

## **Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Batu Granit di PT Riau Alam Anugerah Indonesia Provinsi Kepulauan Riau**

Inmarlinianto, Dyah Probawati, Angga Nugraha

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta  
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia  
Email: angga\_xz@yahoo.com

### **ABSTRACT**

*PT. Riau Alam Anugerah Indonesia District is a company operate in mining. This company is located in Pangke Village, Meral District, Karimun Regency, Kepulauan riau. The loading process is done using excavator Volvo EC700CL as loading equipment, Articulated Dumptruck Caterpillar 740 and Articulated Dumptruck Volvo A35E as hauling equipment.*

*The current problem is the company cannot reach the production target which is 480 tons/hours. The actual production is 594,14 tons/hour for loading equipment, and 408,36 tons/hour for hauling equipments. Required data are the equipment's cycle time, swell factor, bucket fill factor, road geometry, specification of mechanic equipment and effective working time caused by constraints.*

*The solutions that can be done to solve this problem is by increasing the working time which can increase the equipment working efficiency hauling equipments from 63,67 % to 72,75%, and optimizing the equipment's cycle time hauling equipments Articulated Dumptruck Caterpillar 740 from 16,24 minutes to 15,18 minutes and Articulated Dumptruck Volvo A35E from 16,16 minutes to 15,8 minutes and Excavator Volvo EC700CL loading equipment form 19,92 seconds to 17,6 second. If the company already implement these solutions the production capability can reach 744,53 tons/hour for loading equipment and 484,71 tons/hour for hauling equipments.*

*Keywords: Production, quarry, efficiency*

### **RINGKASAN**

PT. Riau Alam Anugerah Indonesia merupakan perusahaan swasta yang bergerak dalam bidang pertambangan yang berlokasi di Desa Pangke, Kecamatan Meral, Kabupaten Karimun, Provinsi Kepulauan Riau, proses pemuatan dilakukan dengan menggunakan Excavator Volvo EC700CL dan proses pengangkutan menggunakan Articulated Dumptruck Volvo A35E dan Articulated Dumptruck Caterpillar 740. Jarak angkut dari front penambangan menuju lokasi Dumping area adalah 2,3 km.

Permasalahan yang terjadi saat ini adalah belum tercapainya target produksi batu granit sebesar 480 ton/jam. Produksi aktual yang dapat dihasilkan sebesar 594,14 ton/jam pada alat muat, dan 415,55 ton/jam pada alat angkut. Data yang dikumpulkan berupa waktu edar alat muat, waktu edar alat angkut, faktor pengembangan, faktor pengisian mangkuk, geometri jalan, hambatan kerja, spesifikasi alat mekanis.

Upaya yang dapat dilakukan agar target produksi batu granit dapat tercapai yaitu dengan meningkatkan waktu kerja efektif sehingga efisiensi kerja alat angkut meningkat dari 63,67 % menjadi 70,75 % untuk alat angkut kemudian alat muat dari 65,3% menjadi 72,25% dan mengoptimalkan waktu edar alat angkut Articulated Dumptruck Caterpillar 740 dari 16,24 menit menjadi 15,18 menit dan Articulated Dumptruck Volvo A35E 16,16 menit menjadi 15,8 menit dan alat muat Volvo EC700CL dari 19,92 detik menjadi 17,6 detik. Setelah dilakukan upaya perbaikan pada waktu kerja efektif, dan waktu edar alat, didapatkan kemampuan produksi sebesar 744,53 ton/jam untuk alat muat, dan 484,71 ton/jam pada alat angkut.

Kata Kunci: Produksi, *quarry*, efisiensi

## **I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

PT. Riau Alam Anugerah Indonesia adalah salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang pertambangan, dengan lokasi kerja pada pertambangan batu Granit PT. Riau Alam Anugerah Indonesia yang berada di Desa Pangke, Kecamatan Meral, Kabupaten Karimun, Provinsi Kepulauan Riau.

Pada proses penambangan PT. Riau Alam Anugerah Indonesia terdapat dua rangkaian kerja alat mekanis

yaitu dua unit alat muat Volvo EC700LC dengan tujuh unit angkut Articulated Dumptruck terdiri dari tiga unit Volvo A35E Articulated Dumptruck dan empat unit Caterpillar 740 Articulated Dumptruck. Yang memiliki target produksi sebesar 480 ton/jam, sedangkan produksi yang dihasilkan adalah 408,34 ton/jam pada bulan febuari 2018 sehingga masih ada kekurangan yang harus dicapai sebesar 71,66 ton/jam disebabkan karena kecilnya efisiensi kerja pada alat muat sebesar 65,33 % pada alat muat kemudian pada alat angkut sebesar 63,67 % dan

kurangnya pengoptimalan waktu edar alat muat yang sebesar 19,92 detik pada alat angkut sebesar 16,24 menit untuk Caterpillar 740 Articulated Dumptruck dan waktu edar Volvo A35E Articulated Dumptruck sebesar 16,16 menit. Sehingga perlunya dilakukan perhitungan dan analisa yang tepat dalam teknis produksi alat muat dan alat angkut untuk mendapatkan target produksi yang telah ditentukan perusahaan.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji faktor – faktor penyebab belum tercapainya target produksi.
2. Mengupayakan peningkatan efisiensi kegiatan produksi.
3. Pengoptimalan waktu edar alat muat dan alat angkut.

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun masalah dari penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian dan pengambilan data berada di Quarri elevasi -75 dengan lokasi dumping di PT. Riau Alam Anugerah Indonesia.
2. Penelitian dibatasi pada permasalahan teknis kerja *Excavator Volvo EC700CL* dan *Articulated Dumptruck Caterpillar 740* dan *Volvo Articulated Dumptruck A35E* pada proses pengangkutan tidak membahas ekonomi.
3. Penelitian ini tidak mengkaji daya dukung tanah dan kemampuan crusher.

## II DASAR TEORI

### 2.1 Pola Pemuatan

Pola pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang ditunjukkan alat gali-muat dan alat angkut, yaitu:

1. Berdasarkan kedudukan truk untuk dimuati bahan galian oleh alat muat.

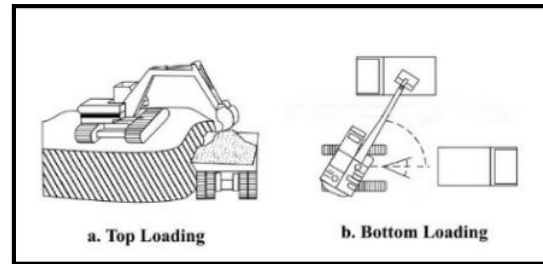
Cara pemuatan material oleh alat muat ke dalam alat angkut ditentukan oleh kedudukan alat muat terhadap material dan alat angkut, apakah kedudukan alat muat tersebut berada lebih tinggi atau kedudukan kedua-duanya sama tinggi (lihat Gambar 1). Cara pemuatan dibagi menjadi 2, yaitu

#### a. *Top Loading*

Kedudukan alat muat lebih tinggi dari bak truk jungkit (alat muat berada diatas tumpukan material atau berada diatas jenjang).

#### b. *Bottom loading*

Bottom Loading, yaitu backhoe melakukan pemuatan dengan menempatkan dirinya di jenjang yang sama dengan posisi alat angkut.



Sumber: Hustrulid et al, 2013

Gambar 1

Pola Pemuatan Berdasarkan Posisi Alat Gali-Muat

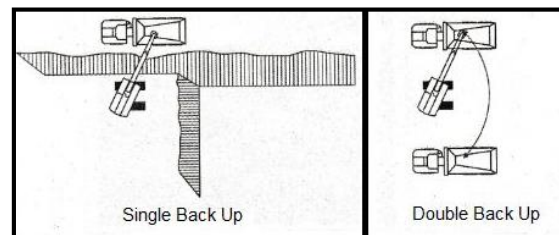
2. Berdasarkan jumlah penempatan posisi truk terhadap posisi alat muat

#### a. *Single Back Up*

Pada pola ini, truk memposisikan diri untuk dimuati pada salah satu sisi alat muat.

#### b. *Double Back Up*

Pada pola ini, truk memposisikan diri untuk dimuati pada dua sisi alat muat dimana pada waktu salah satu truk sedang diisi muatan truk yang lainnya telah siap memposisikan diri untuk dimuati (lihat Gambar 2).



Sumber: Hustrulid et al, 2013

Gambar 2

Pola Pemuatan Berdasarkan Jumlah Penempatan Alat Angkut

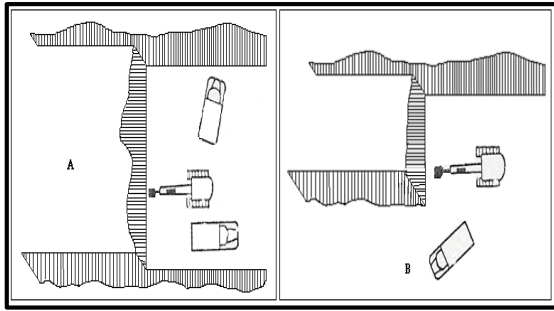
3. Berdasarkan cara manuvernya pola pemuatannya dibedakan menjadi:

#### a. *Frontal Cut*

Alat muat berhadapan dengan muka jenjang atau front penggalian dan mulai menggali ke depan dan samping alat muat. Dalam hal ini digunakan *double spotting* dalam penempatan posisi truk. Alat muat memuat pertama kali pada truk jungkit sebelah kanan sampai penuh dan berangkat setelah itu dilanjutkan pada truk jungkit sebelah kiri

#### b. *Parallel cut with drive-by*

Alat muat bergerak melintang dan sejajar dengan front penggalian. Pada metode ini, akses untuk alat angkut harus tersedia dari dua arah. Walaupun sudut putar rata – rata lebih besar daripada *frontal cut*, truk tidak perlu membelakangi alat muat dan *spotting* lebih mudah (lihat Gambar 3).



Sumber : Hustrulid et al, 2013

Gambar 3

Pola Pemuatan Berdasarkan Cara Manuvernya  
a. Frontal Cut, b. Parallel Cut with Drive By

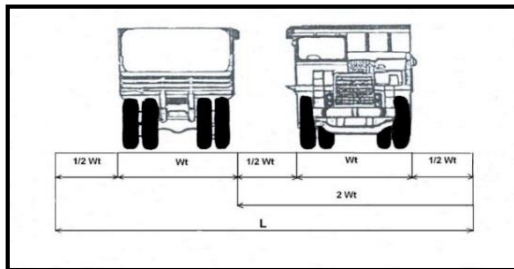
## 2.2 Faktor Pengisian

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas baku alat tersebut yang dinyatakan dalam persen (%). Menurut Eugene P. Pfeider dalam bukunya *Surface Mining* menuliskan rumus untuk menghitung faktor pengisian sbb:

$$Fp = (Vn/Vd) \times 100\%$$

## 2.3 Geometri Jalan Angkut

1. Lebar Jalan Angkut pada Jalan Lurus  
Lebar jalan angkut minimum yang dipakai untuk jalur ganda atau lebih (lihat Gambar 4) adalah:



Sumber: Hustrulid et al, 2013

Gambar 4

Lebar Jalan Angkut Dua Jalur

$$L(m) = n \cdot Wt + (n + 1) \cdot (1/2 \cdot Wt)$$

Keterangan:

L(m) = Lebar jalan angkut minimum, (m)

n = Jumlah jalur

Wt = Lebar alat angkut, (m)

2. Lebar Jalan Angkut pada Tikungan

Lebar jalan angkut minimum pada tikungan selalu lebih besar daripada jalan angkut pada jalan lurus. Rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan angkut minimum pada belokan (Gambar 3.5) adalah:

$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + C$$

$$C = Z = 1/2 (U + Fa + Fb)$$

Keterangan:

W = Lebar jalan angkut pada tikungan, (m)

n = Jumlah jalur

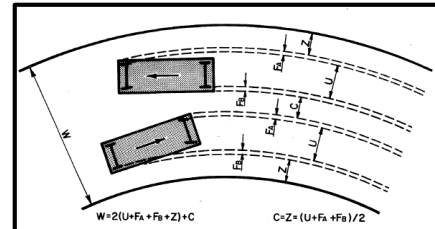
U = Jarak jejak roda kendaraan

Fa = Lebar jantai depan (m), (jarak as depan dengan bagian depan x sinus sudut penyimpangan roda)

Fb = Lebar jantai belakang (m), (jarak as belakang dengan bagian belakang x sinus sudut penyimpangan roda)

C = Jarak antara dua truk yang akan bersimpangan, (m)

Z = Jarak sisi luar truk ke tepi jalan, (m)



Sumber: Hustrulid et al, 2013

Gambar 5

Lebar Jalan Angkut Untuk Dua Jalur Pada Tikungan

3. Kemiringan Jalan (Grade)

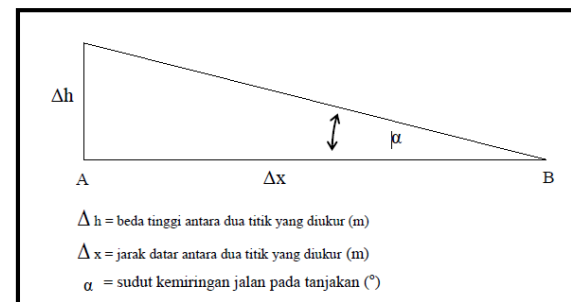
Kemiringan atau *grade* jalan angkut merupakan salah satu faktor penting yang harus diamati secara detil dalam suatu kajian terhadap kondisi jalan tambang karena akan mempengaruhi kinerja alat angkut yang melaluinya. Kemiringan jalan angkut (lihat Gambar 6) biasanya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan 1% berarti jalan tersebut naik atau turun 1 meter pada jarak mendatar sejauh 100 meter. Kemiringan (*grade*) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$Grade (\alpha) = \frac{\Delta h}{\Delta x} (100\%)$$

Keterangan:

$\Delta h$  = Beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)

$\Delta x$  = Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)



Sumber: Waterman Sulistyana, 2015

Gambar 6

Kemiringan Jalan Angkut

## 2.4 Waktu Edar

### 2.4.1 Waktu Edar Alat Muat

Merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai dari pengisian *bucket* sampai menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kosong. Rmusan untuk menghitung waktu edar: (Eugene P. Pfeider, 1972)

$$CTm = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4 \quad (3.8)$$

Keterangan:

- $C_{tm}$  : Total waktu edar alat muat, detik  
 $T_{m1}$  : Waktu untuk menggali muatan, detik  
 $T_{m2}$  : Waktu swing bermuatan, detik  
 $T_{m3}$  : Waktu untuk menumpahkan muatan, detik  
 $T_{m4}$  : Waktu swing tidak bermuatan, detik

#### 2.4.2 Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu menangguk muatan, waktu *dumping*

Produktivitas

##### 1. Produktivitas Alat Muat

Rumus yang umum dipakai untuk perhitungan produktivitas *Excavator* adalah:

$$Q_{tm} = \frac{60}{C_{tm}} \times C_{am} \times F \times E \times SF, \text{ Ton/jam}$$

Keterangan:

- $Q_{tm}$  : kemampuan produksi alat muat, ton/jam  
 $C_{tm}$  : waktu edar alat muat, detik  
 $C_{am}$  : kapasitas bucket,  $m^3$   
 $F$  : *bucket fill factor* (faktor pengisian bucket), %  
 $E$  : efisiensi kerja alat muat  
 $SF$  : Swell Faktor

##### 2. Produktivitas Alat Angkut

Rumus yang umum dipakai untuk perhitungan produktivitas *Dump Truck* adalah:  
Perhitungan untuk produksi alat angkut:

$$Q_{ta} = N_a \times \frac{60}{C_{ta}} \times C_a \times E \times SF, \text{ Ton/jam}$$

Keterangan:

- $Q_{ta}$  = kemampuan produksi alat angkut, ton/jam  
 $N_a$  = jumlah alat angkut (unit)  
 $C_{ta}$  = waktu edar alat angkut, menit  
 $C_a$  = kapasitas bak alat angkut,  $m^3$   
 $= n \times C_{am} \times F$   
 $n$  = jumlah pengisian bucket alat muat untuk penuh bak  
 $C_{am}$  = kapasitas bucket,  $m^3$   
 $F$  = *bucket fill factor* (faktor pengisian bucket), %  
 $E$  = efisiensi kerja alat angkut  
 $SF$  = Swell Faktor

## 2.5 Efisiensi kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan terhadap suatu pekerjaan atau merupakan suatu perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Faktor – faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah sebagai berikut:

##### 1. Waktu Kerja Penambangan

Waktu kerja penambangan adalah jumlah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kegiatan

penggalian, pemuatan dan pengangkutan. Efisiensi kerja akan semakin besar apabila banyaknya waktu kerja semakin mendekati jumlah waktu kerja yang tersedia. Waktu yang tersedia berhubungan erat dengan jam kerja efektif. Jam kerja efektif adalah jam kerja dimana alat mekanis memproduksi, jam kerja efektif diperoleh dari jam kerja yang tersedia dikurangi hambatan-hambatan yang terjadi selama proses produksi termasuk perbaikan dan perawatan alat.

##### 2. Hambatan yang dapat ditekan

Adalah hambatan yang terjadi karena adanya penyimpangan-penyimpangan terhadap waktu kerja yang dijadwalkan. Hambatan tersebut antara lain:

- Terlambat memulai kerja.
- Berhenti bekerja sebelum waktu istirahat.
- Terlambat bekerja setelah waktu istirahat.
- Keperluan operator.
- Berhenti bekerja lebih awal pada akhir shift.

##### 3. Hambatan yang tidak dapat ditekan

Hambatan yang tidak dapat ditekan adalah hambatan yang terjadi pada waktu jam kerja yang menyebabkan hilangnya waktu kerja dikarenakan kondisi alam atau kegiatan rutin dan harus dilaksanakan. Hambatan tersebut antara lain:

- Pindah posisi penempatan alat
- Pemeriksaan dan pemanasan alat
- Pengisian bahan bakar
- Kerusakan dan perbaikan alat di tempat
- *Rain and slipperly*
- Istirahat

Dengan mengetahui hambatan – hambatan tersebut di atas, maka dapat diketahui waktu kerja efektif. Dimana dengan berkurangnya waktu kerja efektif akan berpengaruh terhadap produksi alat mekanis tersebut.

$$W_e = W_t - (W_{hd} + W_{td})$$

Keterangan:

- $W_e$  = Waktu kerja efektif, (menit)  
 $W_t$  = Waktu yang tersedia, (menit)  
 $W_{hd}$  = Total waktu hambatan yang dapat dihindari, (menit)  
 $W_{td}$  = Total waktu hambatan yang tidak dapat dihindari, (menit)

Dengan mengetahui waktu kerja efektif, maka dapat diketahui efisiensi kerja alat mekanis.

$$E_k = \frac{W_e}{W_t} \times 100 \%$$

Keterangan:

- $E_k$  = Efisiensi kerja  
 $W_e$  = Waktu kerja efektif  
 $W_t$  = Waktu yang tersedia

## III HASIL PENELITIAN

### 3.1 Kondisi Tempat Kerja

Kegiatan penambangan berada pada Quarry PT. Riau Alam Anugerah Indonesia. Kegiatan penambangan berada pada elevasi -75 mdpl, Front

penambangan memiliki lebar loading point yang bervariasi, pada umumnya penambangan pada elevasi – 75 mdpl memiliki area yang relatif sempit, dan wilayahnya relatif datar. Lebar front penambangan berkisar antara 15 meter hingga 50 meter, dapat dilihat pada (Gambar 7).



Gambar 7  
Kondisi *Front* Penambangan

### 3.2 Jarak Pengangkutan

Jarak jalan angkut antara front penambangan batu granit pada saat penelitian berada pada elevasi – 75 mdpl dan dumping area berada pada elevasi 35,5 mdpl berjarak sejauh 2,3 kilometer.

### 3.3 Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

Densitas batu granit pada lokasi penambangan, diperoleh dari divisi engineering densitas loose 1,643 ton/m<sup>3</sup> dan densitas bank 2,608 ton/m<sup>3</sup>, serta memiliki nilai *swell factor* sebesar 0,63 dan nilai present *swell* sebesar 58,73%

### 3.4 Geometri Jalan Angkut

Berikut ini adalah hasil penelitian dari geometri jalan angkut yang ditinjau dari lebar dan grade jalan. Jalan angkut pada kegiatan penambangan batu granit ke Hopper merupakan jalan angkut dengan dua jalur. Memiliki jalur terkecil 7,9 meter (Lampiran F), Untuk lebar jalan angkut pada tikungan pada jalur penambangan batu granit ke dumping area memiliki lebar jalan tikungan terkecil 8,5 meter (Lampiran F). *Grade* jalan angkut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan kerja alat angkut dalam kegiatan pengangkutan. Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan kemiringan jalan angkut, grade terbesar bernilai 7,93% berada pada segmen C-D. Perhitungan kemiringan jalan angkut (*grade*) dapat di lihat pada (Lampiran F).

### 3.5 Waktu Edar Alat Muat dan Angkut (*Cycle Time*)

Pengamatan waktu edar alat muat dilakukan pada saat alat muat memproduksi melayani alat angkut pada front penambangan, waktu yang di peroleh merupakan waktu edar rata-rata dari 30 data alat penambangan dalam melakukan kerja Waktu edar alat muat adalah waktu edar rata-rata yang di tempuh oleh alat muat mulai dari waktu

untuk menggali (*digging time*), waktu berputar dengan muatan (*swing load*), waktu mumpahkan muatan ke vessel truck (*dumping time*), dan waktu berputar tanpa muatan (*swing empty*). Waktu edar pada alat muat 19,92 detik atau 0,332 menit Sedangkan pengamatan waktu edar (*cycle time*) alat angkut meliputi waktu mengatur posisi untuk diisi, waktu diisi muatan, waktu travel isi, waktu dumping material, dan waktu kembali travel kosong. Waktu edar dari alat angkut dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1  
Waktu Edar Alat Angkut

Alat Angkut	Waktu Edar (detik)
<i>Articulated Dump Truck</i> Caterpillar 740	16,24
<i>Articulated Dump Truck</i> Volvo A35E	16,16

### 3.6 Faktor Pengisian Mangkuk (*Bucket Fill Factor*)

Faktor pengisian (*fill factor*) merupakan suatu faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata dengan kapasitas baku dari mangkuk (*bucket*) alat muat. Kapasitas menunjang alat muat excavator *Volvo EC700CL* adalah 6 m<sup>3</sup>. Nilai *fill factor* adalah 83,3%.

### 3.7 Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

Kemampuan produksi aktual alat muat 2 unit Excavator *Volvo EC700cl* sebesar 1188,29 ton/jam dan alat angkut 4 unit Caterpillar 740 *Articulated Dumptruck* memiliki kemampuan produksi 236,99 ton/jam dan 3 unit *Volvo A35E Articulated Dumptruck* memiliki kemampuan produksi 178,55 ton/jam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2  
Produksi Alat Angkut

Tempat Kerja	Alat Muat	Produksi (ton/bulan)
Quarry elevasi -75	<i>Volvo A35E Articulated Dumptruck</i> (3)	178,55
	<i>Caterpillar 740 Articulated Dumptruck</i> (4)	236,99
<b>Total</b>	<b>415,52 ton/jam</b>	

Tabel 3  
Produksi Alat Muat

Tempat Kerja	Alat Angkut	Produksi (ton/bulan)
Quarry elevasi -75	Excavator <i>Ec700CL</i>	594,14
<b>Total</b>	<b>1 unit</b>	<b>594,14</b>

## IV PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis penyebab Tidak Tercapainya Target Produksi

Berikut ini adalah analisis dari faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dari alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan.

#### 4.1.1. Kondisi Front Penambangan

Secara keseluruhan lokasi penambangan pada Quarry sudah baik. Lebar front penambangan berkisar antara 15 meter hingga 50 meter, sehingga sudah melebihi radius putar dari alat angkut terbesar Volvo A35E Articulated Dumptruck, yang memiliki radius putar 9,048 meter.

#### 4.1.2. Geometri Jalan Angkut

##### Lebar Jalan Angkut Pada Jalan Lurus

Berdasarkan perhitungan teoritis, lebar jalan angkut lurus minimum untuk 2 jalur memiliki lebar 12,32 meter dan lebar jalan minimum untuk 1 jalur memiliki lebar 7,04 meter. Sementara untuk lebar jalan angkut terkecil dari front penambangan ke dumping point adalah 7,9 meter pada segmen J-K.

##### Lebar Jalan Angkut Pada Tikungan

Berdasarkan perhitungan teoritis, lebar jalan angkut lurus minimum untuk 2 jalur memiliki lebar 12,32 meter dan lebar jalan minimum untuk 1 jalur memiliki lebar 7,04 meter. Sementara untuk lebar jalan angkut terkecil dari front penambangan ke dumping point adalah 7,9 meter pada segmen J-K (Lampiran F). Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan kemiringan jalan angkut, jalan angkut pada front penambangan menuju dumping area terdapat satu titik yang memiliki grade 7,93% yaitu pada segmen C-D.

##### Kemiringan Jalan (*Grade*)

Grade maksimal sesuai Standar Operasional Perusahaan (SOP) adalah 10% sehingga tidak diperlukan perbaikan grade jalan angkut. Tikungan pada jalan tambang dengan lebar jalan pada tikungan sebesar 12 meter. Secara teori berdasarkan spesifikasi alat angkut, lebar jalan pada tikungan untuk dua jalur sebesar 12 meter. Sehingga lebar jalan pada tikungan saat ini sudah memenuhi syarat untuk dilalui alat angkut terbesar.

Berdasarkan pengamatan dilapangan, jalan angkut yang ada memiliki *grade* jalan maksimum sebesar 8%. Berdasarkan spesifikasi alat tanjakan maksimum sudah mampu diatasi oleh *dump truck*. Sehingga dengan demikian kemiringan jalan tersebut masih mampu diatasi oleh *dump Truck* Hino 260 JD, tetapi dengan adanya perawatan jalan agar tidak bergelombang dan membersihkan material yang jatuh di jalan dapat mempercepat waktu edar alat angkut lihat (Tabel 4).

#### 4.1.3. Faktor Pengembangan (Swell Factor)

Faktor pengembangan (swell factor) dipengaruhi oleh densitas material. Untuk densitas material dan swell factor tidak dapat dilakukan perubahan,

dikarenakan merupakan sifat bawaan dari material tersebut.

#### 4.1.4. Waktu Edar (*Cycle Time*).

Waktu edar berpengaruh terhadap produksi yang dihasilkan dari alat mekanis. Waktu edar dipengaruhi oleh kemampuan Operator dalam pengoperasian alat, kondisi *front* penambangan, dan kondisi jalan tambang yang ada. Semakin cepat waktu edar suatu alat, maka semakin banyak produksi yang dapat dihasilkan.

#### 4.1.5. Efisiensi Kerja.

Merupakan perbandingan antara waktu kerja efektif untuk bekerja dengan waktu total yang tersedia. Efisiensi kerja pada alat muat tercatat 65,33% dan efisiensi kerja pada alat angkut tercatat 63,67%.

### 4.2 Upaya Peningkatan Tercapai Target Produksi

Produksi peralatan mekanis merupakan tolak ukur yang dapat dipakai untuk menilai kerja alat mekanis, dengan semakin besarnya jam kerja efektif maka produksi akan semakin besar. Produksi muat dan angkut pada saat ini belum mampu mencapai target produksi yang diinginkan. Salah satu penyebabnya adalah rendahnya waktu kerja efektif sebagai akibat dari hambatan-hambatan yang ada, baik hambatan yang dapat dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari. Upaya untuk meningkatkan waktu kerja efektif dapat dilakukan dengan menekan waktu kendala yang terjadi pada saat waktu kerja. Upaya yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

#### 1. Hambatan yang dapat ditekan:

##### a. Terlambat Mulai Shift Kerja

Terlambatnya memulai pekerjaan pada saat produksi yang berlangsung di awal shift dikarenakan kurangnya kedisiplinan pekerja terhadap waktu kerja yang telah ditentukan dan juga waktu makan pagi yang seharusnya berada di mess dilakukan pada saat tiba di area penambangan. Kendala ini dapat di cegah dengan meningkatkan pengawasan terhadap para pekerja dan waktu makan pagi atau sore dilakukan di mess atau sebelum sampai ke lokasi kerja. Kendala ini dapat ditekan dari 2 menit/pada shift I dan shift II menjadi 0 menit/hari untuk alat gali-muat dan 10 menit/ pada shift I dan 7 menit/ pada shift II menjadi 5 menit/hari untuk alat angkut.

##### b. Berhenti Bekerja Sebelum Istirahat

Kendala ini disebabkan oleh pekerja yang berhenti bekerja lebih awal sebelum waktu istirahat yang ditentukan. Operator alat mekanis berhenti bekerja lebih awal dikarenakan cuaca yang panas dan kondisi alat pendingin kabin yang kurang berfungsi dengan baik, sehingga operator menjadi cepat lelah. Untuk mengatasi masalah ini adalah dengan memperbaiki fasilitas dari alat mekanis seperti alat pendingin kabin, supaya dapat mengurangi tingkat kelelahan operator. Perbaikan fasilitas alat mekanis

diharapkan dapat meningkatkan efisiensi kerja dari perusahaan, sehingga produksi juga dapat meningkat. Kendala ini dapat ditekan dari 27 menit/pada shift I dan 30 menit/pada shift II menjadi 13 menit/pada shift I dan 15 menit/pada shift II untuk alat gali-muat dan 30 menit/ pada shift I dan 33menit/pada shift II menjadi 18 menit/ pada shift I dan 15 menit/ pada shift II untuk alat angkut.

c. Terlambat Bekerja Setelah Istirahat

Kendala ini disebabkan oleh keterlambatan untuk memulai bekerja karena istirahat yang terlalu lama. Waktu istirahat yang terlalu lama disebabkan oleh keterlambatan dalam pendistribusian makan siang, antrian saat waktu shalat dan kurangnya akomodasi untuk mengantarkan operator menuju front kerja. Adapun upaya untuk meminimalisir kendala ini adalah dengan mendisiplinkan pendistribusian makan siang, menyediakan tempat ibadah yang lebih luas, supaya dapat mengurangi antrian saat beribadah dan akomodasi untuk operator menuju front kerja. Kendala ini dapat ditekan dari 13 menit/pada shift I dan 10 menit/pada shift II menjadi 5 menit/pada shift I dan 5 menit/pada shift II untuk alat gali-muat dan 10 menit/ pada shift I dan 8 menit/pada shift II menjadi 5 menit/ pada shift I dan 3 menit/ pada shift II untuk alat angkut.

d. Berhenti Bekerja Terlalu Awal

Kendala ini disebabkan oleh pekerja yang berhenti bekerja lebih awal sebelum waktu yang telah ditentukan. Berhentinya bekerja lebih awal dari karyawan disebabkan oleh ketidak disiplin karyawan dan karena alasan untuk menjalankan ibadah maupun kendaraan bus jemputan sudah datang. Adapun upaya yang dilakukan untuk mencegah kendala ini adalah dengan meningkatkan kesadaran karyawan akan pentingnya pencapaian target produksi, karena berdampak pada kesejahteraan dan perkembangan perusahaan. Kendala ini dapat ditekan dari 26 menit/pada shift I dan 26 menit/pada shift II menjadi 7 menit/pada shift I dan 8 menit/pada shift II untuk alat gali-muat dan 30 menit/ pada shift I dan 28 menit/pada shift II menjadi 10 menit/ pada shift I dan 10 menit/ pada shift II untuk alat angkut.

2. Hambatan yang tidak dapat ditekan:

a. Pemeriksaan dan pemanasan alat harian (P2H). Hilangnya waktu kerja yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan dan pemanasan mesin alat, sehingga alat mekanis yang digunakan bekerja dalam kondisi baik. Kegiatan ini harus dilakukan karena untuk meminimalisir kerusakan alat mekanis saat digunakan bekerja. Kerusakan alat mekanis dapat berdampak pada berkurangnya produksi dan juga pada keselamatan operator.

b. Pengisian Bahan Bakar Mesin (BBM).

Hilangnya waktu kerja yang digunakan untuk melakukan pengisian BBM, sehingga alat mekanis

yang digunakan tidak kehabisan bahan bakar saat kegiatan penambangan.

c. Pemindahan posisi alat.

Waktu yang digunakan operator untuk berpindah dan menempatkan posisi alat dari tempat parkir alat ke area kerja. Jarak yang cukup jauh dan kemampuan mobilitas alat sangat berpengaruh untuk kendala ini. Mobilitas alat muat lebih kecil dibandingkan dengan alat angkut, sehingga alat muat membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menempatkan posisi di area kerja.

d. Pengisian *grease*.

*Grease* merupakan pelumas yang memiliki kekentalan tinggi biasanya di sebut gemuk. Waktu yang digunakan untuk pengisian *grease* pada alat gali-muat dan alat angkut. Sehingga alat mekanis yang digunakan bekerja dalam kondisi baik, kegiatan ini merupakan SOP perusahaan bertujuan agar alat mekanis yang digunakan dapat diminimalisir kerusakan pada alat mekanis.

Dalam menentukan efisiensi alat yang baik untuk upaya meningkatkan produksi sesuai yang diinginkan maka perlu dianalisis menggunakan dua cara yaitu dengan menggunakan peningkatan waktu kerja efektif terendah dimana waktu yang dapat ditekan diambil yang terendah. cara ini akan dinilai apakah waktu yang digunakan telah efisien dalam peningkatan jumlah produksi batubara pada blok selatan.

Tabel 4  
Peningkatan Efisiensi Kerja Alat

JENIS ALAT	Excavator				ArticulatedDumpTruck			
	WAKTU TERSEDIA (menit/hari)							
	1200		1200		1200		1200	
	shift I	shift II	shift I	shift II	shift I	shift II	shift I	shift II
Hambatan yang dapat dihindari	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Terlambat memulai shift kerja	2	2	0	0	10	7	5	5
Berhenti bekerja sebelum waktu istirahat	27	30	13	15	30	33	18	15
Terlambat bekerja setelah istirahat	13	10	5	5	10	8	5	3
Berhenti bekerja terlalu awal	26	26	7	8	30	28	10	10
<b>Jumlah (menit/shift )</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>80</b>	<b>76</b>	<b>38</b>	<b>33</b>
<b>Jumlah (menit/hari)</b>	<b>136</b>		<b>53</b>		<b>156</b>		<b>71</b>	
Hambatan yang tidak dapat dihindari	shift I	shift II	shift I	shift II	shift I	shift II	shift I	shift II
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
pemeriksaan alat & pemanasan alat	35	35	35	35	35	35	35	35
Pengisian BBM	25	25	25	25	25	25	25	25
Pemindahan posisi alat	15	15	15	15	15	15	15	15
Pengisian Grease	10	0	10	0	10	0	10	0
istirahat	60	60	60	60	60	60	60	60
<b>Jumlah (menit/shift )</b>	<b>145</b>	<b>135</b>	<b>145</b>	<b>135</b>	<b>145</b>	<b>135</b>	<b>145</b>	<b>135</b>
<b>Jumlah (menit/hari)</b>	<b>280</b>		<b>280</b>		<b>280</b>		<b>280</b>	
<b>Waktu kerja efektif (menit/hari)</b>	<b>784</b>		<b>867</b>		<b>764</b>		<b>849</b>	
<b>Efisiensi Kerja (%)</b>	<b>65,33</b>		<b>72,25</b>		<b>63,67</b>		<b>70,75</b>	

Pengoptimalan Waktu Edar

Waktu edar alat mekanis sangat berpengaruh dalam produksi yang dapat dihasilkan oleh alat mekanis tersebut. Waktu edar alat gali-muat dan alat angkut saat ini belum optimal sehingga belum mampu mencapai target produksi yang telah direncanakan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan waktu edar alat muat dan alat angkut adalah dengan mengevaluasi waktu edar alat muat dan alat angkut pada bagian-bagiannya.

a. Pengoptimalan Waktu Edar Alat Muat.

Waktu edar alat muat ini masih bias dioptimalkan untuk mencapai target produksi yang direncanakan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan

waktu edar alat muat antara lain saat mengayun sudut ayun diusahakan untuk tidak terlalu besar. Perbaikan dilakukan dengan cara mencari modus dari tiap kegiatan. Hasil perbaikan waktu edar alat muat dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5  
Waktu Edar Alat Muat Sebelum dan Sesudah Dioptimalkan

No	Kegiatan	Waktu Edar (detik)	
		Sebelum	Sesudah
1	Waktu menggali	7,9	7,9
2	Waktu mengayun (isi)	4,36	3
3	Waktu menumpahkan	3,7	3,7
4	Waktu mengayun (kosong)	3,96	3
Total (Detik)		19,92	17,6
Total (Menit)		0,332	0,293333

#### b. Pengoptimalan Waktu Edar Alat Angkut.

Waktu edar alat angkut terdiri dari waktu mengambil posisi siap dimuat, waktu pengisian muatan, waktu mengangkut muatan, waktu mengambil posisi penumpahan, waktu penumpahan material, dan waktu kembali kosong. Waktu edar alat angkut ini masih bias dioptimalkan untuk mencapai target produksi yang direncanakan. Upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan waktu edar alat angkut antara lain memperbaiki jalan yang bergelombang dan membersihkan loading point karena material yang jatuh saat kegiatan diisi muatan dengan alat bantu alat mekanis wheel loader. Perbaikan dilakukan dengan cara mencari modus dari tiap kegiatan. Dengan menggunakan waktu kerja efektif yang terendah maka efektifitas waktu kerja akan meningkat.

Tabel 6  
Waktu Edar Alat Angkut Sebelum dan Sesudah Dioptimalkan

No.	Kegiatan	Waktu Edar (detik)			
		Sebelum		Sesudah	
		CAT 740	A 35 E	CAT 740	A 35 E
1	Waktu mengambil posisi siap dimuat	50,96	28,33	14	26
2	Waktu pengisian	110,6	105,2	88	88
3	Waktu mengangkut muatan	471,63	491,7	471,63	491,7
4	Waktu mengambil posisi siap penumpahan	20,03	28,3	16	26
5	Waktu penumpahan	23,6	23,83	23,6	23,83
6	Waktu kembali kosong	297,67	292,73	297,67	292,733
Total (Detik)		974,49	970,09	910,903	948,263
Total (Menit)		16,24	16,16	15,18	15,8

### 4.3 Kemampuan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Setelah Perbaikan Waktu edar dan Waktu kerja Efektif

Kemampuan produksi alat gali-muat dan alat angkut setelah dilakukan perbaikan terhadap waktu kerja efektif, waktu edar alat muat dan waktu edar pada alat angkut akan meningkatkan produksi batu granit yang dihasilkan dari rangkaian kerja dari 1 unit Excavator Volvo Ec700CL dikombinasikan dengan 4 unit Caterpillar 740 *Articulated Dump Truck* dan 1 unit Excavator Volvo Ec700CL dikombinasikan dengan 3 unit Volvo A35E *Articulated Dump Truck*. Dapat dilihat pada Tabel 7 perhitungan secara rinci.

Tabel 7  
Kemampuan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Setelah Perbaikan Waktu Edar dan Waktu Kerja Efektif

No	Jenis Alat	Produksi (ton/jam)	
		Sebelum	Sesudah
1	Excavator EC700cl	1188,29	1489,06
2	Caterpillar 740 ArticulatedDumpTruck	236,99	281,73
3	Volvo A35E ArticulatedDumpTruck	178,55	202,97
Total Produksi dari Alat Angkut		415,55	484,7

## V. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil dari perhitungan dan pembahasan uraian materi yang dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

- Produksi penambangan batu granit pada PT Riau Alam Anugerah Indonesia untuk 2 unit Excavator 1188,29 ton/jam untuk alat angkut 4 unit Articulateddumptruck Caterpillar 740 dan 3 unit Articulateddumptruck Volvo A35E berproduksi 415,55 ton/jam.
- Faktor penyebab belum tercapainya 480 ton/jam yaitu kurang optimalnya waktu kerja efektif dan waktu edar alat muat dan alat angkut.
- Upaya peningkatan produksi dapat dilakukan dengan beberapa cara:
  - Meningkatkan efisiensi kerja dengan meminimalkan waktu hambatan kerja yang dapat dihindari. Sehingga diperoleh efisiensi kerja alat muat meningkat dari 65,3% menjadi 72,25% dan alat angkut meningkat dari 63,67% menjadi 70,75%
  - Melakukan pengoptimalan waktu edar alat muat dengan mengurangi sudut swing, Melakukan pengoptimalan waktu edar alat angkut dengan membersihkan loading point dan meningkatkan waktu kerja efektif, kemampuan produksi alat muat meningkat menjadi 744,53 ton/jam dan alat angkut menjadi 484,7 ton/jam.



## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan, adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan pengawasan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan untuk mencegah terjadinya waktu hambatan yang terjadi selama berkerja yaitu dengan menerapkan disiplin bagi operator yang melanggar peraturan sehingga waktu kerja efektif dapat berjalan seperti yang diharapkan.
2. Menjaga swing angle excavator pada sudut optimal  $45^{\circ}$  dan dilakukan perbaikan loading point dengan memaksimalkan kerja bulldozer agar dapat mengoptimalkan waktu edar sehingga produksi lebih maksimal.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- Caterpillar, 2016, Caterpillar Performance Handbook, Edition 46. Peoria, Illinois, U.S.A
- Hustrulid, W. and M. Kuchta. 1998. Open Pit Mine and Design, Vol 1: Fundamentals. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Tannant, Dwayne D. And Bruce Regensburg, 2001. Guidelines for mine haul road design, School of Engineering University of British Columbia.
- Volvo, 2010, Volvo Construction Equipment Handbook, Volvo Global Marketing. Volvo Ltd.
- Waterman Sulistyana. 2016. Perencanaan Tambang. Yogyakarta: Prodi Teknik Pertambangan, UPN "V" Yogyakarta.
- Yanto Indonesianto. 2014. Pemindahan Tanah Mekanis. Program Studi Teknik Pertambangan, UPN "V" Yogyakarta.