

Kajian Teknis Produksi Alat Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan *Overburden* Tambang Batubara di PT Mandiri Intiperkasa, Kalimantan Utara

Eddy Winarno, Inmarlinianto, Aldi Suretno

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta,
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia
email: aldisuretno@gmail.com

ABSTRACT

PT. Mandala Karya Prima is a company which are engaged in mining having cooperation operational mining with PT .Mandiri Mandiri Intiperkasa is located in Sembakung Distrct , Nunukan Regency and Sesayap Hilir District , Tana Tidung Regency , North Kalimantan. Activities the demolition ground covers now carried out using backhoe Komatsu PC2000 as a means of load, and dumptruck Komatsu HD785-7 as conveyance. The study is done to know production level of each instrument for be able to reach whose production has set.

Problems current is no achieve the target of stripping saw production of 397.600 bcm/month .Production which may be generated instrument load is of 336.275,28 bcm/month and 5 unit conveyance of 330.780,48 bcm/month .There are factors barrier that affects production, so that required the study of factors barrier the target production can be achieved. The data retrieved of time he instrument load, time he conveyance, factors development, factors charging bowl, geometry the way, obstacles work, a mechanical device and specification.

Efforts to be made the target production stripping saw could achieve its with improving time work so efficiency work instrument increased and optimize time he instrument. Efficiency work instrument load increased from 69,19% to 74,39% , and efficiency in conveyance increased from 67,65% to 74,05% .Time he instrument load after to the repair of 37,68 second to 33 seconds , and time he conveyance of 15,61 minutes to 14,05 minutes .After conducted improvement in working time effective instrument and time he obtained s production capacity of 412.941,68 bcm/month for the load and 402.280,32 bcm/month in conveyance.

Keywords: Production, Overburden, Coal Mining

ABSTRAK

PT. Mandala Karya Prima adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan yang memiliki kerjasama operasional pertambangan dengan PT. Mandiri Inti Perkasa yang terletak di Kecamatan Sembakung, Kabupaten Nunukan dan Kecamatan Sesayap Hilir, Kabupaten Tanah Tidung, Kalimantan Utara. Kegiatan pembongkaran tanah penutup saat ini dilakukan menggunakan *backhoe* Komatsu PC2000 sebagai alat muat, dan *dumptruck* Komatsu HD785 sebagai alat angkut. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat produksi dari masing-masing alat untuk bisa mencapai target produksi yang telah ditetapkan.

Permasalahan yang terjadi saat ini adalah belum tercapainya target produksi pengupasan *overburden* sebesar 397.600 bcm/bulan. Produksi yang dapat dihasilkan alat muat adalah sebesar 336.275,28 bcm/bulan dan 5 unit alat angkut sebesar 330.780,48 bcm/jam. Terdapat faktor-faktor penghambat yang mempengaruhi produksi, sehingga diperlukan kajian terhadap faktor penghambat agar target produksi dapat tercapai. Data yang diambil berupa waktu edar alat muat, waktu edar alat angkut, faktor pengembangan, faktor pengisian mangkuk, geometri jalan, hambatan kerja, dan spesifikasi alat mekanis.

Upaya yang dapat dilakukan agar target produksi pengupasan *overburden* dapat tercapai yaitu dengan meningkatkan waktu kerja sehingga efisiensi kerja alat meningkat dan mengoptimalkan waktu edar alat. Efisiensi kerja alat muat meningkat dari 69,19% menjadi 74,39 %, dan efisiensi pada alat angkut meningkat dari 67,65% menjadi 74,05%. Waktu edar alat muat setelah dilakukan perbaikan dari 37,68 detik menjadi 33 detik, dan waktu edar alat angkut dari 15,61 menit menjadi 14,05 menit. Setelah dilakukan perbaikan pada waktu kerja efektif dan waktu edar alat didapatkan kemampuan produksi sebesar 412.941,68 bcm/bulan untuk alat muat dan 402.280,32 bcm/bulan pada alat angkut.

Kata Kunci: Produksi, *Overburden*, Tambang Batubara

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Mandala Karya Prima merupakan perusahaan yang bekerja sama dengan PT. Mandiri Inti Perkasa sebagai kontraktor pertambangan. PT. Mandala

Karya Prima dalam kegiatan penambangan mengelola kegiatan pembersihan lahan, pengupasan *overburden*, pengangkutan *overburden* serta pembongkaran batubara.

Kegiatan pengupasan *overburden* yaitu penggalian suatu lapisan tanah atau batuan yang berada diatas bahan galian, agar bahan galian tersebut dapat dimanfaatkan. PT. Mandala Karya Prima dalam melakukan kegiatan pengupasan *overburden* menggunakan kombinasi alat mekanis yaitu alat muat *backhoe* Komatsu PC2000-8 dengan kapasitas *bucket* 14m³ dan menggunakan alat angkut *dump truck* Komatsu HD785-7. Produksi yang didapatkan pada saat dilakukan penelitian adalah sebesar 611,35 bcm/jam, dari terget produksi yang ditetapkan adalah 700 bcm/jam. Kajian terhadap kinerja alat muat dan alat angkut diperlukan pada kegiatan pengupasan dan pengangkutan *overburden* agar dapat mencapai target produksi yang telah ditetapkan yaitu 700 bcm/jam.

1.2 Tujuan Penelitian

Ada pun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis faktor-faktor penghambat yang menjadi penyebab belum tercapainya target produksi.
2. Melakukan upaya peningkatan produksi dengan cara memperbaiki penyebab tidak tercapainya target produksi.
3. Mengetahui produksi alat muat dan alat angkut setelah dilakukan upaya perbaikan.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian dibatasi pada permasalahan teknis kerja alat muat Komatsu PC2000-8 dengan kapasitas *bucket* yaitu 14m³ dan alat angkut Komatsu HD785-7.
2. Kajian produksi alat muat dan alat angkut didasarkan pada pertimbangan aspek teknis dan tidak memperhitungkan aspek ekonomi.
3. Penelitian dibatasi hanya pada *Pit B Rawa Selatan* PT. Mandala Karya Prima.

II METODE PENELITIAN

2.1 Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Alat Muat dan Alat angkut

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat muat dan alat angkut adalah:

2.1.1 Faktor Pengembangan Material

Yang dimaksud dengan pengembangan material adalah perubahan volume material apabila material tersebut dirubah dari bentuk aslinya. Di alam material didapati dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian-bagian yang kosong yang terisi udara diantara butir-butirnya. Apabila material tersebut digali dari tempat aslinya, maka akan terjadi pengembangan volume. Untuk menyatakan besarnya pengembangan volume ada dua hal yang bisa dihitung yaitu :

- a) Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)
- b) Persen Pengembangan (*Percent Swell*)

2.1.2 Faktor Pengisian Mangkuk (*Bucket Fill Factor*)

Faktor pengisian mangkuk disebut juga sebagai *bucket fill factor*. Faktor pengisian mangkuk (*bucket*) adalah perbandingan antara volume material yang dapat ditampung oleh mangkuk terhadap volume mangkuk secara teoritis (Partanto Prodjosumarto, 1995). Semakin besar faktor pengisian maka semakin besar pula kemampuan nyata dari alat tersebut.

Untuk menghitung faktor pengisian digunakan persamaan sebagai berikut (Pfleider, 1972) :

$$BFF = \frac{V_n}{V_d} \times 100\%$$

Keterangan :

BFF = *Bucket Fill Factor*

V_n = Volume nyata alat muat, m³

V_d = Volume teoritis berdasarkan spesifikasi alat muat, m³

2.1.3 Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar adalah jumlah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis baik alat muat maupun alat angkut untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi. Besarnya waktu edar dari alat-alat mekanis akan berbeda antara material yang satu dengan yang lainnya, hal ini tergantung dari jenis alat dan jenis serta sifat dari material yang ditangani.

a. Waktu Edar Alat Muat

Merupakan penjumlahan dari waktu menggali, waktu ayunan bermuatan, waktu menumpahkan material dan waktu ayunan kosong.

Waktu edar alat muat dapat dinyatakan dalam persamaan (Peurifoy, 2006):

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}$$

Keterangan :

CT_m = Total waktu edar alat muat (menit)

T_{m1} = Waktu untuk mengisi muatan (menit)

T_{m2} = Waktu ayunan bermuatan (menit)

T_{m3} = Waktu untuk menumpahkan muatan (menit)

T_{m4} = Waktu ayunan kosong (menit)

b. Waktu Edar Alat Angkut

Merupakan penjumlahan dari waktu mengatur posisi, waktu isi muatan, waktu angkut muatan, waktu mengatur posisi untuk menumpahkan muatan, waktu

tumpah, waktu kembali kosong. Waktu edar alat angkut dapat dinyatakan dalam persamaan (Peurifoy, 2006) :

$$Cta = Ta_1 + Ta_2 + Ta_3 + Ta_4 + Ta_5$$

Keterangan :

CT_a = Total waktu edar alat angkut (menit)

Ta₁ = Waktu mengatur posisi (menit)

Ta₂ = Waktu diisi muatan (menit)

Ta₃ = Waktu mengangkut muatan (menit)

Ta₄ = Waktu menumpahkan muatan (menit)

Ta₅ = Waktu kembali kosong (menit)

2.1.4. Pola Pemuatan

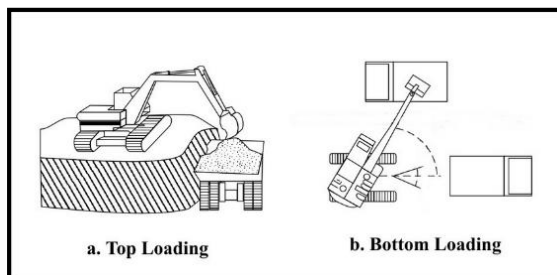
Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan target produksi maka pola pemuatan juga merupakan faktor yang mempengaruhi waktu edar alat. Pola pemuatan berdasarkan dari posisi *dump truck* untuk dimuati hasil galian *backhoe* (pola galian muat), yaitu:

a. Top loading

Backhoe melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya di atas jenjang atau posisi *dumptruck* berada disatu level dibawah *backhoe*. Cara ini hanya dipakai pada alat muat *excavator backhoe*. Selain itu keuntungan yang diperoleh yaitu operator lebih leluasa untuk melihat bak dan menempatkan material (Gambar 1).

b. Bottom loading

Dimana posisi truk dan *backhoe* berada pada satu level (sama-sama di atas jenjang). Merupakan pola pemuatan yang mana kedudukan alat muat sejajar dengan kedudukan alat angkut (posisi alat muat sama tingginya dengan alat angkut). Cara ini dipakai pada alat muat *power shovel* (Gambar 1).



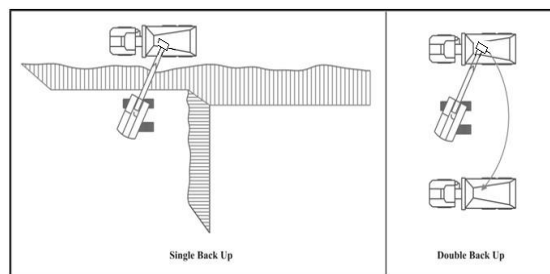
Sumber: Herbert L. Nichols dalam Yanto Indonesianto, 2015, *Pemindahan Tanah Mekanis : III-45*

Gambar 1
Pola Top Loading dan Bottom Loading

Berdasarkan dari jumlah penempatan posisi *dump truck* untuk dimuati terhadap posisi *backhoe* (biasa disebut pola muat), yaitu :

a. *Single Back Up*, yaitu *truck* memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat (Gambar 2)

b. *Double Back Up*, yaitu *truck* memposisikan diri untuk dimuati pada dua tempat (Gambar 2)



Sumber: Herbert L. Nichols dalam Yanto Indonesianto, 2015, *Pemindahan Tanah Mekanis : III-45*

Gambar 2
Pola Muat Single Back Up dan Double Back Up

2.1.5. Efisiensi Kerja

Effisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Dalam perhitungannya digunakan *persentase* waktu kerja efektif (%). Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah :

a. Kondisi tempat kerja

Kondisi tempat kerja dalam hal ini adalah lokasi daerah penambangan dan kondisi jalan angkut sangat berpengaruh pada efisiensi kerja peralatan mekanis dalam kegiatan penambangan. Dengan kondisi tempat kerja yang baik maka alat mekanis dapat bekerja dengan optimal, lain halnya dengan kondisi tempat kerja yang buruk akan mengakibatkan alat tidak dapat bekerja secara optimal.

b. Kondisi cuaca

Dalam keadaan cuaca yang panas dan banyak debu sangat mengganggu kerja dari operator, sehingga dapat mempengaruhi kelincihan gerak peralatannya. Pada waktu musim hujan, kondisi tempat kerja dan jalan angkut yang tidak diperkeras akan menjadi berlumpur, sehingga peralatan mekanis yang dioperasikan tidak dapat bekerja secara optimal.

c. Faktor manusia

Faktor manusia sangat mempengaruhi efisiensi kerja kegiatan penambangan, dalam hal ini adalah kedisiplinan dalam kegiatan pekerjaan. Dengan bekerja pada waktu yang telah ditentukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan maka diharapkan efisiensi akan semakin meningkat. Sebaliknya dengan pekerja yang tidak disiplin maka efisiensi sangat berkurang, sehingga target produksi tidak tercapai. Peralatan mekanis akan menghasilkan persen pengisian yang tinggi apabila alat tersebut dioperasikan oleh operator yang terampil dan berpengalaman.

d. Waktu Tunda

Waktu tunda dapat meliputi hambatan yang terjadi selama dilakukan kegiatan penambangan. Hal tersebut dapat mempengaruhi waktu kerja efektif.

Waktu kerja efektif adalah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kerja atau waktu kerja yang tersedia yang sudah dikurangi dengan waktu hambatan kerja. Sedangkan waktu kerja tersedia adalah waktu yang diberikan dalam dua *shift* kerja secara keseluruhan tanpa memperhitungkan hambatan yang terjadi. Hambatan yang terjadi dibedakan menjadi 2 yaitu :

a) Hambatan yang dapat dihindari.

Contoh : keterlambatan beroperasi, istirahat terlalu awal, dan lain-lain.

b) Hambatan yang tidak dapat dihindari.

Contoh : hambatan cuaca, kerusakan alat.

Adanya hambatan yang terjadi selama jam kerja akan mengakibatkan waktu kerja efektif semakin

kecil. Adapun rumus persamaannya adalah sebagai berikut :

$$W_{ke} = W_{kt} - W_{ht}$$

$$\text{Efisiensi kerja} = \frac{W_{ke}}{W_{kt}} \times 100\%$$

Keterangan:

W_{ke} = waktu kerja efektif, menit

W_{kt} = waktu kerja tersedia, menit

W_{ht} = waktu hambatan, menit

2.2 Geometri Jalan Angkut

Geometri jalan yang memenuhi syarat adalah bentuk dan ukuran dari jalan tambang itu sesuai dengan tipe (bentuk, ukuran dan spesifikasi) alat angkut yang dipergunakan dan kondisi medan yang ada, sehingga dapat menjamin serta menunjang segi keamanan dan keselamatan operasi pengangkutan. Geometri jalan tersebut merupakan hal yang mutlak harus dipenuhi (Yanto Indonesianto, 2015). Beberapa faktor penunjang dalam pengoperasian peralatan mekanis, khususnya untuk alat angkut adalah kondisi dan dimensi jalan, yang meliputi lebar, besarnya tikungan maupun kemiringan dari jalan angkut, serta konstruksi jalan yang digunakan.

2.2.1 Lebar Jalan Angkut

Adapun lebar jalan yang harus diperhatikan untuk jalan angkut yaitu:

a. Lebar pada jalan lurus

Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus didasarkan pada *rule of thumb* yang dikemukakan oleh AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) *Manual Rural Highway Design*, dengan persamaan sebagai berikut :

$$L = (n \times W_t) \times (n \times 1)(0,5 \times W_t); \text{ meter}$$

Keterangan:

L = Lebar minimum jalan angkut lurus, meter

n = Jumlah jalur

W_t = Lebar alat angkut total, meter

Perumusan diatas hanya digunakan untuk perhitungan lebar jalan angkut dua jalur. Nilai 0,5 pada rumus diatas menunjukkan bahwa ukuran aman kedua kendaraan berpapasan adalah sebesar 0,5 W_t , yaitu setengah lebar terbesar dari alat angkut yang bersimpangan. Ukuran 0,5 W_t juga digunakan untuk jarak dari tepi kanan atau kiri jalan ke alat angkut yang melintasi secara berlawanan (Gambar 3).

b. Lebar pada jalan tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar dari pada lebar pada jalan lurus (Gambar 4). Untuk jalur ganda, lebar minimum pada tikungan dihitung berdasarkan pada :

1) Lebar jejak ban

2) Lebar jantai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang roda saat membelok

3) Jarak antara alat angkut yang bersimpangan

4) Jarak (spasi) alat angkut terhadap tepi jalan.

Perhitungan terhadap lebar jalan angkut pada tikungan atau belokan dapat menggunakan persamaan :

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

$$C = Z = \frac{1}{2}(U + Fa + Fb)$$

Keterangan :

W = Lebar jalan angkut minimum pada tikungan, (meter)

n = Jumlah jalur

U = Jarak jejak roda kendaraan, (meter)

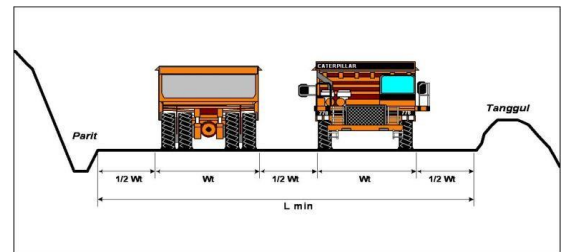
Fa = Lebar jantai depan (meter) = $Ad \times \sin \alpha$

Fb = Lebar Jantai belakang (meter) = $Ab \times \sin \alpha$

Ad = Jarak as roda depan dengan bagian depan truk (meter)

Ab = Jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk (meter)

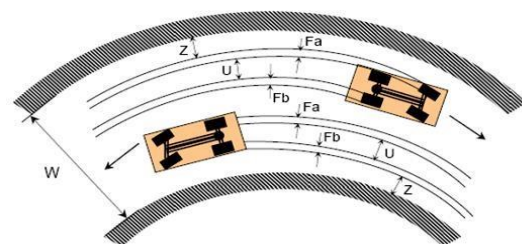
$C = Z$ = Jarak antara dua truk yang akan bersimpangan (meter)



Sumber : *Design Of Surface Mine Haulage Road-A Manual*, Walter W Kaufman, 1981

Gambar 3

Lebar Jalan Angkut Lurus untuk Dua Jalur



Sumber : *Design Of Surface Mine Haulage Road-A Manual*, Walter W Kaufman, 1981

Gambar 4

Lebar Jalan Angkut Dua Jalur pada Tikungan

2.2.2 Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan atau *grade* jalan angkut merupakan satu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam kegiatan kajian terhadap kondisi jalan tambang tersebut. Hal ini dikarenakan kemiringan jalan angkut berhubungan langsung dengan kemampuan alat angkut, baik dari pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan. Kemiringan jalan umumnya dinyatakan dalam persen (%). Dalam pengertiannya, kemiringan 1 % berarti jalan tersebut naik atau turun 1 meter atau 1 ft untuk jarak mendatar 100 m atau 100 ft. Kemiringan jalan angkut dapat dihitung dengan

menggunakan rumus sebagai berikut (Indonesianto, 2015):

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

$$\text{Grade } (\alpha ^\circ) = \arctan \frac{\Delta h}{\Delta x}$$

Keterangan :

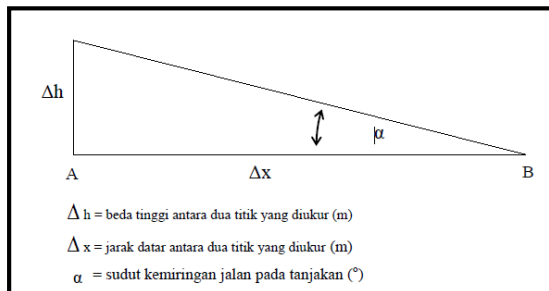
Δh = beda tinggi antara 2 titik yang diukur (m)

Δx = jarak datar antara 2 titik yang diukur (m)

Gambar 5 berikut ini dapat digunakan untuk mempermudah dalam memahami keterangan pada perhitungan kemiringan (*grade*) jalan angkut.

Secara umum kemiringan jalan maksimum yang dapat dilalui dengan baik oleh alat angkut besarnya berkisar antar 10% - 18%. Akan tetapi untuk jalan menanjak maupun jalan menurun pada daerah perbukitan lebih aman kemiringan jalan maksimum dibawah 10 %. Besar kemiringan jalan pada tanjakan dapat mempengaruhi hal-hal seperti berikut:

- Kecepatan kendaraan menurun sehingga kemampuan produksi dari alat juga mengalami penurunan.
- Beban pada transmisi akan meningkat.
- Kendaraan sulit dikontrol pada kondisi basah.



Sumber : Yanto Indonesianto, 2015, *Pemindahan Tanah Mekanis : II-5*

Gambar 5
Kemiringan Jalan Angkut

2.3 Kemampuan Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

Kemampuan produksi alat dapat digunakan untuk menilai kinerja dari alat muat dan alat angkut. Semakin baik tingkat penggunaan alat maka semakin besar produksi yang dihasilkan alat tersebut

Secara umum perhitungan untuk memperkirakan produksi alat mekanis dapat dirumuskan sebagai berikut (Pfleider, 1972):

$$Q = C \times \text{Jumlah Trip/jam} \times Sf \times BFF \times Eff \times Fk$$

Keterangan :

$$Q = \text{Produksi alat (BCM/jam)}$$

$$C = \text{Kapasitas alat (m}^3\text{)}$$

$$\text{Trip per jam} = \left(\frac{3600}{Ct} \right)$$

$$Eff = \text{Effisiensi kerja (\%)}$$

$$BFF = \text{Faktor pengisian bucket (\%)}$$

$$Sf = \text{Swell factor.}$$

$$Fk = \text{Faktor koreksi.}$$

Pada dasarnya hampir semua produksi alat mekanis dapat dihitung dengan persamaan diatas, walaupun terdapat sedikit modifikasi karena sifat pemakaian alat yang spesifik.

2.3.1 Kemampuan Produksi Alat Muat

Perhitungan untuk produksi alat muat adalah :

$$Q_{tm} = \frac{3600}{C_{tm}} \times C_m \times BFF \times Eff \times Sf$$

Keterangan :

$$Q_{tm} = \text{Kemampuan produksi alat muat (BCM/jam)}$$

$$C_{tm} = \text{Waktu edar alat muat sekali pemuatan (menit)}$$

$$C_m = \text{Kapasitas bucket alat muat (m}^3\text{)}$$

$$BFF = \text{Faktor pengisian bucket (\%)}$$

$$Eff = \text{Effisiensi kerja (\%)}$$

$$Sf = \text{Faktor Pengembangan (Swell factor)}$$

2.3.2 Kemampuan Produksi Alat Angkut

Perhitungan produksi untuk alat angkut adalah :

$$Q_{ta} = \frac{3600}{C_{ta}} \times N_a \times C_a \times Eff \times Sf$$

Keterangan :

$$Q_{ta} = \text{Kemampuan produksi alat angkut (BCM/jam)}$$

$$N_a = \text{Jumlah alat angkut (unit)}$$

$$C_{ta} = \text{Waktu edar alat angkut (menit)}$$

$$C_a = \text{Kapasitas bak alat angkut (m}^3\text{)}$$

$$= n \times C_m \times BFF$$

$$n = \text{Jumlah pengisian bucket alat muat untuk memenuhi bak alat angkut}$$

$$C_m = \text{Kapasitas bucket alat muat (m}^3\text{)}$$

$$BFF = \text{Faktor pengisian bucket (\%)}$$

$$Eff = \text{Effisiensi kerja (\%)}$$

$$Sf = \text{Faktor Pengembangan (Swell factor)}$$

III HASIL PENELITIAN

3.1 Tinjauan Lokasi Penambangan

Tinjauan terhadap kondisi tempat kerja bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi tempat kerja sudah mendukung atau belum pada kegiatan pemuatan dan pengangkutan. Pada saat musim kemarau kondisi jalan berdebu akibat kondisi jalan yang kering dan berpasir yang dilalui oleh alat angkut, sedangkan pada saat musim hujan kondisi jalan licin dan jalan menjadi bergelombang akibat alat angkut yang melewati jalan saat kondisi jalan basah. Hal ini menjadi salah satu penyebab alat angkut terhambat saat melakukan kegiatan penambangan.

3.1.1 Kondisi Front Penambangan

Kegiatan penambangan berada pada area *Pit B Rawa Selatan PT. Mandala Karya Prima*. Pengupasan *overburden* dilakukan dengan cara *free digging* dengan material *overburden* adalah batupasir. *Front* penambangan memiliki lebar *loading point* yang bervariasi. *Front* penambangan memiliki area yang luas, karena wilayahnya relatif datar. Lebar *front* penambangan berkisar antara 30 meter hingga 50 meter.



Gambar 6
Kondisi *Front* Penambangan

3.1.2 Pola Pemuatan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, pola pemuatan yang digunakan di lapangan dengan menggunakan pola *top loading*, yaitu alat muat melakukan pemuatan dengan menempatkan dirinya diatas jenjang atau alat angkut berada dibawah alat muat. Untuk pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan alat angkut adalah menggunakan pola *single back up*, yaitu alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat, sedangkan alat angkut berikutnya menunggu alat angkut pertama dimuati sampai penuh. Setelah alat angkut pertama berangkat, maka alat angkut kedua memposisikan diri untuk dimuati dan begitu seterusnya.

3.1.3 Geometri Jalan Angkut

Jarak jalan angkut untuk pengangkutan *overburden* adalah sejauh 1693,17 m. Geometri jalan angkut yang memenuhi syarat adalah yang bentuk dan ukuran-ukurannya sesuai dengan tipe alat angkut yang digunakan dan kondisi medan yang ada, sehingga dapat menjamin dan menunjang keamanan, serta keselamatan dalam operasi pengangkutan. Geometri jalan angkut meliputi lebar jalan angkut pada jalan lurus, lebar jalan angkut pada jalan tikungan, dan kemiringan jalan angkut (Tabel 1).

Tabel 1
Kondisi Jalan Angkut Komatsu HD785 Unit 4155
Tiap Segment

Segment	Jarak (meter)	Perbedaan Elevasi (m)	ΔH (meter)	Grade (%)	Lebar Lurus (m)	Lebar Tikungan (m)
A-B	114,35	22,24	28,19	5,96	5,20	31,157
B-C	95,55	28,19	30,07	1,88	1,91	-
C-D	110,57	30,07	35,87	5,80	5,48	23,460
D-E	99,75	35,87	43,64	7,77	7,68	-
E-F	136,91	43,64	49,35	5,71	4,19	20,788
F-G	288,00	49,35	42,47	-6,87	2,38	21,903
G-H	359,92	42,47	49,63	7,16	1,98	-
H-I	267,80	49,63	51,89	2,26	0,84	25,624
I-J	184,30	51,89	60,25	8,36	4,40	27,401

3.2 Faktor Pengembangan (Swell Factor)

Densitas material *overburden* pada wilayah penambangan, diperoleh dari *Departement Engineering* PT. Mandala Karya Prima. Material *overburden* pada wilayah *front* penambangan memiliki densitas *loose* 1,78 ton/m³ dan densitas

bank sebesar 2,25 ton/m³, serta memiliki nilai *swell factor* sebesar 0,79 dan nilai *persent swell* sebesar 26,46.

3.3 Faktor Pengisian Bucket (Bucket Fill factor)

Bucket Fill Factor merupakan faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata pada *bucket* alat muat dalam melakukan pemuatan ke *truck*. *Bucket Fill Factor* dari alat muat Komatsu PC2000 Unit 279 sebesar 81%

3.4 Waktu Edar (Cycle Time)

Pengamatan waktu edar alat gali-muat dilakukan pada saat alat muat memproduksi melayani alat angkut pada *front* penambangan, waktu yang diperoleh merupakan waktu edar rata-rata alat dalam melakukan kerja. Waktu edar alat muat adalah waktu edar rata-rata yang ditempuh oleh alat muat mulai dari waktu untuk menggali (*digging time*), waktu berputar dengan muatan (*swing load*), waktu menumpahkan muatan ke *vessel truck* (*dumping time*), dan waktu berputar tanpa muatan (*swing empty*). Waktu edar alat muat untuk *overburden* adalah 37,68 detik. 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 adalah 15,61 menit.

Tabel 2
Waktu Tempuh Alat Angkut Tiap Segment

Segment	Jarak Segment (meter)	Beda Tinggi (meter)	Grade (%)	Sebelum Perbaikan			
				Waktu Isi (detik)	Waktu Kosong (detik)	Kec. Isi Km/Jam	Kec. Kosong Km/Jam
A-B	114,35	6,178	5,27	42	34	9,8	12,11
B-C	95,55	1,82	1,86	27	18	12,74	19,11
C-D	110,57	5,88	5,23	31	25	12,84	15,92
D-E	99,75	7,71	7,48	28	21	12,82	17,1
E-F	136,91	6,15	5,15	48	24	10,27	20,54
F-G	288,00	-7,38	-2,54	52	43	19,94	24,11
G-H	359,92	7,15	1,86	61	53	21,24	24,45
H-I	267,80	2,25	0,88	42	32	22,95	30,13
I-J	184,30	8,99	4,92	54	47	12,29	14,12
Total	1693,17			385	297	14,99	19,73

3.5 Efisiensi Kerja

Waktu kerja efektif adalah waktu kerja sesungguhnya untuk melakukan kegiatan penambangan, karena pada nyatanya tidak semua waktu kerja yang sudah disediakan oleh perusahaan benar - benar digunakan secara optimal oleh para operator dan alat yang digunakan untuk beroperasi. Hal ini disebabkan oleh karena adanya hambatan-hambatan yang berpotensi mengurangi waktu kerja yang tersedia. Maka harus dilakukan optimasi terhadap waktu kerja efektif tersebut.

Dalam pengaturan kegiatan kerja penambangan PT. Mandala Karya Prima, dilakukan 2 *shift* kerja dalam 1 hari. 1 *shift* mempunyai durasi waktu 12 jam, yaitu 11 jam kerja dan 1 jam istirahat. Dari waktu tersebut terdapat waktu hambatan yang akan mengurangi waktu kerja normal rata-rata menjadi waktu kerja efektif.

3.5.1. Hambatan yang dapat dihindari

Hambatan yang dapat dihindari merupakan hambatan yang terjadi pada suatu kegiatan dikarenakan akibat adanya penyimpangan-penyimpangan terhadap waktu kerja yang telah dijadwalkan oleh suatu perusahaan. Hambatan yang dapat dihindari yang terdapat di PT. Mandala Karya Prima adalah :

1. Terlambat datang.
2. Berhenti bekerja sebelum istirahat.
3. Istirahat terlalu lama.
4. Keperluan operator.
5. Berhenti kerja terlalu awal.

3.5.2 Hambatan yang tidak dapat dihindari

Hambatan yang tidak dapat dihindari merupakan hambatan yang terjadi pada suatu kegiatan karena :

1. Pengecekan dan perawatan harian.
2. Kerusakan alat.
3. Gangguan cuaca.
4. Perbaikan front kerja.
5. Pengisian bahan bakar.
6. Pindah posisi penempatan alat.

Dari hasil pengamatan dan perhitungan di lapangan maka didapatkan waktu kerja efektif untuk alat muat *backhoe* Komatsu PC2000 Unit 279 adalah sebesar 479 menit/shift dan untuk alat angkut *dump truck* Komatsu HD785-7 adalah sebesar 469,93 menit/shift.

Setelah mendapatkan waktu kerja efektif dan mengetahui kondisi alat, maka dapat mengetahui nilai efisiensi kerja dari alat muat dan alat angkut. Efisiensi kerja adalah suatu perbandingan antara waktu yang telah dipakai untuk bekerja dengan waktu total yang telah disediakan atau ditetapkan oleh perusahaan. Efisiensi kerja dapat digunakan untuk menilai baik atau tidaknya pelaksanaan suatu pekerjaan. Efisiensi kerja alat muat *backhoe* Komatsu PC2000 Unit 279 yaitu sebesar 72% dan alat angkut *dump truck* Komatsu HD785-7 sebesar 72%.

3.6 Produksi Alat Muat dan Alat Angkut

Kemampuan produksi alat muat dan alat angkut pada kegiatan penambangan ini dapat diketahui dengan melakukan perhitungan dari masing-masing rangkaian kerja yang telah ditetapkan. Data kemampuan produksi alat muat dan alat angkut dalam kegiatan pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan saat ini diperoleh dari pengamatan seperti waktu edar alat, kapasitas *bucket* alat muat dan kapasitas bak alat angkut, *bucket fill factor* dan efisiensi kerja.

3.6.1 Produksi Alat Muat

Kegiatan pembongkaran dan pemuatan *overburden* dilakukan dengan menggunakan alat muat Komatsu PC2000 unit 279. Produksi alat muat adalah 336.275,28 bcm/bulan.

3.6.2 Produksi Alat Angkut

Kegiatan pengangkutan material *overburden* dilakukan dengan menggunakan alat angkut Komatsu HD785-7. Produksi alat angkut adalah 330.780,48 bcm/bulan.

IV PEMBAHASAN

Untuk mencapai target produksi yang telah direncanakan, faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dari alat mekanis dianalisis dan dilakukan perbaikan. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi alat muat dan alat angkut dalam melakukan pekerjaan.

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 *front* penambangan memiliki kondisi yang kurang baik, dikarenakan material dasar yang ada adalah batupasir, sehingga diperlukan alat mekanis pendukung seperti *bulldozer*. Kondisi *front* penambangan yang kurang baik akan memerlukan tambahan material bagus untuk menjadi penutup dari material batupasir yang ada.

4.1.2 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.

4.1.3 Geometri Jalan Angkut

a. Lebar Jalan Angkut Lurus

Berdasarkan perhitungan teoritis, lebar jalan angkut lurus minimum untuk 2 jalur memiliki lebar 24,097 meter. Lebar jalan minimal tersebut telah sesuai standar alat angkut Komatsu HD785-7. Untuk jalan angkut aktual, lebar jalan angkut dari *front* ke *disposal* terdapat 3 *segment* jalan yang belum memenuhi lebar jalan angkut minimum, yaitu terdapat pada *segment* C-D, E-F, dan F-G.

b. Lebar Jalan Angkut pada Tikungan

Berdasarkan perhitungan teoritis, lebar jalan angkut minimum pada tikungan adalah 27,386 meter). Lebar jalan angkut aktual pada tikungan belum memenuhi lebar jalan angkut minimum menurut perhitungan teoritis.

c. Kemiringan Jalan Angkut (*Grade*)

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan kemiringan jalan angkut, *grade* tertinggi jalan angkut *overburden* pada *front* penambangan Utara A4 terdapat satu *segment* D-E yang memiliki *grade* 7,48 %. *Grade* maksimal yang dapat diatasi oleh alat angkut Komatsu HD785-7 adalah sebesar 25% dan kemiringan jalan standar yang ditetapkan perusahaan menurut perhitungan ekonomis adalah

10%, sehingga tidak diperlukan perbaikan *grade* jalan angkut.

4.1.4 Faktor Pengisian Mangkuk (*Bucket Fill Factor*)

Bucket fill factor dari alat muat Komatsu PC2000 Unit 279 memiliki nilai sebesar 81%. Nilai *bucket fill factor* dipengaruhi oleh jenis material, kondisi tumpukan material, metode pemuatan material, dan kemampuan operator dalam mengoperasikan alat muat.

4.1.5 Pola Pemuatan

Berdasarkan posisi alat muat terhadap material dan *truck* posisi penggalian dan pemuatan dari alat muat ke alat angkut menggunakan metode *top loading*. Pada penggunaan metode ini alat gali-muat melakukan penggalian terlebih dahulu selanjutnya melakukan pemuatan ke alat angkut. Berdasarkan posisi alat muat terhadap *front* penggalian dan *truck* pengangkutan material *overburden* oleh alat angkut Komatsu HD785-7 menggunakan teknik *single truck back up*. Bila menggunakan teknik pemuatan ini, terjadi waktu tunggu untuk alat angkut, menunggu alat angkut didepannya selesai dilakukan pemuatan. Juga terjadi waktu tunggu pada alat muat, hingga alat angkut berikutnya selesai mengatur posisi.

4.2. Upaya Peningkatan Tercapainya Target Produksi

4.2.1 Efisiensi Kerja

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 pembongkaran *overburden* yang dihasilkan 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 yang dapat dilakukan untuk perbaikan waktu kerja efektif adalah dengan melakukan perbaikan waktu kerja terhadap hambatan yang dapat dihindari. Perbaikan terhadap hambatan yang dapat dihindari adalah sebagai berikut :

a. Terlambat Datang

Waktu yang terbuang disebabkan oleh operator dan alat belum mulai bekerja kembali setelah pergantian *shift*. Hal-hal yang dapat menyebabkan terbuangnya waktu ini antara lain bus karyawan datang terlambat, karyawan tidak dapat bus dikarenakan bus penuh dan *safety talk*. Hal yang dapat dilakukan untuk menekan waktu yang terbuang antara lain dengan cara menambah jumlah bus, bus datang lebih awal dan melakukan *safety talk* secara efektif sehingga tidak membuang waktu. Waktu hambatan ini dapat berkurang dari

16,07 menit/shift menjadi 10 menit/shift pada alat muat dan 17,03 menit/shift menjadi 13 menit/shift.

b. Berhenti Bekerja Sebelum Istirahat

Waktu yang terbuang disebabkan oleh operator yang berhenti bekerja lebih awal pada saat waktu istirahat. Hal ini disebabkan kurangnya disiplin operator pada saat melakukan pekerjaan. Untuk mengurangi waktu berhenti bekerja sebelum istirahat dilakukan penekanan disiplin kepada operator dengan memberi aturan tentang waktu keterlambatan. Waktu hambatan dapat berkurang dari 15,67 menit/shift menjadi 11 menit/shift untuk alat muat dan 19,41 menit/shift menjadi 12 menit/shift untuk alat angkut.

c. Istirahat Terlalu Lama

Waktu yang terbuang disebabkan oleh operator dan alat belum mulai bekerja kembali tepat setelah jam istirahat selesai. Upaya untuk mencegah hambatan ini adalah dengan melakukan teguran kepada setiap karyawan yang terlambat bekerja setelah istirahat, perlu adanya peran *foreman* untuk mengajak dan memperingatkan karyawan saat kembali bekerja. Waktu hambatan ini dapat diminimalisir dari 11,90 menit/shift menjadi 7 menit/shift untuk operator alat muat dan untuk operator alat angkut dari 14,86 menit/shift menjadi 9 menit/shift.

d. Keperluan Operator

Waktu yang digunakan untuk keperluan operator misalnya buang air, mengambil air minum dan lain-lain. Waktu hambatan ini dapat diminimalisir dari 17,62 menit/shift menjadi 10 menit/shift untuk operator alat muat dan untuk operator alat angkut dari 18,62 menit/shift menjadi 10 menit/shift.

e. Berhenti Bekerja Terlalu Awal

Waktu yang terbuang disebabkan oleh operator dan alat yang berhenti bekerja pada akhir *shift* sebelum waktu kerja berakhir. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kehilangan waktu adalah dengan melakukan teguran kepada karyawan yang berhenti bekerja terlalu awal. Waktu hambatan ini dapat dikurangi dari 20,72 menit/shift menjadi 12 menit/shift untuk operator alat muat dan dari 27,66 menit/shift menjadi 14 menit/shift untuk operator alat angkut.

Waktu kerja efektif alat muat dan alat angkut akan meningkat jika adanya perbaikan terhadap waktu hambatan yang dapat dihindari diatas dapat diterapkan. Waktu kerja yang diperhatikan untuk peningkatan produktivitas adalah waktu kerja efektif alat muat dan alat angkut. Perbaikan waktu kerja efektif yang dilakukan yaitu dengan mengambil nilai terendah dari data hambatan yang ada, nilai terendah diambil karena pada pengamatan hambatan dapat terjadi karena kurangnya disiplin karyawan.

Tabel 3
Hambatan kerja setelah perbaikan

Jenis Alat	Alat Muat		Alat Angkut	
	Jam/bulan		Jam/bulan	
	sebelum	sesudah	sebelum	sesudah
Hambatan yang dapat dihindari				
Terlambat datang	15,53	10	16,47	13
Berhenti bekerja sebelum istirahat,	15,43	11	18,77	12
Istirahat terlalu lama	11,50	7	14,37	9
Keperluan operator	17,03	10	18,00	10
Berhenti kerja terlalu awal	20,03	12	26,73	14
Hambatan yang tidak dapat dihindari				
Pengecekan dan perawatan harian	10,63	10,63	10,90	10,90
Kerusakan alat	12,00	12,00	5,70	5,70
Gangguan cuaca	12,73	12,73	12,73	12,73
Perbaikan front kerja	28,40	28,40	28,40	28,40
Pengisian bahan bakar	14,60	14,60	14,60	14,60
Pindah posisi penempatan alat	17,07	17,07	17,07	17,07
Total	174,95	145,43	183,74	147,4

a. Efisiensi kerja alat muat Komatsu PC2000

Waktu kerja = 568 menit – 145,43 menit
= 422,57 menit
Efisiensi = $\frac{422,57}{568} \times 100\%$
= 74,39 %

b. Efisiensi kerja alat angkut Komatsu HD785-7

Waktu kerja = 568 menit – 147,4 menit
= 420,6 menit
Efisiensi = $\frac{420,6}{568} \times 100\%$
= 74,05 %

4.2.2 Pengoptimalan Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar alat mekanis sangat berpengaruh dalam produksi yang dapat dihasilkan oleh alat mekanis tersebut. Waktu edar alat 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 terdiri dari waktu menggali material, waktu mengayun dalam keadaan terisi material, waktu menumpahkan material, dan waktu mengayun dalam keadaan kosong. Waktu edar alat muat ini masih bisa dioptimalkan untuk mencapai target produksi yang direncanakan. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan waktu edar alat muat antara lain saat *swing* sudut *swing* diusahakan tidak terlalu besar. Perbaikan dilakukan dengan cara mencari modus dari tiap kegiatan. Hasil perbaikan didapatkan waktu edar alat muat *backhoe* Komatsu PC2000 Unit 279 yang semula 37,68 detik menjadi 33 detik.

Tabel 4
Waktu Edar Alat Muat Setelah Perbaikan

No.	Kegiatan	Waktu Edar (detik)	
		Waktu	Waktu
		Aktual	Perbaikam
1	Waktu menggali	18,29	16
2	Waktu mengayun (isi)	6,64	6
3	Waktu menumpahkan	4,69	4
4	Waktu mengayun (kosong)	8,05	7
	Total (detik)	37,68	33

b. Pengoptimalan Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut terdiri dari waktu posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu penumpahan material, dan waktu kembali kosong. Waktu edar alat angkut ini masih bisa dioptimalkan untuk mencapai target produksi yang direncanakan. Upaya yang dilakukan untuk mengoptimalkan waktu edar alat angkut antara lain memperbaiki jalan yang bergelombang. Perbaikan dilakukan dengan meningkatkan kecepatan tempuh alat angkut. Hasil perbaikan didapatkan waktu edar alat angkut *dump truck* Komatsu HD785-7 yang semula 15,61 menit menjadi 14,05 detik.

Tabel 5
Waktu Tenpuh Alat Angkut Setelah Perbaikan

Segment	Jarak	Beda	Grade	Sesudah Perbaikan			
	Segment	Tinggi	(%)	Kec. Isi	Kec. Kosong	Waktu Isi	Waktu Kosong
	(meter)	(meter)		Km/Jam	Km/Jam	(detik)	(detik)
A-B	114,35	6,178	5,27	9,80	18	42	22,87
B-C	95,55	1,82	1,86	20	25	17,20	13,76
C-D	110,57	5,88	5,23	12,84	20	31	19,90
D-E	99,75	7,71	7,48	12,82	23	28	15,61
E-F	136,91	6,15	5,15	10,27	25	48	19,71
F-G	288,00	-7,38	-2,54	25	24,11	41,47	43
G-H	359,92	7,15	1,86	30	35	43,19	37,02
H-I	267,80	2,25	0,88	30	35	32,14	27,55
I-J	184,30	8,99	4,92	12,29	14,12	54	47
Total	1693,17			18,11	24,36	337	246,42

Tabel 6
Waktu Edar Alat Angkut Setelah Perbaikan

Kegiatan	Aktual	Peningkatan Waktu Edar
Waktu manuver (menit)	0,67	0,67
Waktu muat (menit)	2,65	2,65
Waktu travel isi (menit)	6,18	5,62
Waktu dumping (menit)	1,00	1,00
Waktu travel kosong (menit)	5,11	4,11
Waktu edar (menit)	15,61	14,05

4.3 Produksi Alat Muat dan Alat Angkut Bila Dilakukan Perbaikan Waktu Edar dan Efisiensi Kerja

Setelah dilakukan perbaikan terhadap waktu edar dan efisiensi waktu kerja, didapatkan nilai efisiensi kerja meningkat dari 69,19% menjadi 74,39%

untuk alat muat, dan efisiensi kerja meningkat dari 67,65% menjadi 74,05% untuk alat angkut. Waktu edar alat muat lebih singkat dari 37,68 detik menjadi 33 detik dan waktu edar alat angkut lebih singkat dari 15,61 menit menjadi 14,05 menit. Perbaikan waktu edar alat muat dan alat angkut dilakukan karena target produksi yang dihasilkan dengan meningkatkan efisiensi kerja belum tercapai, sehingga perlu dilakukan perbaikan lainnya. Target produksi sebesar 397.600 bcm/bulan tercapai dengan melakukan perbaikan pada efisiensi kerja dan perbaikan waktu edar alat muat dan alat angkut. Peningkatan produksi pengupasan *overburden* yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7
Produksi Alat Alat Muat dan Alat Angkut Bila
Dilakukan Pengoptimalan

No	Jenis Alat	Jumlah Unit	Produksi (bcm/bulan)	
			Aktual	Perbaikan
1	<i>Backhoe</i> Komatsu PC2000	1	336.275,28	412.941,68
2	<i>Dumptruck</i> Komatsu HD785	5	330.780,48	402.280,32

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan perhitungan dari bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Target produksi pengupasan *overburden* yang ditetapkan PT. Mandala Karya Prima sebesar 397.600 bcm/bulan. Produksi saat ini untuk alat muat Komatsu PC2000 Unit 279 adalah 336.275,28 bcm/bulan dan 5 unit alat angkut Komatsu HD785-7 adalah 330.780,48 bcm/bulan.
2. Faktor penyebab belum tercapainya target produksi :
 - a) Efisiensi waktu kerja alat yang belum optimal.
 - b) Waktu edar alat muat yang belum optimal
3. Setelah dilakukan perbaikan, yaitu efisiensi waktu kerja, dan waktu edar alat muat dan alat angkut, maka produksi alat muat Komatsu PC2000 Unit 279 adalah 412.941,68 bcm/bulan dengan produksi 5 unit alat angkut Komatsu HD785-7 adalah 402.280,32 bcm/bulan.

5.2 Saran

1. Meningkatkan pengawasan terhadap kegiatan pengupasan *overburden*, sehingga efisiensi kerja alat muat dan alat angkut dapat meningkat.
2. Mengoptimalkan waktu edar alat angkut dengan memperhatikan kondisi jalan angkut yang akan meningkatkan kecepatan tempuh alat angkut.
3. Perlu dipertimbangkan untuk melakukan evaluasi per *fleet* secara berkala, untuk mengetahui kendala yang ada disetiap *fleet*.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Z and Samuel, L., 1984, *Stratigraphy and Depositional Cycles in the NE. Kalimantan Basin*, Proceed. Indon.Petrol. Assoc.13th Ann. Conv. pp 109-120.
- Hidayat, S, Amiruddin, dkk . 1995. *Geological Map Of The Tarakan And Sebatik Sheet*. Kalimantan.
- Partanto, Projosumarto. 1995. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Departemen Tambang, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Peurifoy, Robert L. 2006. *Construction Planning, Equipment, and Method*, 7 edition, McGraw-Hill, New York.
- Pfleider, Ep. 1972, *Surface Mining*, 1 Edition, The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc., New York, USA.
- Walter, W. Kaufman and James, C. Ault. 1977. *Design of Surface Mine Haulage Road – Manual*, United States Departement of The Interior, Berau of Mines
- Yanto, Indonesianto. 2015. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Program Studi Teknik Pertambangan, UPN “Veteran” Yogyakarta. Yogyakarta.
- _____.2013. *Komatsu Spesification & Application Handbook, Edition 31*. Komatsu Ltd.