

KAJIAN *CYCLE TIME* UNTUK MENGURANGI ANTRIAN DAN KETERCAPAIAN TARGET PADA PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PT. TAMBANG RANTAU UTAMA BHAKTI, LAHAT SUMATERA SELATAN

Yessica Hardianta Simamora¹, Analiser Halawa², Lismawaty³

Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains dan Teknologi TD. Pardede
Jl. DR. TD Pardede No. 8 Medan 20153

Email : yessicasimamora@gmail.com¹, analiserhalawa@istp.ac.id² lismawarylismawaty@gmail.com³

ABSTRAK

PT Tambang Rantau Utama Bhakti adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri batubara, berdiri pada tanggal 22 September 2017 di Desa Merapi Barat, Lahat, Palembang. Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Tambang Rantau Utama Bhakti adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *backfilling*, dimana pit yang telah selesai di tambang di tutup kembali dengan tanah timbunan dari hasil pengupasan tanah penutup. Salah satu kegiatan dari penambangan adalah pengupasan *overburden* yang bertujuan untuk memindahkan material tanah penutup yang kemudian di angkut ke tempat penimbunan (*disposal*). Dalam kegiatan pengupasan *overburden* di perlukan alat gali muat dan alat angkut sebagai alat untuk proses pengerjaannya, hal ini sangat berpengaruh terhadap ketercapaian produksi. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui upaya yang dilakukan agar antrian dapat diatasi, mengetahui penyebab target pengupasan *overburden* yang tidak tercapai dan cara untuk mengatasinya, mengetahui cara meningkatkan target pengupasan *overburden*. Penelitian ini menggunakan metode pengamatan langsung dengan beberapa tahapan yaitu: observasi lapangan, pengambilan data, pengolahan data dan analisa data. Dari hasil pengamatan langsung di lapangan untuk target pengupasan *overburden* yang ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 55.000 BCM/Bulan dengan jumlah *dumptruck* 6 unit. Berdasarkan hasil analisa data Pengupasan *Overburden* aktual yang diperoleh untuk alat gali muat sebesar 52.917 BCM/Bulan dengan efisiensi kerja 0,57% dan alat angkut 48.473 BCM/Bulan dengan efisiensi kerja 0,47%. Pengupasan *overburden* tidak tercapai disebabkan karena terjadinya waktu antrian di *front loading* dan berkurangnya waktu kerja efektif seperti hambatan-hambatan kerja yang dapat dihindari misalnya: istirahat lebih lama, berhenti bekerja lebih awal, terlambat awal *shift*, dll. Upaya untuk mengatasi antrian tersebut maka dilakukan perhitungan berdasarkan simulasi teori antrian. Dari hasil simulasi teori antrian diperoleh jumlah *dump truck* yang dibutuhkan menjadi 5 unit, selanjutnya dilakukan peningkatan waktu kerja efektif dengan cara memperbaiki waktu hambatan - hambatan kerja yang dapat dihindari, sehingga hasil pengupasan *overburden* yang diperoleh untuk alat gali muat sebesar 58.487 BCM/Bulan dengan efisiensi kerja 0,63% dan alat angkut 56.631 BCM/Bulan dengan efisiensi kerja 0,61%.

Kata kunci: Efisiensi kerja, Pengupasan Overburden, Waktu Kerja Efektif, Waktu Hambatan

ABSTRACT

PT Tambang Rantau Utama Bhakti is a company engaged in the coal industry, established on September 22 2017 in West Merapi Village, Lahat, Palembang. The mining system implemented by PT. Bhakti Rantau Utama Mine is an open pit mining system (surface mining) with a backfilling method, in which the pit that had been completed in the mine is covered again with piled up soil from the results of overburden stripping. One of the mining activities is overburden stripping which aims to remove overburden material which is then transported to a landfill (disposal). In overburden stripping activities, diggers and conveyances are needed as tools for the processing process, this greatly influences production achievement. The purpose of this research is to find out the efforts made so that queues can be overcome, find out the causes of overburden stripping targets that are not achieved and ways to deal with it, knowing how to increase the overburden stripping achievement. This research uses direct observation method with several stages, namely: field observation, data collection, data processing and data analysis. From the results of direct observations in the field, the overburden stripping target set by the company is 55,000 BCM/month with 6 units of dump trucks. Based on the results of analysis of actual Overburden Stripping data obtained for the galilloading equipment of 52,917 BCM/month with a work efficiency of 0.57% and for the conveyance 48,473 BCM/month with a work efficiency of 0.47%. Overburden stripping was not achieved due to queue time at the front loading and reduced effective working time due to work constraints that could be avoided, for example: taking longer breaks, stopping work early, being late at the start of a shift, etc. Efforts to overcome these queues are calculated based on queuing theory simulations. From the results of the queuing theory simulation, it is obtained that the number of dump trucks needed is 5 units, then an increase in effective working time is carried out by improving the time for work constraints that can be avoided, so that the overburden stripping results obtained for the galilloading equipment are 58,487 BCM/month with work efficiency 0.63% and transportation equipment 56,631 BCM/month with a work efficiency of 0.61%.

Keywords: Work efficiency, Overburden Stripping, Effective Uptime, Obstacle Time

Salah satu kegiatan dari penambangan adalah pengupasan *overburden* yang bertujuan untuk memindahkan material tanah penutup yang kemudian di angkut ke tempat penimbunan (*disposal*), dalam kegiatan pengupasan *overburden* di perlukan alat gali muat dan alat angkut sebagai alat untuk proses pengerjaannya, alat gali muat ini sangat berpengaruh terhadap ketercapaian produksi.

Agar target pengupasan *overburden* dapat berjalan secara optimal dan efisien serta dapat diminimalisir pemakaian penggunaan jumlah *dump truck* yang berlebihan untuk itu perlu dilakukan upaya memaksimalkan jam kerja alat dan mengkaji kebutuhan alat supaya tidak terjadi antrian pada *front* kerja dan area *dumping*, untuk mencapai target pengupasan *overburden* maka alat gali-muat dan angkut harus *match*, yang artinya tidak ada alat yang menunggu. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir mengenai Kajian *Cycle Time* Untuk Mengurangi Antrian Dan Ketercapaian Target Pada Pengupasan *Overburden* Di PT Tambang Rantau Utama Bhakti, Lahat Sumatera Selatan.

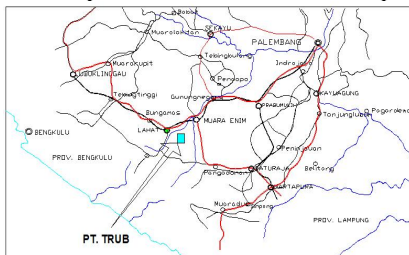
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui

1. Mengetahui upaya yang dilakukan agar Antrian dapat diatasi
2. Mengetahui penyebab target pengupasan *Overburden* yang tidak tercapai dan cara mengatasinya
3. Mengetahui cara meningkatkan target pengupasan *Overburden*

TINJAUAN UMUM

PT. Tambang Rantau Utama Bhakti merupakan salah satu perusahaan tambang nasional dengan kepemilikan modal dalam negeri (PMDN) yang didirikan di Kecamatan Merapi Barat Kabupaten Lahat Provinsi Sumatera Selatan, dan beberapa kali mengalami perubahan kepengurusan. Akta Perubahan Terakhir Nomor : tanggal 10 April 2014, tentang perubahan Susunan Anggota Direksi dan Komisaris serta kepemilikan saham perseroan. Perubahan tersebut telah mendapat persetujuan dari Kepala Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Selatan, Perusahaan ini mendapatkan Izin Usaha Pertambangan (IUP) dari menteri hukum dan perundang – undangan dengan (Nomor: AHU-0042670/AH.01/01/2017)) pada daerah seluas 572.2 Ha.

Metode penambangan akan dilakukan dengan cara penambangan terbuka (*open pit / surface mining*) dengan sistem berjenjang (*benching system*). Penambangan dilakukan secara konvensional dengan metode *cyclic mining* menggunakan peralatan *shovel* dan *dump truck*.



(Sumber: PT.Tambang Rantau Utama Bhakti)

Gambar 1 Peta Lokasi Kesampaian Daerah Penelitian

Daerah Penelitian secara morfologi termasuk dalam dataran aluvial, dataran bergelombang dan perbukitan bergelombang.

- Satuan Dataran Aluvial
- Satuan Dataran Bergelombang
- Satuan Perbukitan Bergelombang
- Pola Aliran Sungai

DASAR TEORI

Kegiatan Penambangan

Beberapa metode penambangan yang diterapkan salah satunya metode tambang

terbuka dengan sistem *open pit*, dilakukan dengan cara pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden removal*). Tanah penutup dikeluarkan dari area tambang kemudian digali dengan menggunakan *excavator*. Kegiatan penggalian material dilakukan *excavator* dengan mengisi penuh material *overburden* ke dalam *dump truck*, kemudian material diangkut dari *front* kerja ke disposal menggunakan *dump truck* dengan bermuatan penuh hingga kembali bermuatan kosong dari disposal ke *front* kerja untuk di isi kembali.

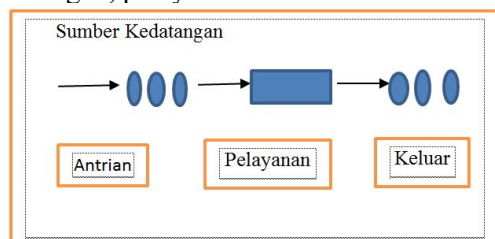
Peralatan alat gali muat dan alat angkut dalam kegiatan penambangan merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindari. Pertimbangan teknis sangat diperlukan untuk melihat apakah pemilihan alat berat benar-benar dapat menjamin bahwa pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang ditentukan dengan memenuhi persyaratan kualitas yang berlaku, sedangkan pertimbangan yang ekonomis memunculkan pertanyaan apakah pengoperasian alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan akan mendatangkan keuntungan yang lebih prospektif dibandingkan dengan investasi di bidang lain (Nabar, Darmansyah, 1998).

Perhitungan produktivitas memiliki komponen-komponen dalam perhitungan seperti : *swell factor* (faktor pengembangan material) , *bucket fill factor* (faktor isian mangkuk), *cycle time* (waktu edar), efisiensi kerja,

Faktor keserasian kerja merupakan suatu persamaan sistematis yang digunakan untuk menghitung tingkat keselarasan kerja antara alat muat dan alat angkut untuk setiap kondisi kegiatan pemuatan dan pengangkutan. Operasi kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut akan memperlancar kegiatan pemuatan dan pengangkutan sehingga produksi yang dihasilkan akan lebih optimum.

Hal ini dapat dicapai dengan penilaian terhadap cara kerja, jenis alat, ukuran dan kemampuannya dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut baik untuk alat muat maupun alat angkut. Penyesuaian berdasarkan spesifikasi teknis alat, terutama pada saat merencanakan pemilihan alat, untuk

mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut, maka produksi alat muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Komponen dasar proses antrian adalah kedatangan, pelayanan dan antri.



Gambar 2. Komponen Dasar Proses Antrian

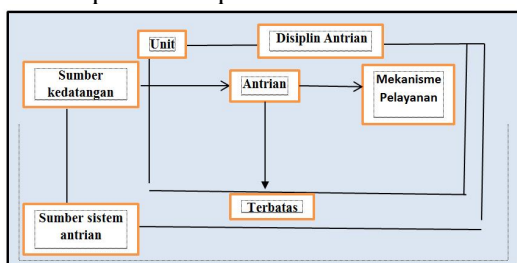
Karakteristik Dasar Model Antrian

Sumber Masukan

Unit masukkan dari sebuah sistem diperoleh dari beberapa populasi. Populasi ini tidak terbatas dan bisa pula terbatas ukurannya. Tidak terbatas yaitu ketika jumlahnya sangat besar. Terbatas yaitu ketika jumlahnya sangat sedikit, mudah didefinisikan dan setiap pelanggan yang datang akan mempengaruhi kedatangan pelanggan lain. Populasi pelanggan adalah sumber permintaan pelayanan sistem. Kedatangan pelanggan biasanya dicirikan oleh adanya waktu edar antar kedatangan (*interarrival time*), yakni waktu antar kedatangan dan pelanggan yang berturut-turut pada suatu fasilitas pelayanan.

Sifat-sifat Antrian

Hal yang menarik dalam kejadian antrian, apakah pelanggan yang masuk kedalam fasilitas *dating* satu-persatu atau secara berombongan dan apakah penolakan (*balking*) atau pembatalan (*reneging*), dasar – dasar proses antrian dapat dilihat pada **Gambar 3**



Gambar 3 Dasar-dasar proses antrian

Penentuan model antrian

Disiplin antrian terbagi menjadi 4 bentuk yaitu FCFS (*First Come, First Served*), LCFS (*Last Come, First Served*), SIRO (*Served in Random Number*), *Priority Queue* (Antrian Prioritas), berikut pengertian masing-masing dari model antrian:

1. FCFS (*First Come, First Served*)
2. LCFS (*Last Come, First Served*)
3. SIRO (*Served in Random Number*)
4. *Priority Queue* (Antrian Prioritas)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini termasuk jenis metode pengamatan langsung. Metode pengamatan langsung adalah suatu metode pengumpulan data secara langsung dimana metode ini digunakan sebagai pengamatan terhadap objek penelitian khususnya fokus pada masalah yang diteliti di lapangan. Tujuan utama metode pengamatan adalah menggambarkan objek yang diamati dan mendapatkan data dan informasi kemudian mendapatkan hasil akhir dari dilakukannya pengamatan secara langsung untuk memberikan pengetahuan kepada orang lain.

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dan pengumpulan data baik dilapangan maupun dilokasi perusahaan, dalam penelitian ini data yang akan diambil terdiri dari data primer yang didapatkan dengan melakukan peninjauan dan wawancara langsung di lapangan dan data sekunder yang didapatkan dari beberapa satuan kerja terkait.

Waktu Edar Alat Muat

Tabel 1 Rata-Rata *Cycle Time* Alat Gali Muat

Satuan	Digging	Swing Full	Dumping	Swing Empty	Cycle Time
Detik	12.87	6.52	5.04	5.57	30.00
Menit	0.21	0.11	0.084	0.093	0.50

Waktu Edar Alat Angkut

Tabel 2. Rata - Rata *Cycle Time* Alat Angkut

No DT	<i>Manuver Loading</i> (detik)	<i>Loa ding</i> (detik)	<i>Hauling Isi</i> (detik)	<i>Manuver Dumping</i> (detik)	<i>Dum ping</i> (detik)	<i>Hauling Kosong</i> (detik)	<i>Cycle Time</i> (detik)	<i>Cycle Time</i> (menit)
1	38	152	296	39	35	249	810	13.49
2	38	151	296	39	36	250	809	13.49
3	38	152	298	40	36	249	813	13.54
4	38	152	297	39	36	247	810	13.49
5	38	152	296	41	36	249	811	13.51
6	38	153	293	39	36	248	807	13.45
Rata-Rata	38	152	296	40	36	249	810	13.50

Berdasarkan dari **Tabel 2** diatas, bahwa rata-rata *cycle time* dari 6 unit alat angkut digunakan untuk menghitung produktivitas aktual di lapangan yaitu sebesar 13.50 menit atau 810 detik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Peralatan utama penambangan material *Overburden* terdiri atas 1 unit alat gali muat *excavator* Doosan 520 LC untuk menggali material *Overburden* dengan kapasitas alat 2.7 m³ (**Gambar 4-2**) dan 6 unit alat angkut *dump truck* Quester 370 CWE untuk mengangkut material *Overburden* menuju lokasi *dumping* dengan kapasitas alat 12 Ton (**Gambar 4-3**).

Produktivitas masing-masing alat mekanis yang digunakan di PT. Tambang Rantau Utama Bhakti memiliki rencana target pengupasan *overburden* dan melalui produktivitas dapat diketahui jumlah alat yang sebenarnya digunakan di lapangan untuk mencapai target pengupasan *overburden* November - Desember 2019 memiliki target pengupasan *overburden* 55.000 BCM/Bulan .

Hambatan Kerja

Hambatan kerja pada alat gali-muat dan angkut yang terjadi di lapangan dibagi menjadi 2

Tabel 3 Rata-Rata Waktu Hambatan Kerja Pada Alat Gali Muat

Hambatan yang tidak dapat dihindari	Waktu (menit)/hari	Hambatan yang dapat dihindari	Waktu (menit)/hari
Hujan & pengeringan jalan	69	Berhenti bekerja lebih awal	16
Perbaikan <i>front</i> kerja	9	Istirahat terlalu lama	15
Kerusakan alat	33	Keperluan operator	15
Pemeriksaan harian	8	Keterlambatan awal <i>shift</i>	18
Pengisian bahan bakar	17		
Total	136	Total	64

Efisiensi Kerja

Alat Gali-Muat :

Waktu Kerja Tersedia

$$\frac{(8 \text{ jam} \times 26 \text{ hari}) + (7 \text{ jam} \times 4 \text{ hari})}{30 \text{ hari}}$$

$$= \frac{208 + 28}{30 \text{ hari}} = 7,86 \text{ Jam/shift}$$

$$= 472 \text{ menit/shift}$$

$$\text{Waktu Kerja Efektif} = \text{Waktu kerja tersedia} - \text{Waktu hambatan}$$

$$= 472 \text{ menit} - 200 \text{ menit}$$

$$= 272 \text{ menit/hari}$$

$$\text{Eff} = \frac{\text{Waktu Kerja Tersedia} - \text{Waktu Hambatan}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100\%$$

$$= \frac{272}{472} \times 100\% = 0,57\%$$

Tabel 4 Rata-Rata Waktu Hambatan Kerja Pada Alat Angkut

Hambatan yang tidak dapat dihindari	Waktu (menit)/hari	Hambatan yang dapat dihindari	Waktu (menit)/hari
Hujan & pengeringan jalan	69	Berhenti bekerja lebih awal	19
Perbaikan <i>front</i> kerja	9	Istirahat terlalu lama	22
Kerusakan alat	59	Keperluan operator	20
Pemeriksaan harian	8	Keterlambatan awal <i>shift</i>	24
Pengisian bahan bakar	16		
Total	161	Total	85

Efisiensi Kerja**Alat Angkut :**

Waktu Kerja Tersedia =
(8 jam x 26 hari)+(7 jam x 4 hari)

$$= \frac{208 + 28}{30 \text{ hari}}$$

$$= 7,86 \text{ Jam/shift}$$

$$= 472 \text{ menit/shift}$$

Waktu Kerja Efektif = Waktu kerja tersedia – Waktu hambatan

$$= 472 \text{ menit} - 246 \text{ menit}$$

$$= 226 \text{ menit/hari}$$

Eff

$$= \frac{\text{Waktu Kerja Tersedia} - \text{Waktu Hambatan}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100\%$$

$$= \frac{226}{472} \times 100 \% = 0,47\%$$

Match Factor Aktual

Berdasarkan dari hasil data pengamatan waktu edar dan jumlah alat yang digunakan dengan waktu edar muat sebesar 30.00 detik dengan jumlah curah sebanyak 5 *bucket* dan angkut sebesar 810 detik. Perhitungan *match factor* menggunakan.

Jumlah *dumptruck* CWE Quester 370 (Na)= 6 unit

Jumlah *excavator* Doosan 520 LC (Nm)= 1 unit
Waktu edar rata-rata alat muat (Ctm)= 0.50 menit (30.00 detik)

Waktu edar rata-rata alat angkut (Cta) = 13.50 menit (810 detik)

$$MF = \frac{6(5 \times 0.50)}{1 \times 13.50} \quad MF = 1,11$$

Pembahasan**Menentukan Banyaknya Probability Keadaan Antrian**

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, jumlah alat angkut sebanyak 6 unit (N)

memiliki 4 tahap pelayanan (M) dan 1 server, Untuk menentukan banyaknya *probability* antrian menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Banyaknya Probability} = \frac{(N + M - 1)!}{(M - 1)! (N)!}$$

$$= \frac{(6 + 4 - 1)!}{(4 - 1)! (6)!} = \frac{9!}{3!6!} = 84$$

Perhitungan koefisien tiap keadaan sistem untuk koefisien P(0,0,0,6) digunakan sebagai berikut :

$$\text{koefisien } P(0,0,0,6) = \frac{\mu_1^{K-n1}}{n2!\mu_2^{n2}\mu_3^{n3}n4!\mu_4^{n4}}$$

$$\text{koefisien } P(0,0,0,6) = \frac{10^{6-0}}{0!12^0101^06!14^6}$$

$$\text{koefisien } P(0,0,0,6) = \frac{10^6}{(1)(1)(1)(720)(7.529.536)}$$

$$\text{koefisien } P(0,0,0,6) = \frac{1.000.000}{5.421.265.920} = 0,0001845$$

Cara ini digunakan untuk setiap koefisien keadaan sistem hingga sampai nomor keadaan P(0,1,0,5), dapat dilihat bahwa koefisien P(6,0,0,0) bernilai 1 menjadi dasar untuk menghitung probabilitas masing-masing keadaan sistem. Jumlah koefisien seluruh keadaan sistem 5.1626703 maka untuk probabilitas keadaan adalah sebagai berikut:

$$P(6,0,0,0) = \frac{1}{5.1626703} = 0.1936982$$

Sehingga probabilitas tiap keadaan sistem dapat dihitung seperti berikut :

$$P(0,0,0,6) = \text{Koefisien } P(0,0,0,6) \times P(6,0,0,0)$$

$$P(0,0,0,6) = 0.0001845 \times 0.1936982$$

$$P(0,0,0,6) = 0.0000357$$

Perhitungan Lq1,Lq3,Wq1,Wq3**a) Lq1**

Merupakan antrian alat angkut saat akan dimuati oleh alat gali-muat dengan syarat $n_1 > 1$ sehingga rata-rata *dump truck* yang menunggu untuk dimuati :

Tabel 5. Perhitungan Lq1

Lq1 $n_1 > 1$	No Keadaan	Probabilitas Keadaan	Jumlah
{1xΣ}	41,42,43,44,45,46 59,60,61,62,63,78 79,80	{1xΣ(0.0021009, 0.0011648, 0.0004844, 0.0001343, 0.0018614, 0.0098041, 0.0040770, 0.0011302, 0.0001567, 0.0171572, 0.0047565, 0.0133445, 0.0018497, 0.0038921)}	0.35342275
{2xΣ}	21,22,50,51,52,53, 54,74,75,76	{2xΣ(0.0117649, 0.0048924, 0.0001880, 0.0013563, 0.0411773 0.0114155, 0.0015823, 0.0048040, 0.0006659, 0.0018682)}	0.6078106
{3xΣ}	8,9,10,11,64	{3xΣ(0.0136986, 0.1152965, 0.0159817, 0.0672563, 0.0018988)}	0.6423937
{4xΣ}	12,13,24	{4xΣ(0.0191780, 0.1383559, 0.015982)}	0.6301356
{5xΣ}	4	{5xΣ(0.1936982)}	0.9684910
Total Lq1			3.2022536 $\approx 4 Dt$

b) Lq3

Merupakan antrian alat angkut saat akan menumpahkan material kedisposal dengan syarat $n_3 > 1$ **Tabel 6.** Perhitungan Lq3

Lq3 $n_3 > 1$	No Keadaan	Probabilitas Keadaan	Jumlah
{1xΣ}	43,47,51,54, 55,60,64,67, 70,81	{1xΣ(0.0001763, 0.0000413, 0.0001983, 0.0000744, 0.0002821, 0.0000073, 0.0010154, 0.0011423, 0.0000116, 0.0006346, 0.0018277, 0.0000551, 0.0000522, 0.0000326)}	0.0055517
{2xΣ}	16,19,32,44, 48,50,61,68, 71,82	{2xΣ(0.0000582, 0.0000327, 0.0000068, 0.0000932, 0.0000048, 0.0001677, 0.0001048, 0.0000182, 0.0000259, 0.0000162)}	0.0010570
{3xΣ}	18,27,45,49, 72,83	{3xΣ(0.0000096, 0.0000030, 0.0000154, 0.0000024, 0.0000085, 0.0000053)}	0.0001326
{4xΣ}	26,39,65	{4xΣ(0.0000014, 0.0000598, 0.0000009)}	0.0002484
{5xΣ}	2	{5xΣ(0.0000001)}	0.0000005
Total Lq3			0.0069902 $\approx 1 Dump truck$

b) Wq1

Merupakan waktu tunggu alat angkut pada saat akan dimuat oleh alat gali-muat. Untuk menentukan Wq1 terlebih dahulu harus

dihitung tingkat kesibukan (n_1) excavator dengan syarat $n_1 = 0$

Tabel 7 Perhitungan Wq1

Wq1 $\eta_1 = 0$	No Keadaan	Probabilitas Keadaan	Jumlah
{1-Σ}	1,2,3,23,27,28, 29,30,31,32,39, 40,47,48,49,55, 56,57,58,65,66, 67,68,73,77,81, 82,83,84	{1-Σ(0.0000357, 0.0000001, 0.0000901, 0.0004633, 0.0064632, 0.0007295, 0.0011347, 0.0004719, 0.1308157, 0.0181329, 0.0013164, 0.0002501, 0.0000206, 0.0114189, 0.0047485, 0.0000381, 0.0009929, 0.0000642, 0.0000297, 0.0015358, 0.0004044, 0.0001682, 0.0000466, 0.0002752, 0.0000494, 0.0000326, 0.0000162, 0.0000053, 0.0000598)}	Wq1 = 0,9968476

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

$$= \eta_1 \times \mu_1$$

$$= 0,9968476 \times 10 \text{ dump truck/jam}$$

$$= 9,968476 \approx 10 \text{ dump truck/jam}$$

$$Wq1 = \frac{Lq1}{\theta} = \frac{3,2022536}{9,968476} = 0,3212380 \text{ Jam}$$

d) Wq3

Waktu tunggu alat angkut saat menumpahkan material ke disposal

$$Wq3 = \frac{Lq3}{\theta} = \frac{0,0069902}{9,968476} = 0,0000701 \text{ jam}$$

Jumlah Dumptruck yang Dibutuhkan

Berdasarkan penerapan teori antrian waktu edar alat angkut setiap *ritase* sekali putar, untuk menghitung CT total menggunakan **(Formula 3-17)**, dan untuk hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} CT \text{ total} &= \left(\frac{1}{\mu_1} + \frac{1}{\mu_2} + \frac{1}{\mu_3} + \frac{1}{\mu_4} + Wq1 + Wq3 \right) \\ &= \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{12} + \frac{1}{101} + \frac{1}{14} + 0,3212380 + 0,0000701 \right) \\ &= 0,585971 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Untuk menghitung tingkat kedatangan tiap unit *dump truck* dalam satu jam baik di *front* penambangan maupun di unit penimbunan menggunakan **(Formula 3-18)**, dan untuk hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \lambda - \lambda_1 - \lambda_2 &= \frac{1}{CT} \\ &= \frac{1}{0,585971} = 1,706591 \approx 2 \text{ Dump truck/jam} \end{aligned}$$

Jadi untuk menghitung jumlah *Dump truck* yang dibutuhkan menggunakan **(Formula 3-19)** untuk hasil perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

$$N = \frac{\mu_1}{\lambda} = \frac{10}{2} = 5 \text{ Unit Dump truck}$$

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan dilapangan bahwa terjadi waktu antrian alat angkut di *front* kerja dengan jumlah *dump truck* sebelumnya 6 unit sehingga mempengaruhi target pengupasan *overburden* tidak tercapai. Ketidaktercapaian target pengupasan *overburden* disebabkan terjadinya antrian dengan rata-rata *cycle time* alat angkut 13.50 menit untuk memperbaiki ketidaktercapaian target pengupasan *overburden* tersebut maka dilakukanlah perhitungan simulasi teori antrian dengan dilakukan pengurangan 1 unit *dump truck*, sehingga jumlah *dump truck* yang dibutuhkan sebenarnya menjadi 5 unit *dump truck*.

Kemampuan Alat Mekanis Setelah

Hambatan Kerja Untuk Alat Muat dan Angkut

Hambatan kerja yang dapat dihindari

Tabel 8 Hambatan Kerja Alat Angkut Setelah Dilakukan Perbaikan

Hambatan yang tidak dapat dihindari	Waktu yang tidak dapat dihindari (menit)	Hambatan yang dapat dihindari	Sesudah dilakukan penekanan waktu (menit)
Hujan & pengeringan jalan	69	Berhenti kerja lebih awal	5
Perbaikan <i>front</i> kerja	9	Istirahat terlalu lama	5
Kerusakan alat	59	Keperluan operator	10
Pemeriksaan	8	Terlambat	5

harian		awal shift	
Pengisian bahan bakar	16		
Total	161	Total	25

Efisiensi Kerja Alat Angkut :

Waktu Kerja Efektif = Waktu kerja tersedia – Waktu hambatan

= 472 menit - 186 menit

= 286 menit/hari

Eff =

Waktu Kerja Tersedia – Waktu Hambatan
Waktu Kerja Tersedia x 100%

= $\frac{286}{472} \times 100\% = 0,61\%$

Tabel 9. Hambatan Kerja Alat Muat Setelah Dilakukan Perbaikan

Hambatan yang tidak dapat dihindari	Waktu yang tidak dapat dihindari (menit)	Hambatan yang dapat dihindari	Sesudah dilakukan penekanan waktu (menit)
Hujan & pengeringan jalan	69	Berhenti kerja lebih awal	7
Perbaikan front kerja	9	Istirahat terlalu lama	10
Kerusakan alat	33	Keperluan operator	10
Pemeriksaan harian	8	Terlambat awal shift	10
Pengisian bahan bakar	17		
Total	136	Total	37

Efisiensi Kerja Alat Gali-muat :

Waktu Kerja Efektif = Waktu kerja tersedia – Waktu hambatan

= 472 menit - 173 menit

= 299 menit/hari

Tabel 10 Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Setelah Perbaikan

Unit	N	KB m ³	FB m ³	EK (%)	SF (%)	CT (detik)	Produktivitas (BCM/Jam)	Ketercapaian Pengupasan OB (BCM/ Bulan)
DT Quester 370 CWE	5	2.7	0.88	0.61	0.69	750	24,00	56.631
Dossan 520 LC	-	2.7	0.88	0.63	0.69	30.00	123,94	58.487

Match Factor Setelah Perbaikan

Eff =

Waktu Kerja Tersedia – Waktu Hambatan
Waktu Kerja Tersedia x 100%

= $\frac{299}{472} \times 100\% = 0,63\%$

Waktu Antrian (Delay Time)

Pada saat MF>1 itu artinya alat gali muat bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu pada alat angkut karena menunggu alat gali muat untuk mengisi alat angkut lainnya yang sudah sampai di *front* penambangan lebih dahulu. Waktu antrian yang dialami oleh alat angkut dapat dianalisa dengan MF=1 sebagai berikut.

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

CTa = $\frac{Na (n \times Ctm)}{Nm \times MF}$ CTa = $\frac{5 (5 \times 0.50)}{1 \times 1}$

CTa = 12.50 menit

Maka waktu ideal antrian pada alat angkut yaitu :

Delay DT = CT DT aktual - CT saat MF=1

Delay DT = 13.50 – 12.50

Delay DT = 1 menit

Jadi berdasarkan perhitungan, maka didapat waktu tunggu ideal pada alat angkut sebesar 1 menit dan apabila di rata-ratakan maka setiap alat angkut memiliki waktu tunggu ideal sebesar 0.20 menit. Berdasarkan perhitungan *cycle time* aktual 13.50 menit diketahui alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* dapat menempuh 4 ritase/jam sedangkan jika *cycle time* 12.50 menit CT saat MF=1 maka alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden* dapat menempuh 5 ritase/jam dengan jarak penambangan 2200m.

Produktivitas Alat Gali-Muat dan Angkut Setelah Dilakukan Perbaikan

Setelah diketahui bahwa 1 unit alat gali-muat *Excavator* Doosan 520 LC mampu

melayani 5 unit *dump truck* Quester 370 CWE, maka keserasian kerja yang di dapat adalah :
Jumlah *dump truck* CWE Quester 370 (Na)= 5 unit

Jumlah *excavator* Doosan 520 LC (Nm)= 1 unit

Waktu edar rata-rata alat muat (Ctm)

= 0.50 menit (30.00 detik)

Waktu edar rata-rata alat angkut (Cta) = 12.50 menit (750 detik)

$$MF = \frac{5 \text{ unit } (5 \times 0.50)}{1 \text{ unit } \times 12.50} \quad MF = 1$$

Berdasarkan analisa keserasian kerja alat gali-muat dan alat angkut setelah dilakukan perbaikan pengurangan 1 alat angkut maka *match factor* yang didapatkan MF = 1 artinya alat gali-muat dan alat angkut bekerja 100% sehingga tidak terjadi waktu tunggu bagi kedua alat tersebut sedangkan dari hasil perhitungan *cycle time* di lapangan diperoleh nilai *match factor* aktual yaitu sebesar 1.11 dimana artinya alat muat bekerja 100% sedangkan alat angkut

tidak bekerja 100% atau terdapatnya waktu tunggu pada alat angkut. Adapun upaya yang dilakukan agar antrian dapat diatasi yaitu dengan menggunakan simulasi teori antrian, dimana tujuan dari simulasi antrian ini adalah untuk mengetahui jumlah alat angkut (Quester 370 CWE) yang dibutuhkan pada saat kegiatan penambangan, dari hasil perhitungan diperoleh jumlah alat angkut (Quester 370 CWE) yang dibutuhkan yaitu 5 unit.

Perbandingan Efisiensi Kerja Setelah Perbaikan

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, yang merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu kerja yang tersedia, setelah dilakukan perbaikan efisiensi kerja alat angkut dan alat muat maka pengupasan *overburden* alat gali-muat menjadi sebesar 58.487 BCM/Bulan dan alat angkut sebesar 56.631 BCM/Bulan

Tabel 11. Perbandingan Efisiensi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Unit	Efisiensi Kerja Sebelum Perbaikan (%)	Pengupasan <i>Overburden</i> (Aktual) (BCM/Bulan)	Efisiensi Kerja Sesudah Perbaikan (%)	Pengupasan <i>Overburden</i> (Tercapai) (BCM/Bulan)
<i>Excavator</i>	0.57	52.917	0.63	58.487
<i>Dump Truck</i>	0.47	48.473	0.61	56.631

Untuk melihat grafik perbandingan efisensi kerja sebelum dilakukan perbaikan dan sesudah dilakukan perbaikan dengan meningkatkan jam kerja dapat dilihat pada **Gambar 4-4**



Gambar 4 Grafik Perbandingan Efisiensi Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Berdasarkan dari **Gambar 4-4** dapat dilihat bahwa perbandingan efisiensi kerja sebelum perbaikan untuk alat gali-muat adalah 0.57% dan alat angkut 0.47% dengan hasil pengupasan *overburden* alat gali-muat adalah 52.917 BCM/Bulan dan alat angkut sebesar 48.473 BCM/Bulan belum memenuhi target Pengupasan *Overburden*, maka dilakukan peningkatan efisiensi kerja untuk alat gali-muat menjadi 0.63% dan alat angkut 0.61% dengan hasil Pengupasan *Overburden* untuk alat gali-muat sebesar 58.487 BCM/Bulan dan alat angkut sebesar 56.631 BCM/Bulan sudah memenuhi target Pengupasan *Overburden*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan perhitungan data maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk mengatasi antrian digunakan simulasi teori antrian, dimana dari hasil perhitungan menggunakan simulasi antrian diperoleh jumlah alat angkut (Quester 370 CWE) yang dibutuhkan yaitu 5 unit dengan nilai MF yang diperoleh yaitu 1.
2. Setelah diatasnya waktu antrian dengan menggunakan teori antrian serta perbaikan terhadap peningkatan waktu kerja efektif, maka diperoleh pengupasan *overburden Excavator Doosan 520 LC* sebesar 58.487 BCM/Bulan dengan efisiensi kerja menjadi 0.63% dan Quester 370 CWE
3. sebesar 56.631 BCM/Bulan dengan efisiensi kerja menjadi 0.61% sehingga target pengupasan *overburden* 55.000 BCM/Bulan dapat terpenuhi.

Saran

Adapun saran yang diberikan berdasarkan hasil kesimpulan dan penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Saat untuk menentukan penggunaan alat yang optimal dalam memenuhi target pengupasan *overburden*, akan lebih baik jika di analisa terlebih dahulu penggunaan alat yang akan dipakai dan disiplin waktu untuk para pekerja atau operator, supaya tidak membuang waktu kerja yang akan menimbulkan waktu antrian di *front* kerja.
2. Sebaiknya pada perawatan alat lebih di perhatikan, agar waktu saat perbaikan di lapangan tidak membuang banyak waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Carmichael, D.G.1987 “ *Engineering Queues In Contruction Mining*”, Departemen of Civil Engineering, University Of Westren Australia
- Eugene P. Pflieger,1972 “*Surfice Mining* 1st Edition”, The American Institute Of Mining, Metalurgical and Petroleum Engineers, New York

- Yanto,2005“Pemindahan Tanah Mekanis”Jurusan Teknik Pertambangan-FTM UPN “Veteran”Yogyakarta
- Partanto Prodjosumarto,2000 “Pemindahan Tanah Mekanis” Jurusan Teknik Pertambangan Institut, Teknologi Bandung
- Nabar, D. (1998). “Pemindahan Tanah Mekanis Dan Alat Berat”. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Pangestu,dkk (2000) “Sistem Antrian Studi Probabilistik Kejadian Garis Tunggu (*waiting lines*)”
- Peurifoy, R.L,2006 *Contruction Planning, Equipment, and Methods*, 7th ed. New York:McGraw-Hill
- Rochmanhadi, S,A.1982 “Alat-Alat Berat dan Penggunaannya”,Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Tenriajeng,A.T.2003 “ Pemindahan Tanah Mekanis” . Seri Diktat Kuliah. Penerbit Gunadarma. Jakarta