

OPTIMALISASI KETERCAPAIAN PRODUKSI ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN OVERBURDEN DI CV. BUNDA KANDUNG DESA LEMO KECAMATAN TEWEH TENGAH KABUPATEN BARITO UTARA PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Josua Samosir¹, Nalom D Marpaung², Analiser Halawa³

Mahasiswa Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains Dan Teknologi TD Pardede
Dosen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Sains Dan Teknologi TD Pardede

Email : josuamosir37@gmail.com , halawaftm@gmail.com
Jl. DR. TD. Pardede No.8 Medan 20153

ABSTRAK

CV. Bunda Kandung adalah perusahaan batubara yang berlokasi di desa lemo, kecamatan Teweuh Tengah, Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah. Pada proses penambangan terdapat tahapan-tahapan yang dimana salah satu tahapan tersebut adalah proses penggalian dan pemuatan. Perlunya untuk memperkirakan kemampuan alat mekanis adalah satu faktor komponen untuk mendapatkan nilai cycletime yang optimal. Berdasarkan hasil kajian dilapangan didapat waktu edar rata-rata dari 1 unit excavator Doosan lca 23,5 detik dan 4 unit dump truck (DT) Hanvan G7 677,4 detik. Hal ini diakibatkan karena tingginya waktu hambatan alat angkut dilapangan sehingga excavator sering didapati dengan keadaan menunggu. Sehingga mengakibatkan ketidakserasian alat dengan match faktor (mf) 0,71. Adapun upaya yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas alat gali muat dan alat angkut adalah memperbaiki cycle time pada alat angkut dan menambah frekuensi pengisian kedalam bak dump truck Hanvan G7 dari waktu edar 677,4 detik menjadi 576 detik. Adanya waktu antrian pada dump truck Hanvan G7 menimbulkan bertambahnya nilai cycle time alat angkut. Setelah dilakukan upaya perbaikan keserasian alat (match faktor) dari 0,71 > 0,97. Ketercapaian produksi overburden dari 109,465,48 Bcm menjadi 150.596,12 Bcm.

Kata Kunci : Overburden, Alat mekanis, cycle time, match faktor, Produksi.

ABSTARCT

CV. Bunda Kandung is a coal company located in Lemo Village, Central Teweuh District, North Barito Regency, Central Kalimantan. In the mining process there are stages where one of these stages is the excavation and loading process. The need to estimate the capability of a mechanical device is a component factor to obtain an optimal cycletime value. Based on the results of the field study, the average cycle time of 1 Doosan lca excavator is 23.5 seconds and 4 units of Hanvan G7 dump truck (DT) is 677.4 seconds. This is due to the high resistance time of conveyances in the field so that excavators are often found waiting. This results in a mismatch of tools with a match factor (mf) of 0.71. The efforts made to increase the productivity of the digging and loading equipment are improving the cycle time of the transportation equipment and increasing the frequency of filling into the Hanvan G7 dump truck from 677.4 seconds to 576 seconds. The queue time on the Hanvan G7 dump truck causes an increase in the cycle time value of the conveyance. After making efforts to improve the compatibility of the tools (match factor) from 0.71 > 0.97. The achievement of overburden production from 109,465.48 Bcm to 150,596.12 Bcm.

Keywords: Overburden, Mechanical equipment, cycle time, match faktor Production

1. PENDAHULUAN.

Perlunya untuk memperkirakan kemampuan alat mekanis adalah satu faktor komponen untuk mendapatkan nilai cycletime yang optimal. Sehingga keserasian alat gali muat dan alat angkut (match factor) dapat diukur. Adanya waktu antrian menjadi penyebab tingginya waktu edar (cycletime). Faktor lain yang menjadi pengaruh tingginya waktu edar alat angkut seperti cuaca, kondisi alat angkut dan

keterampilan operator. Hal ini akan mempengaruhi efisiensi kerja alat mekanis dan tercapai tidaknya target produksi overburden.

Kondisi aktual yang terjadi dilapangan tidak sama dengan perencanaan produksi overburden. Target Produksi Overburden yaitu sebesar 150.000 Bcm overburden untuk 1 fleet (1 excavator melayani 4 dump truck). Dilihat dari pengamatan dilapangan excavator menunggu alat angkut dan mengakibatkan

excavator tidak bekerja 100%. Perlu adanya suatu kajian teknis, sehingga waktu edar (*Cycle time*) dapat di minimalisir dan mendapatkan keserasian alat gali muat dan alat angkut (*match factor*) optimal, sehingga target produksi dapat tercapai pada bulan berikutnya.

a. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil produksi overburden yang optimal, yaitu:

1. Mengetahui faktor – faktor penyebab tingginya waktu edar (*Cycle time*)
2. Mendapatkan kapasitas dan daya angkut Dump truck XCMG Hanvan G7 optimal
3. Mendapatkan keserasian alat yang optimal
4. Mendapatkan produktivitas alat angkut yang optimal

b. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana Mendapatkan Cycle time alat angkut yang optimal?
2. Bagaimana Mendapatkan kapasitas dan daya angkut Dump truck XCMG Hanvan G7 optimal?
3. Bagaimana Mendapatkan keserasian alat yang optimal ?
4. Bagaimana Mendapatkan produktivitas alat angkut yang optimal?

c. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang maksimal maka perlu dibatasi permasalahan yang akan dibahas yaitu:

1. Alat gali muat dan alat angkut yang diamati ialah Doosan Dx 500Lca dan alat angkut XCMG Hanvan G7.
2. Perhitungan produktivitas alat gali-muat dan alat gali angkut serta keserasian alat.
3. Tidak membahas biaya produksi, dan
4. Tidak membahas geometri jalan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Overburden adalah lapisan tanah penutup (lapisan yang menutupi bahan galian) yang biasanya terdiri dari Top Soil, adalah lapisan tanah paling atas (pucuk atau humus) yaitu bagian atas tanah (humus) dengan ketebalan 1-1.5 m dari permukaan yang mengandung unsur-unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan vegetasi. Sub Soil, adalah lapisan tanah antara top soil dan overburden (lapisan tanah inti). Lapisan tanah inti (*sand Stone, Clay*, dan lain – lain)

a. Alat gali muat

Excavator adalah alat yang dapat berputar bagian atasnya pada sumbu vertikal di antara sistem rodanya, Pada *excavator*, operator dapat memutar seluruh sasis dan lengan alat berat dalam satu lingkaran penuh atau secara 360 derajat. Alat gali

muat yang digunakan adalah excavator Doosan Dx 520 Lca. Memiliki kapasitas bucket yaitu 3,2m³

b. Alat angkut

Alat angkut yang paling umum digunakan di tambang terbuka adalah *dump truck*. *Dump truck* dirancang khusus untuk kondisi jalan tambang (bukan aspal). Untuk mengangkut *overburden* dari front penggalian tanah penutup (*overburden*) CV. Bunda Kandung menggunakan alat angkut XCMG Hanvan G7. Dengan kapasitas *vassel* bak yaitu 22 m³ dengan daya angkut 36.000kg.

c. Waktu edar

Waktu edar (*Cycletime*) adalah waktu yang dibutuhkan suatu alat melakukan suatu kegiatan dari tahap mulai hingga mulai kembali dihitung dalam satuan waktu.

Waktu edar alat gali muat :

$$CT_m = A_m + B_m + C_m + D_m \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- CT = waktu edar alat muat
- A_m = waktu menggali
- B_m = waktu ayunan bermuatan
- C_m = waktu menumpah material
- D_m = waktu ayun kosong

d. Waktu edar alat angkut

$$C_t = M_{t_e} + L_t + H_{t_{ob}} + M_{t_{ob}} + D_t + H_{t_e} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- C_t = waktu edar alat angkut
- M_{t_e} = waktu manuver kosong,memposisikan pemuatan
- L_t = waktu pengisian material
- H_{t_{ob}} = waktu angkut bermuatan
- M_{t_{ob}} = waktu manuver isi,memposisikan menumpah
- D_t = waktu tumpah
- h_{t_e} = waktu kembali kosong

e. Produksi dan Produktivitas

Produksi adalah suatu kegiatan yang menghasilkan suatu nilai ataupun kegiatan yang dapat menambah nilai guna suatu barang atau jasa untuk keperluan orang banyak. Sedangkan produktivitas Menurut Blocher, Chen, Lin (2000:847) Produktivitas adalah hubungan antara berapa output yang dihasilkan dan berapa input yang dibutuhkan untuk memproduksi output tersebut.

Untuk mengetahui produktivitas alat gali-muat, maka perlu dihitung terlebih dahulu kapasitas (produksi persiklus) dari bucket yaitu dengan persamaan berikut:

$$Q = \frac{K_b \times F_f \times S_f \times E_{ff} \times 3600}{C_t} \dots\dots(3)$$

Dimana :

- Q = Produktivitas Alat Gali Muat (BCM/Jam)
- K_b = Kapasitas Bucket *Excavator* (m³)
- F_f = (fill Factor) atau faktor pengisian Bucket (%)

Sf = Swell Factor (%)

Eff = Efisiensi Kerja (%)

Ct = Waktu Edar Alat (*cycletime*) (s)

Produktivitas alat angkut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = \frac{Kb \times Ff \times Sf \times Eff \times 3600}{ct} \dots(4)$$

Dimana :

Q =Produktivitas Alat Angkut (BCM/Jam)

Kb = Kapasitas Bucket HD (m³)

CT = Waktu Edar Alat Angkut (Menit)

Eff = Efisiensi Kerja (%)

SF = Swell Factor

Ff = *fill factor* (factor isi)

3600 =Total Menit Dalam 1 Jam

f. Match faktor

Match factor merupakan faktor keserasian alath antara alat gali muat dengan alat angkut (Hartman, 1992). Faktor keserasian alat (*Match Factor*) biasanya digunakan untuk mengetahui jumlah alat angkut yang sesuai (serasi) untuk melayani satu unit alat gali muat. Faktor – faktor yang mempengaruhi keserasian alat yaitu besarnya waktu siklus alat dalam melakukan operasi kerja.

Keserasian alat dapat di tentukan dengan rumus:

$$MF = \frac{n \times Nh \times Ct}{Nl \times Ch} \dots(5)$$

Dimana :

MF = Faktor keselarasan (*Match factor*)

Nh = Jumlah alat angkut

n = Jumlah pengisian bucket

Ct = Waktu edar alat gali muat

Nl = Jumlah *excavator*

Ch = Waktu edar alat angkut

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu dengan mempelajari literature yang berkaitan dengan penelitian seperti:

a. Studi Pustaka

Mempelajari berbagai literatur berupa jurnal tambang, *hand book* maupun laporan yang erat kaitannya dengan pokok pembahasan sehingga dijadikan sebagai kerangka acuan pembahasan di dalam laporan ini.

b. Pengamatan Lapangan

Dalam penelitian ini, penulis mengamati aktivitas penambangan serta mendapatkan data secara langsung dilapangan yaitu pada departemen engineering CV.Bunda Kandung

c. Data primer

Data primer adalah data yang di peroleh secara langsung oleh dilapangan, adapun data primer yang di ambil dalam penelitian ini adalah :

1. Waktu edar alat gali muat dan alat angkut

Data waktu edar alat gali muat dan alat angkut ini diperoleh dari front penambangan dihitung dengan menggunakan stopwatch sebanyak 2 sampel, yaitu pengambilan data pada saat setelah hujan dan pengambilan data pada saat sedang tirik matahari. Tujuannya adalah untuk membandingkan *Cycle time* alat mekanis secara actual dilapangan. Disusun kedalam bentuk table kemudian akan didapati *Cycle time* rata-rata.

2. Jumlah unit alat gali muat yang digunakan
Jumlah unit alat gali muat yang digunakan diperoleh dengan cara menghitung keseluruhan unit yang di pakai dalam penambangan.

d. Data Sekunder

Data sekunder adalah data diperoleh melalui perantara atau secara tidak langsung yang dapat dari sumber yang sudah ada, adapun data skunder pada penelitian ini ialah :

1. Spesifikasi alat gali muat dan alat angkut.
Spesifikasi alat gali muat didapatkan dari dokumen yang tersedia di handbook alat mekanis.
2. Data jam ketersediaan peralatan mekanis.
Data jam ketersediaan pralatan mekanis didapatkan dari dokumen yang telah tersedia di perusahaan.
3. Target produksi *overburden* .
Data produksi *overburden* didapatkan dari dokumen yang telah tersedia di perusahaan.
4. Peta lokasi tambang dan peta geologi
Peta lokasi tambang dan peta geologi dari dokumen perusahaan
5. Data sweel factor. Data ini doperoleh dari table bobot isi dan factor pengembangan matrial Menurut **Prodjasmarto**.
6. Hujan dan slippery
Data yang di peroleh langsung dari perusahaan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kondisi tempat kerja

Pemuatan material hasil pengupasan yang dilakukan oleh excavator menggunakan cara top loading dan posisi pemuatan *paralle cut with and back* dengan *single truck back up*, yaitu dilakukan dengan posisi alat angkut membelakangi alat muat dan siap diisi.

b. Waktu kerja

Waktu kerja efektif merupakan waktu kerja sesungguhnya yang digunakan untuk melakukan operasi penambangan batubara, karena pada nyatanya tidak semua waktu kerja yang telah disediakan oleh perusahaan benar-benar digunakan secara optimal oleh para operator dan alatnya untuk beroperasi. Hal ini disebabkan karena adanya hambatan-hambatan yang berpotensi mengurangi waktu kerja yang tersedia. Sehingga perlu dilakukan optimasi terhadap waktu kerja efektif tersebut.

Tabel 1.1 waktu kerja

Waktu Kerja CV. Bunda Kandung			
Hari	Waktu kerja		Total waktu
Kerja	Shift 1	Shift 2	(Jam)
Senin	07.00 -18.00	19.00 - 06.00	20
Selasa	07.00 -18.00	19.00 - 06.00	20
Rabu	07.00 -18.00	19.00 - 06.00	20
Kamis	07.00 -18.00	19.00 - 06.00	20
Jumat	07.00 -18.00	19.00 - 06.00	20
Sabtu	07.00 -18.00	19.00 - 06.00	20
Minggu	07.00 -18.00	19.00 - 06.00	20
Total waktu kerja			140

c. Cycle time alat gali muat

Cycle time excavator Doosan Dx 520 Lca adalah 23,5 detik. Dimana waktu rata – rata gali/digging = 8,17 detik, swing load/ ayun isi = 4,67 detik, dump bucket/

waktu buang = 6,97 detik, swing empty/ ayun kosong = 3,67 detik.

Tabel 1 .2 cycle time Doosan Dx 520 Lca

No	Cycle time excavator Doosan Dx 520 Lca	
	Keterangan	Detik
1		
2		
3	Waktu gali	8,17
4	Waktu ayun berisi	4,67
	Waktu tumpah	6,97
	Waktu ayun kosong	3,67
Cycle time		23,5

d. Cycle time aktual alat angkut

Untuk jarak disposal *overburden* dengan jarak front penambangan adalah ± 250 m. dengan waktu manuever muat adalah 71,4 detik, waktu muat 125,4 detik, waktu travel berisi 174 detik, waktu manuever tumpah 52,2 detik, waktu tumpah 83,4 detik, waktu travel kosong 144 detik. Cycle time alat angkut adalah 643,8 detik.

Tabel 1.3 Cycle time alat angkut

Cycle time XCMG HANVAN G7							
NO	Waktu manuver	Waktu	Waktu	Waktu manuver	Waktu	Waktu travel	Cycle time
	muat	muat	travel berisi	tumpah	tumpah	kosong	
\bar{x} (detik)	71,4	125,4	174,	51,96	83,4	144,00	643,8

e. Produktivitas alat gali muat dan alat angkut aktual

Tabel 1.4 produktivitas alat gali muat dan alat angkut

No	Jenis Alat	Jumlah Alat	Jumlah pengisian	Produksi Yang Dihasilkan	
				Bcm/Jam	Bcm/Jam

1	Doosan dx520 lca	1		302,27	153.251,68
2	Dump truck XCMG Hanvan G7	4	5	53,98	109.465,48

f. Match faktor aktual

Tabel 1.5 Match faktor aktual

Match Faktor Aktual		
Rumus	Perhitungan	
MF= $\frac{\text{Jumlah alat angkut} \times \text{Ct alat gali} \times \text{banyaknya pengisian}}{\text{Jumlah alat gali} \times \text{Ct Alat angkut}}$	Mf = $\frac{4 \times 23 \times 5}{1 \times 644}$	0,714

Besarnya Cycle time alat angkut mengakibatkan keserasian alat gali muat dan alat angkut kurang dari 1. Artinya alat gali muat bekerja kurang dari 100% sementara alat angkut bekerja dengan keadaan sibuk sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat untuk datangnya alat angkut.

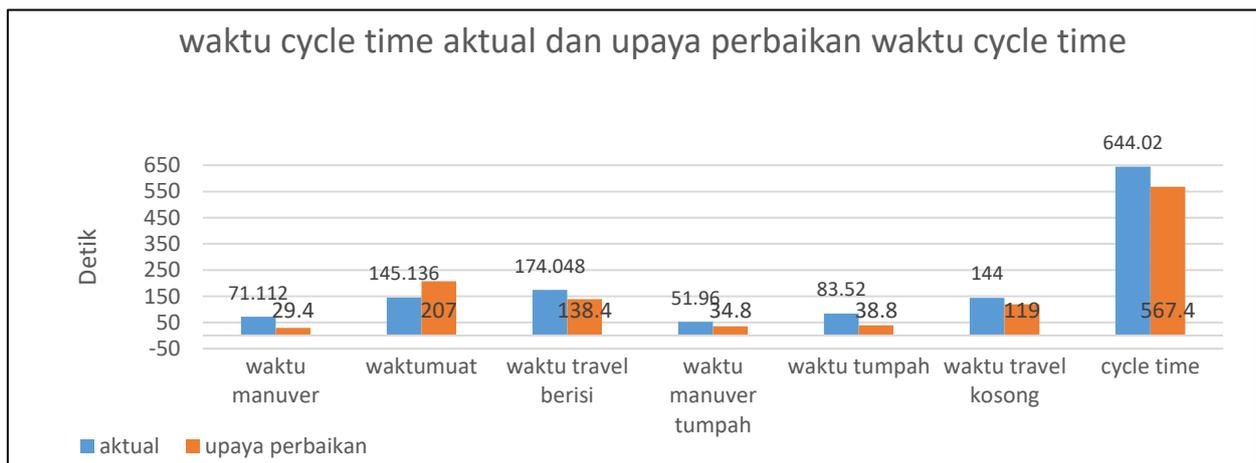
g. Upaya perbaikan cycle time alat angkut

Faktor penyebab tingginya waktu edar alat angkut diakibatkan adanya waktu tunggu sehingga terjadinya antrian. Rendahnya kemampuan alat penunjang seperti alat pendorong material memberikan dampak pada waktu edar. Sehingga pada dumping overburden disposal mengalami antrian. Upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan produktivitas alat gali muat dan alat angkut yaitu dengan memaksimalkan kapasitas yang dimiliki oleh alat angkut dan meminimalisir Cycle time sehingga didapatkan Cycle time alat angkut yang optimal. Setelah dilakukan upaya perbaikan Cycle time alat angkut, maka didapat waktu edar dari 644,02 detik menjadi 567,4 detik. Cycle time alat angkut setelah perbaikan dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 1.6 Cycle time alat angkut setelah perbaikan

CYCLE TIME ALAT ANGKUT						JARAK DISPOSAL ±250M	
NO	Waktu manuver	Waku Muat (s)	Waktu Travel berisi(s)	Waktu manuver Tumpah (s)	Waktu Tumpah (s)	Waktu travel Kosong (s)	Cycle Time (s)
	1	29,4	207	138,4	34,8	38,8	119

Gambar 1.1 perbandingan Cycle time aktual dan setelah perbaikan



h. Upaya Optimalisasi Kapasitas alat angkut

Daya angkut *dumptruck* XCMG Hanvan G7 adalah 36.000 kg dan kapasitas vessel adalah 22 bcm. *Dumptruck* XCMG Hanvan G7 hanya mengangkut *overburden* sebesar 25.000 kg *overburden* atau = 16 Bcm . Dengan pengisian tiap *dump truck* adalah 5 mangkuk pengisian. Tingginya tingkat kohesivitas dari jenis material menyebabkan material tersebut menjadi lengket pada dasar vessel *dumptruck*. Mengakibatkan waktu tumpah *dumptruck* bertambah dan *Cycle time dump truck* XCMG Hanvan G7 akan bertambah. Adapun upaya yang dilakukan untuk memaksimalkan kapasitas alat angkut yaitu dengan meletakkan material yang lebih keras terlebih dahulu kemudian diikuti dengan material yang lebih lunak berada di posisi atas dan menambah jumlah pengisian dari 5 mangkuk pengisian menjadi 6 mangkuk pengisian. Dari 16 Bcm *overburden* atau setara dengan 25.000 kg *overburden*, setelah diberikan penambahan jumlah pengisian maka didapatkan hasil 19,2 Bcm atau = 30.720 kg *overburden*.

i. Produktivitas alat gali muat dan angkut setelah perbaikan

Setelah dilakukan upaya perbaikan *Cycle time* alat angkut dan menambahkan kapasitas alat angkut produktivitas mengalami kenaikan. Adapun produktivitas alat gali muat dan alat angkut setelah perbaikan adalah:

Tabel 1.7 produktivitas alat gali muat dan alat angkut setelah perbaikan

No	Jenis Alat	Jumlah Alat	Jumlah pengisian	Produksi Yang Dihasilkan	
				Bcm/Jam	Bcm/Jam
1	Doosan dx520 lca	1	6	298,61	151.397,17
2	Dt XCMG Hanvan G7	4		74,26	150.596,12

j. Upaya perbaikan *match faktor*

Adapun faktor keserasian alat setelah perbaikan dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 1.8 Match Faktor setelah perbaikan

Match Faktor setelah perbaikan		
Rumus	Perhitungan	
MF= $\frac{\text{Jumlah alat angkut} \times \text{Ct alat gali} \times \text{banyaknya pengisian}}{\text{Jumlah alat gali} \times \text{Ct Alat angkut}}$	$Mf = \frac{4 \times 23,5 \times 6}{1 \times 567,4}$	0,973

Setelah dilakukan upaya perbaikan *Cycle time* alat angkut didapatkan *match* sebelum perbaikan yaitu 0,71 dan setelah perbaikan 0,97 *Match faktor* yang berarti MF<1 atau mendekati. Hal ini diakibatkan

karena tingginya waktu tunggu pada front penambangan dan disposal *overburden* sehingga terdapat waktu antrian. penambangan

didapatkan *match faktor* alat gali muat dan alat angkut dari 0,71 menjadi 0,97. Nilai *Match faktor* masih belum mencapai 1 yang artinya alat gali muat *excavator* Doosan Dx520 Lca masih menunggu

4. Setelah dilakukan upaya perbaikan pada *cycle time* alat angkut dan memaksimalkan daya angkut , maka didapatkan produktivitas alat angkut dari 109.465,48 bcm menjadi 150.596,12 bcm/bulan.

KESIMPULAN

1. *Cycle time* aktual alat gali muat excavator Doosan Dx520 Lca 23,5 detik dan alat angkut Dump Truck Hanvan G7 adalah 677,2 detik. datangnya alat angkut .
2. Berdasarkan spesifikasi alat angkut Kapasitas alat angkut Dump Truck Hanvan G7 dapat mengangkut material hingga 36.000 kg dengan ukuran *vessel* bak alat angkut 22 Bcm. Dari hasil produksi actual yang terjadi di lapangan, alat angkut Dump Truck Hanvan G7 hanya menampung 25.000 kg *overburden* atau = 16 bcm dengan pengisian tiap *dump truck* 5 mangkuk. Upaya yang dilakukan adalah dengan menambahkan jumlah pengisian mangkuk dari 5 menjadi 6 mangkuk , didapatkan hasil yang optimal dari 25.000 kg menjadi 30.720 kg atau dari 16 bcm menjadi 19,2 bcm *overburden*.
3. Setelah dilakukan upaya perbaikan *cycle time* alat angkut dari 677,2 menjadi 567,4. menambah jumlah pengisian pada alat angkut, maka

SARAN

1. Untuk mencapai target produksi, maka harus dilakukan manajemen, komunikasi, dan koordinasi yang baik antar semua pihak dari mulai operator, pengawas, supervisor, asisten manajer, dan manajer dalam satuan kerja tambang dan satuan kerja terkait. sehingga apapun kondisi dan permasalahan yang ada di lapangan dapat teratasi secara efektif dan efisien. Dengan begitu, kegiatan produktivitas *overburden* akan berjalan aman dan lancar.

2. Perlunya pemeliharaan alat secara berkala agar peralatan mekanis dapat tetap bekerja secara optimal sehingga akan mengurangi dampak terburuk dari kerusakan alat.
3. Untuk mengurangi terjadinya antrian pada *loading point* dan *dumping area* maka diperlukan alat pendukung seperti *dozer* untuk mengontrol timbunan overburden dan memperbaiki jalan di sekitaran arel kerja, sehingga akan membantu mengurangi tingginya *cycle time* alat angkut.

DAFTAR PUSTAKA

Elliot, M.A. dan Yohe, G.R., 1981. *The coal industry and coal research and development in prospective. Chemistry of Coal Utilization – Secobd Supplementary Volume*. New York.

Hustrulid, W.A., 1995. *Open Pit Mine Planning and Design*. Society for Mining Metallurgy & Exploration.

Indonesianto, Yanto., 2005. *Pemindahan Tanah Mekanis*. CV. Awan Poetih. Yogyakarta.

Prodjosumarto, Partanto., 1989. *Tambang Terbuka*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Prodjosumarto, Partanto., 2000. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Rochmanhadi, 1982. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Cetakan III. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.

Sulistianto, Budi., 2005. *Diktat TA 2231 Peralatan Tambang*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.

Tenriajeng, A.T., 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Universitas Gunadarma. Jakarta.