

$$q = n \times ql \times k$$

Keterangan:

q = produksi alat angkut per siklus

n = jumlah pengisian

ql = kapasitas *bucket*

k = *bucket fill factor*

produksi per jam *dump truck*

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT}$$

Keterangan:

Q = Produksi per jam alat muat (BCM/jam)

E = Efisiensi Kerja

CT = *Cycle time*

### 2.3.3. Keserasian Kerja (Match Factor)

Untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat gali-muat dan alat angkut, maka produksi alat gali-muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Faktor keserasian alat gali-muat dan alat angkut didasarkan pada produksi alat gali-muat dan alat angkut, yang dinyatakan dalam *match factor* (MF).

$$MF = \frac{n \times Ctm \times Na}{Cta \times Nm}$$

Keterangan:

MF : faktor keserasian kerja

Na = jumlah alat angkut dalam kombinasi kerja, unit

Nm = jumlah alat gali-muat dalam kombinasi kerja

n = banyaknya pengisian tiap satuan alat angkut

Ctm = waktu edar alat gali-muat, menit

Cta = waktu edar alat angkut, menit

### 2.3.4. Teori Antrian

Menurut Iqbal (2011:95), antrian terdapat pada kondisi apabila obyek-obyek menuju suatu area untuk dilayani, namun kemudian menghadapi keterlambatan disebabkan

oleh mekanisme pelayanan mengalami kesibukan. Antrian timbul karena adanya ketidak seimbangan antara yang dilayani dengan pelayanannya<sup>[4]</sup>.

Menurut Thomas J. Kakiay dalam skripsi Dwi Rahmi Elvionita (2018:61), sistem antrian dapat dijelaskan sebagai kedatangan pelanggan atau unit-unit yang membutuhkan pelayanan pada suatu sistem pelayanan. Pelanggan bergabung pada barisan penungguan (antrian) untuk dilayani<sup>[5]</sup>.

## 1. Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan adalah suatu aturan dimana para pelanggan dilayani, tipe aturan antrian terdiri dari<sup>[6]</sup>:

### a. FIFO (First In First Out)

Aturan yang mendasar pada yang pertama masuk, pertama keluar atau pertama datang yang akan dilayani (first come first served). Aturan ini umum digunakan pada pemindahan tanah mekanis.

### b. LIFO (Last In First Out)

Aturan pelayanan yang mendasarkan pada pelanggan yang terakhir masuk pertama keluar.

### c. SIRO (Service In Random Order)

Aturan pelayanan dalam aturan acak.

### d. PRI (Priority Disclipines)

Aturan pelayanan berdasarkan prioritas.

Pengelompokan fasilitas pelayanan menurut jumlah yang tersedia.

- Single channel single phase* (satu antrian satu pelayanan).
- Single channel multiple phase* (satu antrian beberapa pelayanan seri).
- Multiple channel single phase* (satu antrian beberapa pelayanan).
- Multiple channel multiple phase* (satu antrian beberapa pelayanan seri).

## 2. Karakteristik sistem kesetimbangan pelayanan

Probabilitas keadaan tetap dari M tahap dan N *truck* adalah sebagai berikut :

$$\frac{(N + M - 1)!}{(M - 1)! N !}$$

Probabilitas keadaan antrian putaran bila ada 4 tahap dengan N *truck* dapat dihitung dengan rumus:

$$P(n_1, n_2, n_3, n_4) = \frac{\mu_1^{(N-n_1)}}{\mu_2! \mu_2^{n_2} \mu_3^{n_3} \mu_4! \mu_4^{n_4}}$$

Probabilitas bahwa sebuah tahap bekerja adalah:

$$Pr \text{ (tahap } i \text{ bekerja)} = \eta_1 = 1 - \sum P(n_1, n_2, n_{i-1}, 0, n_{i+1}, n_M) \quad (12)$$

Jumlah pelanggan yang diharapkan menunggu dalam antrian:

$$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)} - \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

Jumlah *truck* yang dapat terlayani pada tiap-tiap tahapnya adalah:

$$\theta_1 = \eta_1 \times \mu_1$$

Jumlah *truck* yang menunggu dalam antrian pada tahap ke *i* adalah:

$$L_{q1} = \sum n_1 P(n_1, n_2, \dots, n_M) - \sum P(n_1, n_2, \dots, n_M)$$

Durasi waktu sebuah *truck* antri pada tahap 1 adalah:

$$W_{qi} = \frac{L_{qi}}{\theta}$$

Total *cycle time* satu unit *truck* untuk menyelesaikan tahap *M* adalah :

$$CT = \sum_{i=1}^M (W_{qi} + \frac{1}{\mu_1})$$

### 3. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif, adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan. Selain metode penelitian kuantitatif penulis juga menggunakan metode penelitian deskriptif. Metode ini adalah metode yang membicarakan beberapa kemungkinan untuk memecahkan masalah secara aktual dengan cara mengumpulkan data, menyusun atau mengklasifikasikannya, menganalisis, dan menginterpretasikannya<sup>[6,7]</sup>.

Data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Dimana data primer yang digunakan seperti, dokumentasi keadaan lokasi yang akan digunakan untuk daerah *pit*, *cycle time* alat gali muat, *cycle time* alat angkut (*dump truck*). Data sekunder yang digunakan meliputi data spesifikasi alat, Peta lokasi kesampaian daerah, target produksi andesit, dan kondisi peralatan mekanis.

Teknik analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan, sehingga dari keduanya di dapat pendekatan penyelesaian masalah. Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan penulis menggunakan rumus-rumus melalui literatur yang ada untuk menganalisis data.

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### 4.1 Waktu Edar

Penelitian yang dilakukan di PT. Koto Alam Sejahtera berlokasi pada *bench* 5 yang membahas tentang manajemen *fleet* yang dimana penambangan batu andesit menggunakan alat berat 1 unit *excavator Hitachi ZX-350* yang melayani 5 alat berat *dump truck Mitsubishi Fuso 220 ps*.

Dengan waktu edar pada kedua alat berat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Waktu edar alat muat dan alat angkut**

No	Unit	Rata-rata Waktu Edar (detik)
1	<i>Excavator Hitachi ZX-350</i>	19,65
2	<i>Mitsubishi Fuso 220PS</i>	502,2

#### 4.2 Komposisi Alat yang Tersedia

Selama Komposisi alat yang menunjang kegiatan pertambangan di PT. Koto Alam Sejahtera untuk mencapai target produksi dapat dilihat pada **Tabel 6** dibawah:

**Tabel 6. Komposisi Alat Tersedia**

No	Unit	Kapasitas Bucket	Jumlah
1	<i>Excavator hitachi ZX-350</i>	2,0m <sup>3</sup>	1
2	<i>Mitsubishi Fuso 220 PS</i>	31,56m <sup>3</sup>	5

#### 4.3 Perhitungan Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut

##### 4.3.1 Perhitungan efisiensi kerja alat muat dan alat angkut

Setelah memperoleh nilai waktu kerja efektif (*We*) maka kita dapat menghitung nilai efisiensi kerjanya dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Kerja (Ek)} = (We/Wt) \times 100\%$$

**Tabel 7. Jam Kerja Tersedia**

Senin – Minggu		
Jadual kerja	Keterangan	Waktu (jam)
08.00 – 12.00	Waktu kerja	4
12.00 – 13.00	Waktu istirahat	1
13.00 – 18.00	Waktu kerja	5
Total		9

Pada hari jumat terdapat 1 jam tambahan waktu untuk memunaikan sholat jumat. Jadi dalam sebulan ada tambahan waktu 4 jam istiahat.

Waktu = 9 jam/hari  
 = 30 hari/bulan  
 = 270 jam/bulan – 4 jam jumat/bulan  
 = 266 jam/bulan  
 = 532 menit/hari

**Tabel 8.** Waktu Kerja Tidak Produktif

Hambatan	Excavator Hitachi ZX-350	Mitsubishi Fuso 220 PS
Repair	4,34 menit/hari	13,66 menit/hari
Standby	56,42 menit/hari	117,09 menit/hari
Total	60,75 menit/hari	130,75 menit/hari

Waktu kerja produktif adalah waktu kerja yang tersedia dalam satu hari dikurangi jumlah waktu jumlah waktu tidak produktif .

Waktu kerja alat angkut.

Wke = Wkt – Wht  
 = 532 menit/hari – 130,75 menit/hari  
 = 471,25 menit/hari

Efisiensi kerja alat angkut.

E = (Wke/Wkt) x 100%  
 = (401,25/532) x 100 %  
 = 75,42%

Waktu kerja alat muat.

Wke = Wkt – Wht  
 = 532 menit/hari – 60,75 menit/hari  
 = 471,25 menit

Efisiensi kerja alat muat

E = ( Wke/Wkt) x 100%  
 = (471,25/532) x 100 %  
 = 88,58 %

**4.3.2 Kemampuan alat**

**Tabel 9.** Kemampuan Alat

No	Alat	Jam tersedia (jam)	R (Repair) jam	W (Work) jam	S (Stand by) jam
1	Excavator Hitachi ZX-350	266	2,17	235,63	28,21
2	Mitsubishi Fuso 220 PS	266	6,83	194,33	58,55

**Tabel 10.** Efisiensi Alat MA, PA, UA dan EU

No	Alat	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
1	Excavator Hitachi ZX-350	99,09	99,18	89,31	88,58
2	Mitsubishi Fuso 220PS	96,71	97,43	77,41	75,42

**4.3.3 Waktu Edar Alat Muat**

Waktu edar alat muat merupakan total waktu yang digunakan oleh alat muat untuk memenuhi satu siklus dari menggali material, mengayun isi, menumpahkan material ke dalam *dump truck* , dan kembali mengayun kosong kembali keposisi semula. Waktu edar rata-rata alat muat sebagai tabel berikut.

**Tabel 11.** Waktu Edar Rata-Rata Excavator Hitachi ZX-350

Unit	T1 (detik )	T2 (detik )	T3 (detik )	T4 (detik )	CT (detik )
Excavator Hitachi ZX-350	7,11	50,3	3,30	4,22	19,65

**4.3.4 Waktu Edar Alat Angkut**

Waktu edar alat muat merupakan total waktu yang digunakan oleh alat muat untuk memenuhi satu siklus dari *loading, hauling, manuver* isi sebelum *dumping, dumping* dan kembali *manuver* kosong kembali keposisi semula. Waktu edar rata-rata alat angkut sebagai tabel berikut.

**Tabel 12.** Waktu Edar Rata-Rata Mitsubishi Fuso 220PS

Unit	T1 (mt)	T2 (mt)	T3 (mt)	T4 (mt)	T5 (mt)	T6 (mt)	CT (menit)
Mitsubishi Fuso 220PS	2,32	1,76	1,07	0,61	1,59	1,02	8,37

**4.3.5 Kemampuan produksi alat Excavator Hitachi ZX-350**

Kemampuan alat muat *excavator Hitachi ZX-350* dalam melakukan produksi menggunakan 1 unit *excavator* melayani 5 *dump truck Mitsubishi Fuso 220PS*.

**Table 13.** Kemampuan Produksi Alat Excavator Hitachi ZX-350

No	Unit	Kapasitas Bucket	Cycle Time	Efisiensi Kerja	Bucket Fill Factor
1	Excavator Hitachi ZX-350	2m <sup>3</sup>	19,65 (detik)	88,58 %	60 %

$$Q = q \times E \times \frac{3600}{Ct} \times Sf \times Db$$

$$q = q1 \times k$$

Keterangan:

Q = Produksi perjam alat muat (Ton/jam)  
 q = Produksi alat muat persiklus  
 q1 = kapasitas bucket (m<sup>3</sup>)

- k = *bucket fill factor*
- E = efisiensi kerja (%)
- CT = *cycle time*
- Db = *Density Insitu*
- Sf = *Swell factor*
- Dl = *Density loose*
- Diketahui:
- Density *Insitu* = 2,6 ton/m<sup>3</sup>
- Density *loose* = 1,65 ton/m<sup>3</sup>
- Swell factor* = Db/Dl = 0,63
- q = q1 x k = 2m<sup>3</sup> x 0,63 = 1,26 m<sup>3</sup>
- k = 60 % = 0,6
- E = 0,8858 %
- CT = 19,65 detik

Kemampuan produksi *Excavator Hitachi ZX-350*:

$$Q = q \times E \times \frac{3600}{Ct} \times Sf \times Db$$

$$Q = 1,26m^3 \times 0,8858 \times \frac{3600}{19,65 \text{ detik}} \times 0,63 \times 2,6$$

$$Q = 334,9378 \text{ ton/jam}$$

$$Q = 334,9378 \text{ ton/jam} \times 235,63 \text{ jam/bulan}$$

$$= 78.919,71 \text{ ton/bulan}$$

#### 4.3.6 Kemampuan produksi Mitsubishi Fuso 220 PS

Kemampuan rata-rata alat *Mitsubishi Fuso 220PS* dalam melakukan produksi menggunakan 5 alat *dump truck Mitsubishi Fuso 220PS* dilayani oleh 1 alat muat *excavator Hitachi ZX-350*.

**Tabel 14.** Kemampuan Rata-Rata Alat *Mitsubishi Fuso 220PS*

Unit	Kapasitas Bucket	Cycle Time	Efisiensi Kerja	Bucket Fill Factor
<i>Mitsubishi Fuso 220PS</i>	31,56 m <sup>3</sup>	8,37 (menit)	75,42 %	60 %

Diketahui:

$$Q = q \times E \times \frac{60}{Ct} \times Db$$

$$(q = n \times q1 \times k), (m^3)$$

- Q = Produktivitas alat (ton/jam)
- q = Produksi alat angkut persikus
- n = jumlah *bucket*
- q1 = Kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup>)
- k = *Bucket fill factor* (%)
- E = Efisiensi kerja alat (%)
- Ct = Waktu edar (Menit)
- Db = Densitas material (ton/m<sup>3</sup>)

Diketahui:

- n = 7
- q = n x q1 x k = 7 x 1,2 x 0,63 = 5,556 m<sup>3</sup>
- q1 = 1.2 (m<sup>3</sup>)
- k = 60 (%) = 0,6
- E = 75,42 (%) = 0,7542
- Ct = 8,37 menit = 502,2 detik
- Db = 2.6 (ton/m<sup>3</sup>)

Waktu kerja = 8,886 jam/hari

sebagai berikut :

$$Q = q \times E \times \frac{60}{Ct} \times Db$$

$$Q = 5,556m^3 \times 0,7542 \times \frac{60 \text{ menit}}{8,37 \text{ menit}} \times 2,6 \text{ ton/m}^3$$

$$Q = 78,10247 \text{ ton/jam} \times 200,63 \text{ jam/bulan}$$

$$= 15.669,31 \text{ ton/bulan}$$

$$Q \times 5 = 78.346,74$$

#### 4.3.7 Jumlah Mitsubishi Fuso 220 PS berdasarkan produktivitas

*Excavator Hitachi ZX-350* dengan *dump truck Mitsubishi Fuso 220PS*

Produksi *excavator* per jam = 334,9378 ton/jam  
 Produksi *dump truck* per jam = 78,10247 ton/jam  
 Jumlah alat angkut =  $\frac{334,9378 \text{ ton/jam}}{78,10247 \text{ ton/jam}}$   
 = 4,288844 ≈ truck

#### 4.3.8 Perhitungan Match Factor alat gali muat dan alat angkut

Faktor keserasian alat angkut dan alat muat dapat di hitung dengan menghitung besarnya *match factor* (faktor keserasian) alat muat dan alat angkut. Besarnya nilai *match factor* dapat dilihat dibawah:

- a. MF < 1, berarti faktor kerja alat muat lebih kecil dari 100% dan faktor kerja alat angkut 100% atau dengan kata lain kemampuan alat angkut lebih besar dari pada kemampuan alat muat sehingga akan terjadi waktu tunggu bagi alat muat.
- b. MF = 1, berarti faktor kerja alat muat dan alat angkut sama, sehingga tidak ada waktu tunggu bagi kedua alat mekanis tersebut.
- c. MF > 1, berarti faktor kerja alat muat 100% dan faktor kerja alat angkut kurang dari 100% atau kemampuan alat muat lebih besar dari kemampuan alat angkut, akibatnya waktu tunggu alat angkut besar.

Besarnya *match factor* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$MF = \frac{nHXnXCtm}{nMXCth}$$

Keterangan:

- nH = jumlah alat angkut (unit)
- n = banyak pengisian *bucket* sehingga *vessel* penuh
- Ctm = waktu edar alat muat (menit)
- nM = jumlah alat muat (unit)
- Cth = waktu edar alat angkut (menit)

Diketahui:

- Jumlah *excavator* (nM) = 1 unit
- Jumlah *dumptruck* (nH) = 5
- Jumlah *bucket* (n) = 7

Cycle time excavator (Ctm) = 0,33  
 Cycle time dump truck (Cta) = 7,66

$$MF = \frac{nH \times n \times Ctm}{nM \times Cta}$$

$$MF = \frac{5 \times 7 \times 0,33}{1 \times 8,37}$$

$$MF = \frac{11,55}{8,37}$$

$$MF = 1,3799$$

MF > 1, berarti faktor kerj alat muat 100% sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%, atau kemampuan alat muat lebih besar dari kemampuan alat angkut, akibatnya waktu tunggu alat angkut besar.

**4.4 Rencana Perbaikan Komposisi Alat Untuk Mendapatkan Keserasian Alat**

**4.4.1 Waktu antrian**

Waktu antrian yang dialami oleh alat angkut adalah:

Jumlah excavator (Nm) = 1 unit  
 Jumlah dump truck (Na) = 5 unit  
 Cycle time excavator (Ctm) = 0,33 menit

Waktu tunggu alat angkut

$$Na = \frac{Nm \times Cta}{Ctm}$$

$$5 = \frac{1 \times Cta}{0,33 \text{ menit}}$$

$$Cta = 1,65 \text{ menit} \approx 2 \text{ menit}$$

**Tabel 15. Match Factor dan Waktu Antrian**

Unit	Match Factor	Waktu Antrian
Mitsubishi Fuso 220 PS	1,37	2 menit

Dari tabel di atas dapat diperhatikan bahwa perbaikan komposisi alat harus dilakukan untuk mendapatkan *match factor* = 1 dan mengurangi waktu antrian agar dapat mengurangi waktu antrian dan kegiatan produksi lebih efektif.

**4.4.2 Analisa Komposisi Alat Angkut Untuk Match Factor = 1 (MF = 1)**

Perbaikan waktu tunggu MF = 1 dilakukan agar mengurangi waktu tunggu alat dapat dilihat dibawah berikut:

$$MF = \frac{n \times Na \times Ctm}{Cta}$$

$$1 = \frac{7 \times Na \times 0,33}{8,37 \text{ menit}}$$

$$1 = \frac{2,31 \times Na}{8,37 \text{ menit}}$$

$$Na = \frac{8,37}{2,31}$$

$$Na = 3,6333 = 4 \text{ Unit}$$

Jadi jumlah alat angkut yang diperlukan sebanyak 4 unit.

**Tabel 16. Hasil Produksi Bulanan PT. Koto Alam Sejahtera**

Bulan	Target	Jumlah	Pencapaian
-------	--------	--------	------------

	Produksi PT.Koto Alam Sejahtera	Produksi Aktual	Target Produksi
Januari	80.000	68.235	Tidak Tercapai
Februari	80.000	76.750	Tidak Tercapai
Maret	80.000	83.970	Tercapai
April	80.000	79.845	Tidak Tercapai
Mei	80.000	76.780	Tidak Tercapai
Juni	80.000	69.265	Tidak Tercapai
Juli	80.000	68.010	Tidak Tercapai
Agustus	80.000	85.695	Tercapai
September	80.000	77.200	Tidak Tercapai
Oktober	80.000	78.070	Tidak Tercapai
November	80.000	-	-
Desember	80.000	-	-

Sumber : PT.Koto Alam Sejahtera

Kerana MF > 1, maka digunakan teori perhitungan produksi untuk mendapatkan faktor keserasian MF = 1. Maka secara teori didapatkan perhitungan produksi 4 alat angkut yaitu:

Q = Produksi dump truck  
 n = Jumlah dump truck  
 WH = Waktu kerja efektif

Penyelesaian:

$$\text{Produksi} = Q \times n \times WH$$

$$= 78.10247 \text{ ton/jam} \times 4 \times 266 \text{ jam/bulan}$$

$$= 83.101,03 \text{ ton/bulan}$$

Jadi, hasil produksi dengan menggunakan 4 dump truck tercapai. Dengan catatan tidak dilakukan uji coba atau penerapan dilapangan karena hanya analisis secara teoritis.

**Tabel 17. Perbandingan Selisih Perhitungan**

No	Unit	Aktual			Analisis			Selisih		
		Jm	M	Ct	Jm	M	Ct	Jm	M	Ct
1	EXA	1	1,3	1,6	1	1,1	1,3	0	0,2	0,3
2	DT	5	7	5	4	1,1	2	1	7	3

**4.5 Simulasi Teori Antrian**

**4.5.1 Penentuan Model Antrian**

Berdasarkan pengamatan dilapangan barisan antrian termasuk ukuran kedatangan secara terbatas dan hanya dilayani oleh satu unit excavator maka pelayanannya adalah pelayanan tunggal (*single server*) dengan disiplin pelayanan pertama datang pertama dilayani (FCFC =

*first come first service*). Alat angkut *MitsubishiFuso 220 PS* dengan sistem kerjanya terdiri dari 4 tahap yang berulang-ulang sehingga untuk perhitungannya menggunakan model antrian putaran (tertutup), dengan ketentuan sebagai berikut:

- Tingkat kedatangan pelanggan acak dan tingkat pelayanan tidak tetap.
- Mekanisme pelayanan yang diterapkan adalah sistem antrian pelayanan tunggal dengan sumber populasi atau kapasitas terbatas.
- Model antrian yang dipakai berlaku jika  $\lambda/\mu < 1$  atau tingkat kesibukan kurang dari 100%.
- Waktu tunggu (antri) dapat terjadi pada *excavator* (di *front loading*) maupun tempat penumpahan.
- Jumlah keadaan antrian terdiri dari 4 tahap yang setiap tahapnya mempunyai tingkat pelayanan.
- Untuk tahap pengangkutan dan kembali kosong, diasumsikan sebagai tahap pelayanan sendiri (*self-service*)

#### 4.5.2 Probabilitas Keadaan Antrian (simulasi Antrian)

Probabilitas keadaan antrian ditentukan oleh jumlah alat angkut yang digunakan dan keadaan antrian yang terdiri dari 4 tahap. 4 tahap tersebut adalah sebagai berikut:

- Tahap 1 ( $\mu_1$ ) merupakan tahap pelayanan alat gali-muat untuk memuat material ke alat angkut hingga terisi penuh.
- Tahap 2 ( $\mu_2$ ) merupakan tahap pelayanan sendiri yaitu tahap dimana alat angkut dalam perjalanan untuk mengangkut material menuju *disposal*.
- Tahap 3 ( $\mu_3$ ) merupakan tahap alat angkut menumpahkan material di *disposal*.
- Tahap 4 ( $\mu_4$ ) merupakan tahap pelayanan sendiri, yaitu alat angkut tidak bermuatan kembali ke *front loading*.

$\lambda$	=	Tingkat kedatangan rata-rata, unit/jam
$1/\lambda$	=	Waktu kedatangan rata-rata, jam/unit
$\mu$	=	Tingkat pelayanan rata-rata dalam satu sistem, unit/jam
$1/\mu$	=	Waktu pelayanan rata-rata, jam/unit
$L_q$	=	Rata-rata jumlah alat angkut menunggu dalam Antrian
$\Theta$	=	Yang terlayani dalam keluaran sistem, unit/jam
$K$	=	Jumlah populasi, unit
$M$	=	Tahap-tahap dalam antrian
$\eta$	=	Tingkat kesibukan, %
$n$	=	Jumlah individu dalam sistem pada suatu waktu, unit
$C_t$	=	Waktu edar alat, jam
$N$	=	Jumlah individu yang mampu dilayani tanpa antrian, unit
$T_t$	=	Waktu pelayanan rata-rata dalam suatu tahap sistem, jam
$W_t$	=	Rata-rata waktu tunggu alat dalam sistem
$W_q$	=	Rata-rata waktu tunggu dalam antrian

$P_n$	=	Probabilitas jumlah $n$ individu dalam sistem antrian.
$P_0$	=	Probabilitas tidak ada individu dalam sistem

#### 4.5.3 Perhitungan Simulasi Kebutuhan Alat dengan Teori Antrian

##### a) Penentuan Tingkat Pelayanan

##### 1) Tahap 1

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \text{Waktu Penempatan} + \text{Waktu Pengisian} \\
 &= 6,05 \text{ menit/truck} + (0,33 \text{ menit} \times 7 \\
 &\quad \text{bucket/truck}) \\
 &= 8,36 \text{ menit} \\
 \mu_1 &= \frac{1}{8,36 \frac{\text{menit}}{\text{truck}}} \times 60 \text{ menit/jam} \\
 &= 7,1770 \text{ truck/jam} \\
 &= 7 \text{ truck}
 \end{aligned}$$

##### 2) Tahap 2

$$\begin{aligned}
 T_2 &= \text{Waktu perjalanan alat angkut bermuatan} \\
 &= 2,83 \text{ menit/truck} \\
 \mu_2 &= \frac{1}{2,83 \frac{\text{menit}}{\text{truck}}} \times 60 \text{ menit/jam} \\
 &= 21 \text{ truck / jam}
 \end{aligned}$$

##### 3) Tahap 3

$$\begin{aligned}
 T_3 &= \text{Waktu dumping} \\
 &= 0,61 \text{ menit/truck} \\
 \mu_3 &= \frac{1}{0,61 \frac{\text{menit}}{\text{truck}}} \times 60 \text{ menit/jam} \\
 &= 98 \text{ truck / jam}
 \end{aligned}$$

##### 4) Tahap 4

$$\begin{aligned}
 T_4 &= \text{Waktu perjalanan alat angkut tidak bermuatan} \\
 &= 2,61 \text{ menit/truck} \\
 \mu_4 &= \frac{1}{2,61 \frac{\text{menit}}{\text{truk}}} \times 60 \text{ menit/jam} \\
 &= 23 \text{ truck/jam}
 \end{aligned}$$

##### b) Probabilitas Antrian

Jumlah alat angkut ( $N$ ) yang dilayani oleh *Excavator Hitachi ZX-350* adalah 5 unit *Mitsubishi fuso 220 PS* dengan 4 tahap antrian ( $M$ ). Sehingga banyaknya kemungkinan keadaan antrian adalah:

$$\frac{(N+M-1)!}{(M-1)!(N)!} = \frac{(5+4-1)!}{(4-1)!(5)!}$$

$$= 56 \text{ keadaan}$$

Untuk menghitung koefisien tiap keadaan sistem, contohnya untuk koefisien  $P(0,0,0,5)$  digunakan rumus:

$$\text{Koefisien } P(0,0,0,5) = \frac{\mu_1^{(N-n_1)}}{n_2! \mu_2^{n_2} \mu_3^{n_3} n_4! \mu_4^{n_4}}$$



$$\begin{aligned}
 &= \frac{7^{(5-0)}}{0! 21^0 98^0 5! 23^5} \\
 &= \frac{(1)(1)(1)(120)(976525)}{16807} \\
 &= \frac{772361160}{16807} \\
 &= 0,00002176055
 \end{aligned}$$

Cara ini digunakan untuk setiap koefisien keadaan sistem hingga keadaan P(2,1,1,1). Pada tabel dibawah di halaman dapat dilihat bahwa koefisien P(5,0,0,0) bernilai 1 sehingga menjadi dasar untuk menghitung probabilitas masing-masing keadaan sistem. Dari dibawah jumlah koefisien dan seluruh keadaan sistem adalah 2,018044211 maka untuk probabilitas keadaan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P(5,0,0,0) &= \frac{1}{2,04147448} \\
 &= 0,48982028
 \end{aligned}$$

Sehingga probabilitas tiap keadaan sistem dapat dihitung seperti contoh dibawah ini:

$$\begin{aligned}
 P(0,0,0,5) &= \text{koefisien } P(0,0,0,5) \times P(5,0,0,0) \\
 &= 0,00002176055 \times 0,48982028 \\
 &= 0,000010655923
 \end{aligned}$$

**Tabel 18.** Probabilitas Antrian

No	n1	n2	n3	n4	Koefisien	probabilitas
1	0	0	0	5	0,0000217606	0,0000106592
2	0	0	5	0	0,0000018593	0,0000009108
3	0	5	0	0	0,0041152263	0,0020158108
4	5	0	0	0	1,0000000000	0,4898420283
5	0	0	1	4	0,0000255353	0,0000125083
6	0	1	0	4	0,0001191649	0,0000583720
7	1	0	0	4	0,0003574947	0,0001751159
8	0	1	4	0	0,0000086769	0,0000042503
9	1	0	4	0	0,0000260308	0,0000127510
10	0	0	4	1	0,0000079224	0,0000038807
11	1	4	0	0	0,0005144033	0,0002519764
12	0	4	0	1	0,0001565575	0,0000766885
13	0	4	1	0	0,0000367431	0,0000179983
14	4	1	0	0	0,3333333333	0,1632806761
15	4	0	1	0	0,0714285714	0,0349887163
16	4	0	0	1	0,3043478261	0,1490823564
17	0	0	2	3	0,0000239720	0,0000117425
18	0	2	0	3	0,0002610279	0,0001278624
19	2	0	0	3	0,0046985014	0,0023015235
20	0	2	3	0	0,0000202462	0,0000099174
21	2	0	3	0	0,0003644315	0,0001785139
22	0	0	3	2	0,0000168782	0,0000082677
23	2	3	0	0	0,0061728395	0,0030237162
24	0	3	0	2	0,0002858877	0,0001400398

25	0	3	2	0	0,0000314941	0,0000154271
26	3	2	0	0	0,0555555556	0,0272134460
27	3	0	2	0	0,0051020408	0,0024991940
28	3	0	0	2	0,0463137996	0,0226864455
29	0	1	1	3	0,0001118691	0,0000547982
30	1	0	1	3	0,0003356072	0,0001643945
31	1	1	0	3	0,0015661671	0,0007671745
32	1	1	3	0	0,0001214772	0,0000595046
33	1	0	3	1	0,0001109139	0,0000543303
34	0	1	3	1	0,0000369713	0,0000181101
35	1	3	1	0	0,0004409171	0,0002159797
36	0	3	1	1	0,0001341922	0,0000657330
37	1	3	0	1	0,0018786903	0,0009202615
38	3	1	1	0	0,0238095238	0,0116629054
39	3	1	0	1	0,1014492754	0,0496941188
40	3	0	1	1	0,0217391304	0,0106487397
41	0	2	2	1	0,0000862664	0,0000422569
42	2	0	2	1	0,0015527950	0,0007606243
43	2	2	0	1	0,0169082126	0,0082823531
44	2	2	1	0	0,0039682540	0,0019438176
45	2	0	1	2	0,0033081285	0,0016204604
46	0	2	1	2	0,0001837849	0,0000900256
47	2	1	0	2	0,0154379332	0,0075621485
48	2	1	2	0	0,0017006803	0,0008330647
49	0	1	2	2	0,0000787650	0,0000385824
50	1	2	2	0	0,0002834467	0,0002834467
51	1	2	0	2	0,0025729889	0,0012603581
52	1	0	2	2	0,0002362949	0,0001157472
53	1	1	1	2	0,0011027095	0,0005401535
54	1	1	2	1	0,0005175983	0,0002535414
55	1	2	1	1	0,0012077295	0,0005915967
56	2	1	1	1	0,0072463768	0,0035495799

total 2,04147448 1,0001266043  
0,489842028

1) Lq1

Merupakan antrian alat angkut saat akan dimuat oleh alat gali muat dengan syarat  $n1 > 1$

$$\begin{aligned}
 Lq1 &= (1 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } 19, 21, 23, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 56)) + (2 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } 26, 27, 28, 38, 39)) + (3 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } 14, 15, 16)) + (4 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } 4)) \\
 &= (1 \times \Sigma (0,0023015235 + 0,0001785139 + 0,0030237162 + 0,0007606243 + 0,0082823531 + 0,0019438176 + 0,0016204604 + 0,0075621485 + 0,0008330647 + 0,0035495799)) + (2 \times \Sigma (0,0272134460 + 0,0024991940 + 0,0226864455 + 0,0116629054 + 0,0496941188)) + (3 \times \Sigma (0,1632806761 + 0,0349887163 + 0,1490823564)) + (4 \times \Sigma (0,4898420283)) \\
 &= (1 \times 0,0300558020) + (2 \times 0,1244048496) + (3 \times 0,3473517489) + (4 \times 0,4898420283) \\
 &= 0,0300558020 + 0,2488096992 + 1,0420552466 + 1,9593681133 \\
 &= 3,2802888611 \\
 &= 3 \text{ truck}
 \end{aligned}$$

2) Lq3

Merupakan antrian alat angkut saat akan menumpahkan material ke *crusher* dengan syarat  $n3 > 1$

$$\begin{aligned}
 Lq3 &= 1 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } 17, 25, 27, 41, 42, 48, 49, 50, 52, 54) + 2 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } 20, 21, 22, 32, 33, 34) + 3 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } 8, 9, 10) + 4 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } 2) \\
 &= (1 \times (0,0000117425 + 0,0000154271 + 0,0024991940 + 0,0000422569 + 0,0007606243 + 0,0008330647 + 0,0000385824 + 0,0002834467 + 0,0001157472 + 0,0002535414)) + (2 \times \Sigma (0,0000099174 + 0,0001785139 + 0,0000082677 + 0,0000595046 + 0,0000543303 + 0,0000181101)) + (3 \times \Sigma (0,0000042503 + 0,0000127510 + 0,0000038807)) + (4 \times \Sigma (0,0000009108)) \\
 &= (1 \times 0,0048536272) + (2 \times 0,0003286440) + (3 \times 0,0000208821) + (4 \times 0,0000009108) \\
 &= 0,0048536272 + 0,0006572880 + 0,0000626462 + 0,0000036431 \\
 &= 0,0055772044 \\
 &= 1 \text{ truck}
 \end{aligned}$$

Wq1

Merupakan waktu tunggu alat angkut pada saat akan dimuat oleh alat gali muat. Untuk menentukan Wq1 terlebih dahulu harus dihitung tingkat kesibukan ( $\rho_1$ ) *excavator* dengan syarat  $n1 = 0$

c) Perhitungan Lq1, Lq3, Wq1, dan Wq3

$$\begin{aligned}
 n_1 &= 1 - \sum (\text{probabilitas keadaan } 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 12, \\
 &13, 17, 18, 20, 22, 24, 25, 29, 34, 36, 41, 46, 49) \\
 &= 1 - \sum (0,0000106592 + 0,0000009108 + \\
 &0,0020158108 + 0,0000125083 + 0,0000583720 + \\
 &0,0000042503 + 0,0000038807 + 0,0000766885 + \\
 &0,0000179983 + 0,0000117425 + 0,0001278624 + \\
 &0,0000099174 + 0,0000082677 + 0,0001400398 + \\
 &0,0000154271 + 0,0000547982 + 0,0000181101 + \\
 &0,0000657330 + 0,0000422569 + 0,0000900256 + \\
 &0,0000385824) \\
 &= 1 - 0,0028238419 \\
 &= 0,9971761581 \\
 &= 99,71\%
 \end{aligned}$$

Karena pemuatan ada pada tahap 1, maka jumlah *truck* yang bisa dilayani adalah:

$$\begin{aligned}
 \Theta &= n_1 \times \mu_1 \\
 &= 0,9971761581 \times 7 \text{ truck/jam} \\
 &= 6,9802331066 \text{ truck/jam} \\
 &= 7 \text{ truck/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Wq1 &= \frac{Lq1}{\Theta} \\
 &= \frac{3 \text{ truk}}{6,9802331066 \text{ truk/jam}} \\
 &= 0,4297850737 \\
 &= 25,7871 \text{ menit} \approx 26 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3)  $Wq3$

Waktu tunggu alat angkut saat menumpahkan material ke *crusher*

$$\begin{aligned}
 Wq3 &= \frac{Lq3}{\Theta} \\
 &= \frac{1 \text{ truk}}{6,9802331066 \frac{\text{truk}}{\text{jam}}} \\
 &= 0,1432616912 \text{ jam} \\
 &= 8,5957014735 \text{ menit} \approx 9 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

d) Jumlah *truck* yang dibutuhkan

Bedasarkan penerapan metode antrian makan total waktu edar alat angkut adalah:

$$\begin{aligned}
 CT \text{ total} &= \left( \frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu_3} + \frac{1}{\mu_4} + Wq1 + Wq3 \right) \\
 &= \left( \frac{1}{7} + \frac{1}{21} + \frac{1}{98} + \frac{1}{23} + 0,4297850737 + 0,1432616912 \right) \\
 &= 0,8172052979 \text{ jam} \\
 &= 49,03 \text{ menit} = 49 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Sehingga tingkat kedatangan *truck* di *front loading* ataupun di *crusher* adalah:

$$\begin{aligned}
 \lambda = \lambda_1 = \lambda_2 &= \frac{1}{CT} \\
 &= \frac{1}{0,8172052979 \text{ truk/jam}} \\
 &= 1,2236827179 \text{ truk/jam} \\
 &= 2 \text{ truck}
 \end{aligned}$$

Jadi Jumlah *truck* yang di butuhkan adalah:

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{\mu_1}{\lambda} \\
 &= \frac{8}{2} \\
 &= 4 \text{ truck}
 \end{aligned}$$

4.5.4 *Produksi yang didapatkan berdasarkan teori antrian*

**Tabel 19.** Produksi yang Didapatkan Berdasarkan Teori Antrian

Jumlah <i>dump truck</i>	Produksi <i>dump truck</i>	Jam kerja <i>dump truck</i>
4	78,10247	266 jam/bulan

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi} &= Q \times n \times WH \\
 &= 78,10247 \text{ ton/jam} \times 4 \times 266 \text{ jam/bulan} \\
 &= 83.101,03 \text{ ton/bulan}
 \end{aligned}$$

**Tabel 20.** Hasil Produksi yang Didapatkan Berdasarkan Teori Antrian

Jumlah DT berdasarkan Teori Antrian	Produksi actual	Target produksi	Produksi berdasarkan teori antrian
4	78.075 ton/bulan	80.000 ton/bulan	83.101,03 ton/bulan

4.6 *Setingan Fleet berdasarkan metode kapasitas produksi dan teori antrian*

Setelah mendapat hasil perhitungan jumlah *dump truck* pada kombinasi alat operasional alat gali muat *excavator Hitachi ZX-350* dengan alat angkut *dump truck Mitsubishi Fuso 220 PS*, maka didapatkan setingan *fleet* untuk memenuhi target produksi sebanyak 80.000 ton/bulan pada **Tabel 21** berikut

**Tabel 21.** Setingan Fleet yang Didapatkan Dari Hasil Perhitungan

Jumlah Alat Angkut		
Hasil Perhitungan		
Aktual	Metode kapasitas Produksi	Teori Antrian
5	4	4

5. **Penutup**

5.1 **Kesimpulan**

- Hasil penelitian menunjukkan produktivitas alat angkut dan alat muat untuk produksi batu andesit adalah :
  - Produktivitas *Excavator Hitachi* sebesar 334,9378 ton/jam
  - Produktivitas *Dump truck Mitsubishi Fuso 220 PS* sebesar 78,10247 ton/jam.
  - Waktu efektif alat angkut selama 1,32 menit.

2. Berdasarkan perhitungan MF terhadap *dump truck* didapati bahwa  $MF > 1$ . Jika MF lebih besar dari satu maka terjadi waktu tunggu bagi alat *dump truck* dan menyebabkan antrian terjadi. Untuk mengatasi masalah ini maka dilakukan upaya perhitungan  $MF = 1$ . Berdasarkan metode perhitungan produksi didapatkan jumlah alat angkut yang optimum sebanyak 4 *dump truck* dan perhitungan metode antrian juga mendukung jumlah alat angkutan sebanyak 4 *dump truck*.
3. Manajemen fleet alat muat dan alat angkut dalam penerapan metode antrian yaitu 1 alat muat *excavator Hitachi ZX-350* dan 4 alat angkut *dump truck Mitsubishi Fuso 220 PS* dengan produksi sebesar 80,497 ton/bulan sehingga target produksi sebesar 80.000 ton/bulan tercapai.

## 5.2 Saran

1. digunakan untuk mendapatkan produktivitas yang lebih optimal.
2. Agar dapat memenajemen waktu tunggu alat angkut yaitu dengan mengkaji kembali alat gali muat dari alat yang telah disediakan.
3. Mengkaji kembali setingan *fleet* yang digunakan dalam penambangan yang sedang digunakan untuk mendapatkan hasil produksi yang lebih optimal dan memperhatikan rencana yang telah dibuat untuk pengerjaan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sugiyono. *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Jakarta: Alfabeta. (2017).
- [2] A. Muri Yusuf. *Metodologi Penelitian*. Padang: UNP Press. (2013).
- [3] Nawawi, H. Hadari. *Metode Penelitian Deskriptif*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. (1983).
- [4] Pflieger, Eugene .P. *Surface Mining 1st Edition*. New York: The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum. (1972).
- [5] Amrun Liemin, dkk. *Evaluasi Produksi Overburden Pada Front Kerja Excavator Hitachi Shovel*. Jurnal Geomine **6**, 1. Universitas Muslim Indonesia. (2018)
- [6] Anaperta, Yoszi Mingsi. *Evaluasi Keserasian (Match Factor) Alat Muat dan Alat Angkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan di Pit X PT Y*. Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan **9**, 1. Universitas Negeri Padang. (2016)
- [7] Aqsal Ramadhan Shaddad, dkk. *Analisis Keserasian Alat Mekanis Match Factor Untuk Peningkatan Produktivitas*. Jurnal Geomine **4**, 3. Universitas Hasanuddin. (2016).
- [8] I. Yanto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". (2012).
- [9] Anonim. "Spesification & Application Handbook". Japan: Komatsu. (2009).
- [10] Sumarya. *Bahan Ajar Alat Berat dan Interaksi Alat Berat*. Padang: Universitas Negeri Padang. (2012).
- [11] Herlita. Murad. *Analisis Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Penambangan Soil di Area 242 dengan Penerapan Metode Antrian Untuk Memenuhi Target Produksi Clay 3000 Ton/Hari*. Jurnal Bina Tambang **3**, 4. Universitas Negeri Padang. (2018).
- [12] Ilham Muhammad Agung. Mulya Gusman. *Evaluasi Kinerja Alat Gali Muat dan Angkut Menggunakan Metode Antrian dan Kapasitas Produksi Penambangan Andesit di Pt. Bintang Sumatra Pasific*. Padang: UNP. (2019).
- [13] Maharani, Fadhillah. *Evaluasi Pengaruh Kondisi Jalan Angkut Terhadap Produktivitas Dump Truck Mitsubishi Fuso 220 PS dari Front Penambangan Menuju Unit Crusher Pada Penambangan Batu Andesit PT Koto Alam Sejahtera*. Padang: UNP. (2018).
- [14] Anisari, Rezky. *Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan*. Jurnal ITEKNA **16**, 1. Politeknik Negeri Banjarmasin. (2016)
- [15] A. Vendhi Prasmoro. *Optimasi Produksi Dumptruck Volvo FM 440 dengan Metode Kapasitas Produksi dan Teori Antrian di Lokasi Pertambangan batubara, Samarinda Kalimantan Timur*. Jurnal Teknik **6**, 1 Mercu Buana (2014).
- [16] Anaviroh. *Model Antrian Satu Server Dengan Pola Kedatangan Berkelompok (Batch Arrival)*. Jurnal Penelitian **4**, 2 Universitas jambi (2018).
- [17] E. Dwi Rahmi. *Kajian Sistem Kerja Alat Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Dengan Penerapan Metode Antrian Di Pit Taman Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero)Tbk*. Jurnal Bina Tambang **2**, 3 Universitas Negeri Padang (2018).
- [18] Fadel Rahman. Sumarya. Dedi Yulhendra. *Analisis Manajemen Fleet Pada Kegiatan Pengupasan Overburden PT Artamulia Tatapratama di Desa Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Muaro Bung*. Jurnal Bina Tambang **2**, 3 Universitas Negeri Padang (2018).