

PENERAPAN TEORI ANTRIAN PADA SISTEM PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT DI TAMBANG ANDESIT PT. BUKIT LABU MINING

Greace Yuni Octavia¹⁾, Sutarto Yosomulyono²⁾, Yoga Herlambang³⁾

¹⁾Mahasiswa, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura, Pontianak

^{2,3)}Dosen, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Tanjungpura, Pontianak

gresoctavia@gmail.com

Abstrak

PT. Bukit Labu Mining adalah salah satu Perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan andesit di Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat. Di dalam proses pertambangan terdapat waktu tunggu dilokasi *loading point* dan lokasi *crusher* sehingga menyebabkan target produksi 225 ton/hari tidak tercapai. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis penyebab terjadinya antrian alat angkut dan menyelesaikan permasalahan antrian dengan melakukan penerapan teori antrian. Metode yang digunakan dalam menganalisis permasalahan adalah dengan cara mengitung waktu tunggu kemudian melakukan perhitungan dengan teori antrian. Hasil yang diharapkan adalah memperkecil waktu tunggu di lokasi *loading point* dan *crusher*, dan mengetahui tingkat kedatangan *dumpruck* di tahap pengangkutan dan penumpahan material sehingga waktu kerja efektif dapat bertambah dan target produksi tercapai. Upaya yang pertama adalah menganalisis fragmentasi batuan menjadi <5% dan mengganti *excavator* dengan kapasitas bucket lebih besar yaitu 1,2 m³. Setelah dilakukan beberapa upaya tersebut, target produksi 225 ton/hari dapat tercapai.

Kata kunci: Andesit, Teori Antrian, Tahap Pertambangan

Abstract

[Title : Application Of The Queue Theory In The Production System Of Equipment And Lift Tools In Mines Andesit Pt. Bukit Labu Mining] PT. Bukit Labu Mining is one of the companies engaged in andesite mining in Sintang District, West Kalimantan Province. In the mining process there is a waiting time at the location of the loading point and the location of the crusher so that the production target of 225 tons / day is not reached. The purpose of this study was to analyze the causes of the queue of transportation equipment and solve the queue problem by applying the queuing theory. The method used in analyzing the problem is by calculating the waiting time and then doing calculations with queuing theory. The expected results are to reduce the waiting time at the loading point and crusher location, and to know the arrival rate of the dumper truck at the stage of material transport and shedding so that the effective working time can be increased and the production target achieved. The first attempt was to analyze rock fragmentation to <5% and replace excavators with a larger bucket capacity of 1.2 m³. After several efforts were made, the production target of 225 tons / day can be achieved.

Keywords: Andesite, Queuing Theory, Mining Stage.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Bukit Labu Mining adalah salah satu Perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan andesit di Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat dengan wilayah Izin Usaha Penambangan (IUP) Operasi Produksi seluas 3 Ha. PT Bukit Labu Mining melakukan kegiatan pengangkutan batu andesit hasil peledakan maupun hasil pecahan dari alat pemecah batuan (Rock Breaker) di loading point menggunakan alat muat tipe Excavator Hitachi PC 210 sebanyak 1 buah dan alat angkut tipe Dumptruck Ragasa PS 100 1 unit dan Dumptruck Ragasa PS 210 1 unit. Setelah itu alat angkut mengangkut batu andesit ke lokasi pengolahan (lokasi crushing) untuk direduksi ukurannya. Target produksi batu andesit adalah sebesar 225 ton/hari. Namun pada saat ini produksi yang dihasilkan oleh alat-alat mekanis yang ada hanya mencapai 172,8 ton/hari sehingga target produksi yang diinginkan mengalami kekurangan produksi batu andesit sebanyak 52,2 ton/hari. Untuk meningkatkan target produksi yang diharapkan maka perlu dilakukan upaya peningkatan kemampuan kerja alat-alat mekanis yang ada. Salah satu penyebab rendahnya kemampuan produksi alat mekanis saat ini disebabkan oleh berkurangnya waktu kerja efektif, sehingga efisiensi kerja menurun hal ini disebabkan oleh adanya waktu hambatan pada saat jam kerja. Dan kemudian terjadi antrian terutama pada alat angkut di lokasi loading point.

Untuk mengatasi hal ini maka perlu diadakan penjadwalan pelayanan keberangkatan dan kedatangan agar alat muat dan alat angkut dapat bekerja secara efektif. Maka untuk mengetahui sejauh mana kondisi diatas dapat teratasi maka dilakukan suatu analisa yang tepat dan akurat yakni salah satunya dengan menggunakan Metode Antrian.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang terjadi di area penambangan adalah penyebab terjadinya antrian atau barisan menunggu di lokasi penambangan dan upaya mengurangi penyebab antrian yang terjadi di alat angkut Ragasa PS 100 dan Ragasa PS 120.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penyebab terjadinya antrian alat angkut Ragasa PS 100 dan Ragasa PS 120 dan dapat menyelesaikan permasalahan antrian

dengan melakukan penerapan teori antrian agar target produksi alat angkut dapat tercapai.

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah hanya dilakukan pada alat muat dan alat angkut, dilakukan pada kemungkinan terjadinya antrian atau barisan menunggu di lokasi loading point dan lokasi crushing dan analisa pada perhitungan tidak memperhitungkan faktor ekonomi (biaya/cost).

1.5 Manfaat Penelitian

Bagi mahasiswa adalah mampu mengaplikasikan teori antrian sesuai kondisi di lapangan sehingga dapat merekomendasikan alternatif perbaikan. Bagi perusahaan sebagai bahan rekomendasi bagi perusahaan tentang efektivitas alat muat dan alat angkut untuk meningkatkan produksi batu andesit perusahaan.

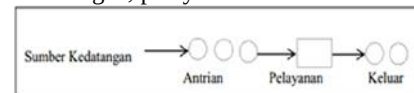
2. Tinjauan Pustaka

2.1 Teori Antrian

Teori antrian adalah teori yang menyangkut studi matematis dari antrian atau baris penungguan. Teori antrian berkenaan dengan seluruh aspek dari situasi pelanggan (baik orang maupun barang) harus antri untuk mendapatkan suatu layanan. Sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan, dan aturan yang mengatur kedatangan para pelanggan. Keadaan sistem menunjuk pada jumlah pelanggan yang berada dalam suatu fasilitas pelayanan, termasuk dalam antriannya. Tujuan penggunaan teori antrian adalah untuk merancang fasilitas pelayanan, dalam mengatasi permintaan pelayanan yang berfluktuasi secara random dan menjaga keseimbangan antara biaya (waktu menganggur) pelayanan dan biaya (waktu) yang diperlukan selama antrian. (Subagyo, 1983)

2.2 Komponen Sistem Antrian

Komponen dasar proses antrian adalah kedatangan, pelayanan dan antri.



Sumber : Siagian, 2006

a. Faktor-faktor penting dalam pengembangan model antrian :

1. Sumber Masukan

Unit masukan dari sebuah system diperoleh dari beberapa populasi. Populasi ini bisa tidak terbatas dan bisa pula terbatas ukurannya.

Kedatangan pelanggan biasanya dicirikan oleh adanya waktu edar antar kedatangan (interarrival time), yakni waktu antar kedatangan dari pelanggan secara berturut-turut pada suatu fasilitas pelayanan. Tingkat kedatangan itu dapat diketahui secara pasti (deterministic), atau berupa suatu variable acak yang distribusi probabilitasnya telah diketahui (Siagian,2006).

2. Disiplin Pelayanan

Disiplin pelayanan adalah suatu aturan dimana para pelanggan dilayani. Tipe aturan antrian terdiri dari:

FIFO (First In First Out) aturan yang mendasar pada yang pertama masuk, pertama keluar atau pertama datang pertama yang akan dilayani (First come first served). aturan ini umum digunakan pada pemindahan tanah. LIFO (Last In First Out) aturan pelayanan yang mendasarkan pada pelanggan yang terakhir masuk pertama keluar. SIRO (Service In Random Order) aturan pelayanan dalam urutan acak. PRI (Priority Disciplines) aturan pelayanan berdasarkan prioritas. (Siagian,2006)

2.3 Mekanisme Pelayanan

Berdasarkan mekanisme pelayanannya sistem antrian dapat dibedakan menjadi:

Pelayanan tunggal (single server): Model antrian yang hanya memiliki satu fasilitas pelayanan.

Model ini merupakan konfigurasi dasar model antrian dan akan menjadi dasar bagi pembahasan sistem-sistem lainnya. Sistem antrian dengan pelayanan parallel Model antrian apabila fasilitas pelayanannya lebih dari satu dan disusun secara berjajar, artinya sejumlah pelanggan bisa dilayani oleh sejumlah fasilitas secara bersamaan.

Sistem antrian pelayanan seri : Model antrian apabila fasilitas pelayanannya lebih dari satu yang disusun secara berurutan, artinya pelanggan dalam fasilitas pelayanan akan dilayani secara bertahap (Carmichael, 1987).

2.4 Notasi Antrian

Prinsip notasi-notasi untuk model-model antrian ini adalah :

λ = tingkat pelayanan rata-rata dalam satu sistem, unit /jam

μ = tingkat pelayanan alat muat, unit /jam

L_q = rata-rata jumlah alat angkut menunggu dalam antrian, unit

Θ = yang terlayani dalam keluaran sistem, unit/jam

K = jumlah alat angkut, unit

M = tahap-tahap dalam antrian

η = tingkat kesibukan, %

n = jumlah alat angkut dalam sistem pada suatu waktu, unit

C_t = waktu edar alat, jam

N = jumlah alat angkut 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, jam

W_q = rata-rata waktu tunggu dalam antrian, jam

P_n = probabilitas jumlah n alat angkut dalam sistem antrian.

P_o = probabilitas tidak ada alat angkut dalam sistem

(Carmichael, 1987)

2.5 Perhitungan Teori Antrian

a. Penentuan Jumlah Kemungkinan Keadaan

Untuk perluasan model antrian putaran tiap-tiap tahap dapat dianggap sama, seperti keadaan untuk seluruh sistem putaran yang dapat ditunjukkan dengan $(n_1, n_2, \dots, n_M)$ dimana, n_1 unit alat angkut pada tahap 1, ada n_2 unit alat angkut dalam tahap 2 dan seterusnya hingga tahap M .

$$\binom{K+M-1}{K} = \frac{(K+M-1)!}{(M-1)!K!}$$

(Carmichael, 1987)

Keterangan :

K = Jumlah alat angkut

M = Tahap-tahap dalam antrian

b. Probabilitas keadaan antrian putaran

Bila ada 4 tahap dengan K alat angkut dapat dihitung dengan rumus :

$$P(n_1, n_2, n_3, n_4) = \frac{m_1^{K-n_1}}{n_2!m_2^{n_2} m_3^{n_3} n_4!m_4^{n_4}} P(K, 0, 0, 0)$$

(Carmichael, 1987)

Keterangan :

μ = tingkat pelayanan alat muat, unit /jam

n = jumlah alat angkut dalam sistem pada suatu waktu, unit

c. Rata- rata jumlah dump truck yang menunggu dalam antrian

Tahap 1 : Yaitu pada saat Dump Truck menunggu untuk dimuati Backhoe dengan ketentuan keadaan $n_1 > 1$ (Tabel kolom kedua) sehingga rata-rata Dump Truck yang menunggu pada Backhoe:

$$L_{q1} = 1 \times \Sigma (\text{probabilitas keadaan } n_1 > 1)$$

(Carmichael, 1987)

Tahap 3 : Yaitu pada saat Dump Truck menunggu untuk menumpahkan muatan ke unit penimbunan, dengan ketentuan keadaan $n_3 > 1$

(Tabel kolom kedua), sehingga rata-rata Dump Truck yang menunggu untuk menumpahkan muatan adalah :

$Lq3 = 1 \times \Sigma$ (probabilitas keadaan $n3 > 1$)
(Carmichael, 1987)

d. Rata-rata Waktu Tunggu Dump Truck Dalam Antrian

Tingkat kesibukan sebuah Backhoe dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\eta_1 = 1 - \Sigma P(0, n2, n3, n4)$$

(Carmichael, 1987)

Jumlah pelanggan yang dapat terlayani pada tiap-tiap tahapnya adalah :

$$q_i = h_i m_i$$

(Carmichael, 1987)

Untuk proses antrian yang mendasarkan kesetimbangan, harga Q harus sama tiap tahap.

e. Waktu sebuah alat angkut antri dalam tahap i adalah :

$$Wqi = \frac{Lqi}{q}$$

(Carmichael, 1987)

Keterangan :

Wq = rata-rata waktu tunggu dalam antrian, jam
 Lq = rata-rata jumlah alat angkut menunggu dalam antrian, unit
 Θ = yang terlayani dalam keluaran sistem, unit/jam

f. Total waktu edar dan tingkat kedatangan dumptruck

Perhitungan waktu edar alat angkut tanpa waktu antri (tunggu) dapat diperoleh sebagai berikut :

$$CTt = (1/\mu_1 + 1/\mu_2 + 1/\mu_3 + 1/\mu_4)$$

(Carmichael, 1987)

Berdasarkan penerapan teori antrian maka total waktu edar alat angkut setiap ritnya akan menjadi:

$$\text{total } CTt = (1/\mu_1 + 1/\mu_2 + 1/\mu_3 + 1/\mu_4 + Wq1 + Wq3)$$

(Carmichael, 1987)

Sehingga tingkat kedatangan tiap unit Dump Truck dalam satu jam baik di front penambangan maupun di unit penimbunan adalah:

$$\lambda = \lambda_1 = \lambda_3 = \frac{1}{CTt} \times 60$$

(Carmichael, 1987)

2.6 Produksi Alat Mekanis

Produksi alat mekanis dapat digunakan untuk menilai kinerja dari alat gali-muat dan alat angkut. Semakin baik tingkat penggunaan alat maka semakin besar produksi yang dihasilkan alat tersebut :

a. Produksi Alat Gali Muat

Perhitungan untuk produksi alat muat adalah:

$$Pm = \frac{60}{Ctm} \times Cam \times BFF \times E \times Sf$$

(Prodjosumarto, 2002)

b. Poduksi Alat Angkut

$$Pa = Na \times \frac{60}{Cta} \times CaxE \times Sf$$

(Prodjosumarto, 2002)

Keterangan :

Pa = Kemampuan produksi alat angkut (LCM/jam).

Na = Jumlah alat angkut (unit).

Cta = Waktu edar alat angkut (menit).

Ca = Kapasitas bak alat angkut (m3).

$$= n \times Cam \times BFF$$

n = Jumlah pengisian bucket alat muat untuk penuh bak alat angkut.

Cam = Kapasitas mangkuk alat muat (m3).

BFF = Bucket Fill Factor (%)

E = Effisiensi kerja (%).

Sf = Swell factor.

3. Metode Penelitian

3.1. Metode Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap Persiapan

Melakukan pengamatan terhadap kegiatan yang berkaitan dengan rumusan masalah yang ada, seperti penyebab antrian di loading point. Mengamati keadaan lokasi penelitian seperti kondisi cuaca secara keseluruhan. Menentukan lokasi tempat pengamatan termasuk tempat pengambilan sampel material pada daerah-daerah tertentu dan dapat menyesuaikan dengan rumusan masalah agar penelitian yang dilakukan tidak meluas dan data yang diambil dapat digunakan secara efektif.

2. Tahap Pengambilan Data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data berupa data primer dan data sekunder yang berkaitan dengan penelitian.

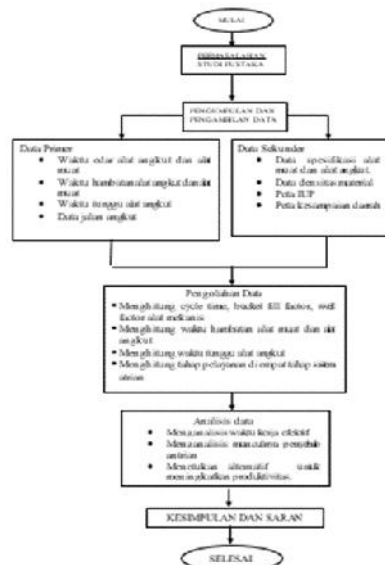
3.2. Teknik Pengolahan Data

Metode yang digunakan dalam kegiatan penelitian adalah metode deskriptif yaitu dengan cara mendeskripsikan keadaan objek

penelitian dan dapat memecahkan masalah dengan menggunakan perhitungan untuk meningkatkan produksi.

Pengolahan data merupakan proses lanjutan setelah data primer dan sekunder diterima. Pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan-perhitungan secara teoritis, kemudian direalisasikan dalam bentuk perhitungan kemudian data yang diambil dilakukan pengolahan data menggunakan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel.

Dalam penelitian ini di titik fokuskan pada lokasi loading point dan lokasi crushing sebagai titik penelitian karena terdapat antrian dumptruck.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Alat gali muat yang digunakan pada kegiatan pemuatan batu andesit adalah 1 unit Excavator Hitachi PC 210 MF-56. Sedangkan alat angkut yang digunakan untuk pengangkutan batu andesit adalah 1 unit Dumptruck Ragasa PS 100 dan 1 unit Dumptruck Ragasa PS 120. Peralatan tersebut digunakan untuk keberhasilan produksi dalam memuat dan mengangkut batu andesit sehingga produksi dapat tercapai sesuai target produksi.

4.1.2 Penentuan Model Sistem Antrian

Jumlah fasilitas pelayanan yaitu excavator sebanyak 1 unit melayani dumptruck sebanyak 2 unit, maka berdasarkan pengamatan dilapangan mekanisme pelayanan yang

diterapkan merupakan system antrian pelayanan tunggal (single server) dengan kapasitas terbatas yaitu 2 unit dumptruck dengan sistem kerjanya terdiri dari 4 (empat) tahap yang berulang-ulang sehingga untuk perhitungannya menggunakan model antrian putaran (tertutup).

Penentuan waktu dan tingkat pelayanan rata-rata pada teori antrian terbagi menjadi 4 (empat) tahap yaitu :

- 1) Tahap 1 yaitu tahap pelayanan backhoe untuk memuat material ke dumptruck.
- 2) Tahap 2 yaitu merupakan tahap pelayanan sendiri yaitu tahap dimana dumptruck dalam perjalanan untuk mengangkut material menuju lokasi crushing.
- 3) Tahap 3 yaitu merupakan tahap pelayanan sendiri yaitu tahap dimana dumptruck menumpahkan material pada hopper.
- 4) Tahap 4 yaitu merupakan tahap pelayanan sendiri yaitu tahap dimana dumptruck dalam perjalanan kembali ke loading point.

4.1.3 Penentuan Jumlah Kemungkinan Keadaan

$$\binom{2+4-1}{2} = \frac{(2+4-1)!}{(2-1)!2!} = 10$$

Jadi ada 10 kemungkinan keadaan antrian yang akan terjadi jika terdapat 2 truk diantara 4 (empat) tahap tersebut.

4.1.4 Probabilitas Keadaan Sistem Antrian

$$P(2, 0, 0, 0) = \frac{0,20^{2-1}}{0,0,20^1 0,15^0 0,23^0} P(2,0,0,0) = 1,000$$

Tabel 1. Probabilitas Keadaan Sistem Antrian

No	Keadaan				Koefisien	Probabilitas
	n1	n2	n3	n4		
1	2	0	0	0	1,000	0,102
2	1	1	0	0	0,945	0,096
3	0	1	1	0	1,236	0,126
4	0	0	1	1	1,114	0,113
5	0	0	0	2	0,363	0,037
6	1	0	1	0	1,308	0,133
7	0	1	0	1	0,805	0,082
8	0	2	0	0	0,446	0,045
9	0	0	2	0	1,711	0,174
10	1	0	0	1	0,852	0,087
Jumlah					9,783	1,000

Dari tabel jumlah koefesien dari seluruh keadaan sistem adalah 9,783 maka untuk probabilitas keadaan : $P(2,0,0,0) = 1/9,783 = 0,102$

Sebagai pedoman, bahwa jumlah total nilai dari probabilitas-probabilitas keadaan (tabel kolom terakhir) sama dengan 1 (satu).

4.1.5 Rata-rata Jumlah Dumptruck yang Menunggu Dalam Antrian

Lq1 sebesar 0,102 dumptruk/jam dan Lq3 sebesar 0,174

4.1.6 Rata-rata Waktu Tunggu Dumptruck dalam Antrian

Tingkat kesibukan backhoe pada operasi penambangan sebesar 42,38 %

Karena operasi pemuatan ada pada tahap 1, maka jumlah *dump truck* yang dapat dilayani pada tahap ini adalah :

$$\begin{aligned}\theta_1 &= h_1 \times m_1 \\ &= (42,38\%) \times (11,89 \text{ truk/jam}) \\ &= 5,04 \text{ truk/jam} \approx 5 \text{ truk/jam untuk tahap 2, 3 dan 4, harga } \theta \text{ diasumsikan sama, sehingga :} \\ \theta_1 &= \theta_2 = \theta_3 = \theta_4\end{aligned}$$

4.1.7 Waktu Sebuah Alat Angkut Antri Dalam Tahap I

Rata-rata waktu tunggu Dump Truck dalam antrian pada Backhoe adalah Wq_1 sebesar 1,24 menit dan dump truck di unit crusher sebesar 2,057 menit.

4.1.8 Total waktu edar dan tingkat kedatangan dumptruck

Perhitungan waktu edar alat angkut tanpa waktu antri (tunggu) dapat diperoleh sebesar 0,34 jam/truk. Berdasarkan penerapan teori antrian maka total waktu edar alat angkut setiap ritnya sebesar 23,82 menit/truk.

4.1.9 Tingkat Kedatangan dump truck dalam satu jam

Tingkat kedatangan tiap unit Dump Truck dalam satu jam baik di front penambangan maupun di unit penimbunan adalah 2 truk/jam.

4.1.10 Total Waktu Edar Alat Angkut

Total waktu edar alat angkut adalah jumlah waktu edar alat angkut pada tahap 1, tahap 2, tahap 3 dan tahap 4. Total waktu edar setelah diterapkan teori antrian yaitu sebesar 25,03 menit.

4.1.11 Produksi Alat Mekanis

1. Produksi Alat Gali Muat

Berdasarkan perhitungan produksi pemuatan batu andesit dan memilih batu andesit ukuran boulder untuk alat gali muat yaitu sebesar 1464 ton/hari.

2. Produksi Alat Angkut

Berdasarkan perhitungan produksi pengangkutan batu andesit untuk alat angkut yaitu sebesar 172,8 ton/hari.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Faktor-faktor yang Menyebabkan Terjadinya Antrian Alat Angkut

1) Kegiatan Pemuatan

Kegiatan pemuatan batu andesit ke dumptruck dilakukan oleh backhoe sebanyak 1 unit. Namun dalam kegiatan pemuatan ini backhoe tidak hanya memuat batu andesit ke dumptruck tetapi juga memilih batu andesit yang ukurannya masih besar untuk di pecahkan menggunakan Rock Breaker, sehingga produktifitas backhoe dalam melakukan pemuatan batu andesit tidak dapat maksimal.

2) Dumptruck disini melakukan penumpahan material langsung pada hopper, sedangkan kondisi hopper yang sering mengalami batu sangkut sehingga membuat dumptruck lama mengantri untuk menumpahkan material ke hopper membuat dumptruck harus menunggu hopper tersebut kosong jika isi hopper sudah kosong maka dumptruck selanjutnya bisa untuk menumpahkan material ke hopper. Ini salah satu yang menyebabkan adanya waktu tunggu yang cukup lama di lokasi crushing.



Gambar 2. Tahap Terjadi Antrian

4.2.2 Upaya Peningkatan Produksi

Adapun alternatif yang dilakukan untuk meningkatkan sasaran produksi pada alat angkut adalah :

1) Menganalisis proses peledakan batuan

Tujuan peledakan adalah untuk melepaskan batuan andesit dari batuan induknya dengan fragmentasi sesuai yang diinginkan, sangat berpengaruh untuk ukuran batuan yang akan dihasilkan. Fragmentasi dapat diperbaiki dengan menerapkan tahap berikut : Mengurangi jarak spacing dan mengurangi jarak Burden.

Tabel 2. Perbandingan Fragmentasi Geometri Peledakan

No	Kondisi	Aktual	Sesudah
1	a. Burden	3,5 m	3 m
	b. Spacing	1 m	1,5 m
	c. Stemming	2 m	2 m
	d. Subchilling	1 m	1 m
	e. Kedalaman lubang ledak	12 m	12 m
	f. Jumlah lubang ledak	>5	>8
2	Fragmentasi	8,52 %	4,25 %

Berdasarkan pada perhitungan teori antrian didapatkan waktu edar alat angkut sebesar 17,64 menit, sehingga kemampuan produksi alat angkut yang diperoleh sebesar 270,18 ton/hari, sehingga telah memenuhi target produksi.

2) Mengganti alat muat (dengan kapasitas bucket lebih besar)

Alat muat excavator Hitachi PC 210 memiliki kapasitas 0,8 m3 dilapangan terdapat dua alat muat 1 Excavator Backhoe PC 300 dengan kapasitas bucket 1,2 m3 dan excavator Hitachi PC 210 dengan kapasitas bucket 0,8 m3. Sehingga didapatkan perhitungan teori antrian sebesar 18,48 menit dan kemampuan produksi alat angkut yang diperoleh adalah 251,99 ton/hari belum memenuhi target produksi.

3) Meningkatkan waktu kerja efektif alat Untuk meningkatkan waktu kerja efektif dilakukan cara-cara sebagai berikut: Perusahaan dapat melakukan pengawasan terhadap jam kerja operator dengan ketat, dengan cara jika operator dengan sengaja melalaikan pekerjaannya pada jam kerja dikenai sanksi tertentu, sehingga akan membuat operator lebih disiplin terhadap waktu kerja. Suku cadang yang sulit dijangkau harus selalu tersedia dan perusahaan harus menyiapkan beberapa ahli mekanik agar proses perbaikan dapat dilakukan lebih cepat dari biasanya.

Tabel 3. Peningkatan produktivitas alat angkut

No	Produksi Dan Waktu Eder Alat Angkut	Sebelum	Sesudah Alternatif I	Sesudah Alternatif II
1	Produktivitas alat angkut	170,8 ton/hari	270,18 ton/hari	251,99 ton/hari
2	Waktu edar alat angkut	23,82 menit	17,64 menit	18,48 menit

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Penyebab waktu antrian dalam proses pemuatan batu andesit ke dalam dumptruck, karena excavator juga memilih batu andesit yang ukurannya masih besar untuk dipecahkan menggunakan Rock Breaker dan dilokasi crushing hopper yang sering mengalami batu sangkut dan menyebabkan batu menumpuk dihopper sehingga menyebabkan dumptruck mengantri.
2. Kemudian setelah diterapkan teori antrian dapat diketahui waktu antrian yang mengantri sebesar 23,82 menit dan dapat diketahui tingkat kedatangan dumptruck perjam adalah 2 dumptruck/jam.

3. Untuk mencapai target produksi sebesar 225 ton/hari dapat dilakukan dengan melakukan alternatif I yaitu menganalisis proses peledakan, dengan melakukan analisis fragmentasi, ukuran lubang ledak dan bahan peledakan yang digunakan sehingga dapat menghasilkan ukuran batuan yang lebih kecil, setelah dilakukan perbaikan maka produksi meningkat menjadi 270,18 ton/hari.
4. Solusi alternatif kedua adalah mengganti alat muat dengan kapasitas bucket yang lebih besar, dengan meningkatkan kapasitas bucket alat muat produksi dapat meningkat menjadi 251,99 ton/hari.
5. Untuk meminimalisir hambatan yang dapat dihindari dengan cara memperbaiki system kerja perusahaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing I, Bapak Ir. Sutarto, M.T., Dosen Pembimbing II, Bapak Yoga Herlambang, S.T., M.T., Dosen Penguji I Bapak Ir. Syahrudin, M.T., Dosen Penguji II Bapak Budhi Purwoko, S.T., M.T., yang penuh kesabaran dan tak henti-hentinya memberikan saran, arahan, bimbingan dan nasehat kepada penulis dalam penulisan skripsi ini. Serta Pimpinan dan segenap staff di PT. Bukit Labu Mining yang telah memberikan kesempatan serta bimbingan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Carmichael, D.G. 1987, "**Engineering Queues In Contruction and Mining**", **Departemen of Civil Engineering, University of Westren Australia.**
- Hustrulid, William, 1998, "**Open Pit Mine Planning & Design**", **Colorado School of Mines, Colorado.**
- Indonesianto Y. 2002, "**Pemindahan Tanah Mekanis**", Seri Tambang Umum. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Prasmoro, A.,V. 2014 "**Optimasi Produksi Dump Truck Volvo Fm 440 Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Di Lokasi Pertambangan Batubara**" Jurnal OE, Vol 4, No. 1, Hal 93-108
- Alfarizhi, S. 2006.
- Prodjosumarto, P. 2002 "**Pemindahan Tanah Mekanis**". Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung
- Siagan, P. 2006. "**Penelitian Operasional : Teori Dan Praktek**". Universitas Indonesia, Jakarta.
- Subagyo, P., 1983. "**Dasar – Dasar Operasi Riset (Operation Research)**". BPFE, Yogyakarta.
- Tannant, D And Regensburg, B, 2001. "**Guidelines for Mine Haul Road Design**" University of British Columbia