

ANALISA PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT PADA PENGUPASAN LAPISAN TANAH PENUTUP (*OVERBURDEN*)

Nurnilam Oemiati¹⁾

Revisdah²⁾

Rahmawati³⁾

Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang

Jln. Jend. Ahmad Yani 13 Ulu, Palembang, Sumatera Selatan 302623

bearing@um-palembang.ac.id

Abstrak

Salah satu kegiatan pertambangan batubara adalah pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) yang diawali dengan penggalian dan pengangkutan menuju area penimbunan (*disposal*). Lapisan tanah penutup dipindahkan dari lokasi penggalian (*front*) menuju *disposal* memerlukan alat mekanis berupa alat muat *Excavator* dan alat angkut *Heavy Duty*. PT. Satria Bahana Sarana memiliki target produksi yang diberikan kepada subkontraktor, sehingga perlu dilakukan analisa produktivitas alat muat dan alat angkut pada pengupasan lapisan tanah penutup lokasi PIT I utara Banko Barat.

Persentase ketercapaian target produktivitas berdasarkan rencana pengupasan lapisan tanah penutup (*Overburden*) sebesar 600 Bcm / Jam. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan kombinasi kerja alat muat dan alat angkut didapat, pada alat muat *Excavator* sebesar 90% (540,205 Bcm / Jam) sedangkan alat angkut HD sebesar 48,95% (293,727 Bcm / Jam) dari target Hasil produksi berdasarkan perhitungan kurang dari target produksi yang direncanakan. Penyebab tidak tercapainya target produksi adalah mekanisme penyiapan lokasi, pengaruh penyiapan lokasi dan pengaruh keserasian jumlah alat.

Dari hasil pengamatan di lapangan dan hasil perhitungan faktor keserasian antara *excavator* dan *heavy duty* didapat bahwa hasil MF sebesar $0,642 < 1$, artinya alat muat *excavator* bekerja kurang dari 100% sedangkan alat angkut *heavy duty* bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat. Dengan demikian jika dilakukan optimasi terhadap kerja efektif alat tersebut, evaluasi jam kerja dan penambahan jumlah *excavator* dan *heavy duty* dapat meningkatkan hasil produksi sehingga target dapat terpenuhi.

Kata kunci: produktivitas, ketercapaian target, faktor keserasian.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam melakukan pertambangan batubara terdapat beberapa jenis lapisan tanah yaitu lapisan pertama *top soil* dan *sub soil*, lapisan kedua pasir dan *overburden*, dan lapisan terakhir adalah batubara. Dalam hal ini lapisan tanah penutup (*overburden*) merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh kontraktor untuk mendapatkan batubara. Tanah penutup

(*overburden*) adalah semua lapisan tanah / batuan berada di atas dan langsung menutupi lapisan bahan galian berharga sehingga perlu disingkirkan terlebih dahulu sebelum dapat menggali bahan galian berharga tersebut.

Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) yang diawali dengan penggalian di *front* dan pengangkutan ke *disposal area* menggunakan peralatan mekanis, berupa alat muat *excavator* PC 2000

dengan volume *bucket* 12 m³ dan alat angkut *komatsu* HD 785 dengan volume 60 m³.

Dengan adanya area pertambangan di Tanjung Enim ini yang dapat membuka lapangan pekerjaan dan dapat menjadi salah satu sektor penghasil bagi masyarakat dan daerah di sekitarnya.

1.2 Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penulisan penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas alat muat *excavator Komatsu* PC 2000 dan alat angkut *Komatsu* HD 785 di lapangan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Berapa produktivitas dari alat gali muat dan alat angkut?
2. Berapa persentase ketercapaian produktivitas dari alat gali muat dan alat angkut?
3. Berapa angka keserasian alat gali muat dan alat angkut?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah lokasi kegiatan penelitian diadakan di lokasi pertambangan Pit I Utara Banko

Barat PT. Satria Bahana Sarana (SBS) sebagai berikut:

1. Hanya membahas produktivitas alat muat *excavator* PC 2000 dan alat angkut *komatsu* HD 785 di Pit 1 Utara Banko Barat.
2. Mengetahui persentase ketercapaian produktivitas alat muat dan alat angkut.
3. Mengetahui angka keserasian alat muat dan alat angkut pada pengupasan tanah penutup (*Overburden*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*)

Pengupasan lapisan tanah penutup merupakan pekerjaan awal dalam suatu operasi pertambangan. Adapun dalam pekerjaan pengupasan lapisan tanah penutup ini sangat penting agar didapat *stripping ratio* yang baik dan *recovery* batubara yang tinggi.

Berdasarkan kondisinya volume tanah dapat berubah-ubah.

- a. Volume asli (*insitu/bank*) adalah volume tanah yang belum diganggu atau belum pernah dilakukan penggalian ataupun pembongkaran dengan alat-alat mekanis.

- b. Volume lepas (*loose*) adalah volume tanah setelah dibongkar atau dikeruk dari tempat asalnya.
- c. Volume padat (*compacted*) adalah volume tanah yang sudah ditimbun dan sudah dipadatkan, misalnya sebagai badan jalan, landasan stockpile batubara dan sebagainya.

2.2 Pengertian Pemindahan Tanah Mekanis

Pemindahan tanah mekanis adalah semua pekerjaan yang berhubungan dengan kegiatan penggalian (*digging*), pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*), penimbunan (*dumping*), perataan (*leveling*), pemadatan (*compacting*) tanah atau batuan menggunakan alat-alat mekanis (alat-alat berat/besar).

2.3 Pengertian Alat Berat

Alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan factor penting di dalam proyek, terutama proyek konstruksimaupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar.

Tujuan dari penggunaan alat-alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat.

2.4 Jenis-Jenis Alat Gali Muat Dan Alat Angkut

a. Alat Muat *Hydraulic Excavator Komatsu PC 2000*

Excavator merupakan alat berat yang terangkai dari sebuah batang atau lengan (*arm*), tongkat (bahu) atau *boom* serta keranjang atau *bucket* (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada di atas roda rantai (*trackshoe*).

b. Alat Angkut *Heavy Duty Komatsu HD 785*

Heavy Duty (HD) biasanya yang digunakan untuk pengangkutan jarak dekat dan sedang. Karena kecepatannya yang tinggi (kondisi jalan bagus), maka *heavy duty* (HD) memiliki kapasitas tinggi sehingga ongkos angkut perton material rendah. Selain itu, *heavy duty* (HD) bersifat fleksibel artinya dapat dipakai untuk mengangkut

bermacam-macam barang dengan berat muatan yang berubah-ubah (Rezky Anisari 2016:78).

2.5 Keadaan Jalan Angkut

a. Lebar Jalan Angkut Minimum

Pada Jalan Lurus

$$L_{min} = (n \times W_t) + (n + 1) \times (0,5 \times W_t)$$

Keterangan:

L_{min} = lebar jalan angkut minimum pada jalan lurus, meter.

n = jumlah jalur.

W_t = lebar *dump truck*, meter.

Nilai 0,5 pada rumus di atas 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 melintas secara berlawanan.

b. Lebar Jalan Angkut Minimum

Pada Tikungan

Rumus yang digunakan untuk menghitung lebar jalan angkut pada jalan tikungan adalah sebagai berikut:

$$W_{min} = n(U + Fa + Fb + Z) + C$$

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

Keterangan:

W_{min} = lebar jalan angkut minimum pada jalan tikungan, meter

U = lebar alat angkut dari pusat ban roda kanan dan kiri, meter

Fa = lebar jantai depan, meter

Fa = $\sin \alpha \times$ jarak as roda depan dengan bagian depan truk

Fb = lebar jantai belakang, meter

Fb = $\sin \alpha \times$ jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk

Z = jarak sisi luar truk ke tepi jalan, meter

C = jarak antara dua truk yang akan bersimpangan, meter

2.6 Waktu Edar

Waktu edar (*cycle time*) merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin tinggi.

2.6.1 Waktu Edar Alat Muat

$$CTm = \frac{Tm_1 + Tm_2 + Tm_3 + Tm_4}{60}$$

Keterangan:

CTm = waktu edar *excavator*, menit

Tm_1 = waktu menggali material, detik

Tm_2 = waktu berputar (*swing*) dengan bucket terisi muatan, detik

Tm_3 = waktu menumpahkan muatan, detik

Tm_4 = waktu berputar (*swing*) dengan *bucket* kosong, detik

2.6.2 Waktu Edar Alat Amgkut

$$CTa = \frac{Ta_1+Ta_2+Ta_3+Ta_4+Ta_5+Ta_6}{60}$$

Keterangan:

CTa = waktu edar alat angkut, menit

Ta₁ = waktu mengambil posisi untuk siap dimuati, detik

Ta₂ = waktu diisi muatan, detik

Ta₃ = waktu mengangkut muatan, detik

Ta₄ = waktu mengambil posisi untuk penumpahan, detik

Ta₅ = waktu muatan ditumpahkan (*dumping*), detik

Ta₆ = waktu kembali kosong, detik

2.7 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja ini akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Untuk memperoleh waktu kerja yang efektif dapat dilakukan dengan cara memperkecil hambatan-hambatan tersebut.

Waktu kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$We = Wt - (Wtd + Whd)$$

Keterangan:

We = waktu kerja efektif, menit

Wt = waktu kerja tersedia, menit

Whd = waktu hambatan dapat dihindari, menit

Wtd = waktu hambatan tidak dapat dihindari, menit

Setelah menghitung waktu kerja efektif, maka diperoleh efisiensi kerja dengan rumus sebagai berikut:

$$Ek = \frac{We}{Wt} \times 100\%$$

Keterangan:

Ek = efisiensi kerja, %

We = waktu kerja efektif, menit

Wt = waktu kerja tersedia, menit

2.8 Faktor Pengisian (*Fill Factor*)

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas baku alat yang dinyatakan dalam persen (%). Suatu bak truk mempunyai faktor isi 87% artinya 13% volume bak tersebut tidak dapat diisi.

$$Fp = \frac{Vn}{Vb} \times 100\%$$

Keterangan:

Fp = faktor pengisian atau *fill factor*, %

Vn = kapasitas nyata alat, m³

Vb = kapasitas baku alat, m³

2.9 Faktor Pengembangan (*Swell Factor*)

Faktor pengembangan adalah pengembangan volume suatu material setelah digali. Di alam material didapati dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian kosong yang terisi dengan udara diantara butir-butirnya.

$$\% Swell = \left(\frac{\text{density in bank} - \text{loose density}}{\text{loose density}} \right) \times 100\%$$

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{loose density}}{\text{density in bank}} \times 100\%$$

2.10 Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut

Besarnya produksi dari alat muat dan alat angkut didapat dengan mengalikan kapasitas mangkuk (*bucket*), jumlah trip per jam dan faktor koreksi. Faktor koreksi terdiri dari faktor pengisian (*fill factor*), dan efisiensi kerja.

Sehingga perhitungan rumus produktivitas alat muat adalah sebagai berikut:

$$Q_m = \left(\frac{60}{C_{tm}} \right) \times C_b \times F_f \times S_f \times E$$

Keterangan:

Q_m = produktivitas alat muat, Bcm/jam

C_{tm} = *cycle time* alat muat, menit

C_b = kapasitas bucket alat muat, m^3

F_f = faktor pengisian (*fill factor*), %

S_f = faktor pengembangan (*swell factor*)

E = efisiensi kerja, %

Sedangkan besarnya produktivitas untuk alat angkut adalah:

$$Q_a = N_a \times \left(\frac{60}{C_{ta}} \right) \times C_b \times F_f \times S_f \times E$$

Keterangan:

Q_a = produktivitas alat angkut, Bcm/jam

N_a = jumlah pengisian dalam satu alat angkut,

C_{ta} = *cycle time* alat angkut, menit

C_b = kapasitas *bucket*, m^3

F_f = faktor pengisian (*fill factor*), %

S_f = faktor pengembangan (*swell factor*), %

E = efisiensi kerja, %

2.11 Keceramasan Kerja Alat Muat Dan Alat Angkut

Hubungan kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut dapat terjadi, bila produksi alat muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Faktor keceramasan alat muat dan alat angkut ini didasarkan pada produksi alat muat dan alat angkut yang dinyatakan dalam faktor keceramasan (*match factor*).

$$1 = \frac{\text{produksi alat angkut}}{\text{produksi alat muat}}$$

$$1 = \frac{N_a \times \frac{60}{C_{ta}} \times n \times C_b \times F_f \times E \times S_f}{N_m \times \frac{60}{C_{tm}} \times C_b \times F_f \times E \times S_f}$$

$$1 = \frac{N_a \times n}{C_{ta}} \times \frac{C_{tm}}{N_m}$$

$$1 = \frac{n \times C_{tm} \times N_a}{C_{ta} \times N_m}$$

$$MF = \frac{C_{tm} \times n \times N_a}{C_{ta} \times N_m}$$

Keterangan:

MF = *Match factor*

N_a = Jumlah alat angkut, unit

N_m = jumlah alat muat, unit

n = banyaknya pengisian tiap satu alat angkut

C_{ta} = *cycle time* alat angkut, menit

C_{tm} = *cycle time* alat muat, menit

Bila dari hasil perhitungan diperoleh:

- a) $MF < 1$
- 1) Produksi alat angkut lebih kecil dari produksi alat muat
 - 2) Waktu tunggu alat angkut (Wta) = 0
 - 3) Faktor kerja alat angkut (Fka) = 100%
 - 4) Faktor kerja alat muat (Fkm) = $MF \times 100\%$
 - 5) Waktu tunggu alat muat (Wtm)

$$Wtm = \frac{Cta \times Nm}{Na} - Ctm \times n$$
- b) $MF > 1$
- 1) Produksi alat angkut lebih besar dari produksi alat muat
 - 2) Waktu tunggu alat muat (Wtm) = 0
 - 3) Faktor kerja alat muat (Fkm) = 100%
 - 4) Faktor kerja alat angkut (Fka)

$$= \frac{1}{MF} \times 100\%$$
 - 5) Waktu tunggu alat angkut (Wta)

$$Wta = \frac{Ctm \times Na}{Nm} - Cta$$
- c) $MF = 1$
- 1) Produksi alat angkut sama dengan produksi alat muat
 - 2) Waktu tunggu alat muat (Wtm) = 0
 - 3) Waktu tunggu alat angkut (Wta) = 0

- 4) Faktor kerja alat muat sama dengan faktor kerja alat angkut ($Fkm = Fka$)

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Dan Topografi

Lokasi penambangan PT. Satria Bahana Sarana terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan dengan jarak ± 168 km barat daya dari pusat kota Palembang. Wilayah IUP PT. Satria Bahan Sarana terletak pada posisi $103^{\circ}45'$ BT - $103^{\circ}50'$ BT dan $3^{\circ}42'30''$ LS - $4^{\circ}47'30''$ LS atau garis bujur 9.583.200 - 9.593.200 dan lintang 360.600 - 367.000 dalam sistem koordinat internasional.

3.2 Alat

Dalam penelitian ini alat yang digunakan untuk membantu mempermudah membuat penelitian yaitu:

- a) Literatur yang digunakan sebagai panduan atau sumber ilmiah yang bisa mendasari dalam penelitian.
- b) Laptop, alat yang digunakan untuk membantu menyelesaikan laporan ini.
- c) Kalkulator, digunakan untuk menghitung dan mengecek ulang hitungan hasil penelitian.

3.3 Tata Laksana Penelitian

Penelitian dilakukan di PT Satria Bahan Sarana, untuk lokasi penelitian adalah PIT I Utara Banko Barat. Langkah kerja yang dilakukan dalam penyelesaian penelitian ini adalah sebagai berikut:

a) Sebelum lanjut ketahap penelitian, peneliti membuat bagan alir.

b) *Studi literatur*

Study literatur di sini adalah peneliti mencari bahan dari penelitian yang akan dilakukan.

c) Pengamatan lapangan

Dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung terhadap kondisi lapangan dan gambaran.

d) Pengambilan data

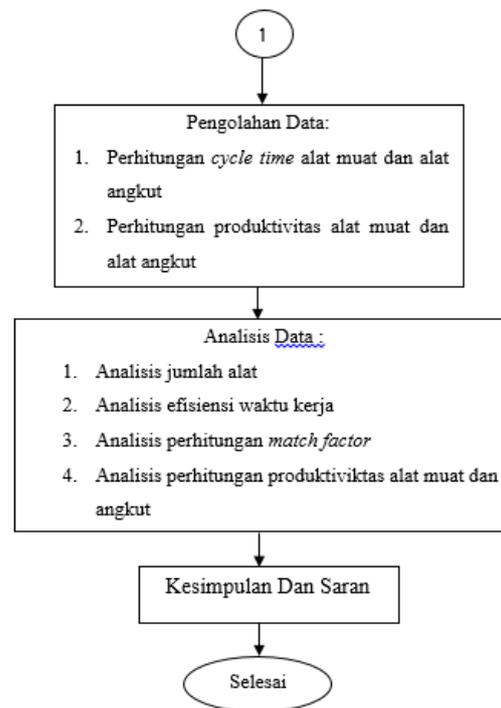
Pengambilan data tergantung dari jenis data yang dibutuhkan, yaitu:

1) Data primer adalah data yang diambil langsung dari objek penelitian data ini dapat diperoleh dari media observasi.

Tabel 3. 1 Cycle Time Rata-Rata Alat Muat Komatsu PC 2000

Siklus kegiatan	Waktu (s)
<i>Digging Time</i>	16,37
<i>Swing Load Time</i>	7,97
<i>Dumping Time</i>	4,65
<i>Swing Empty Time</i>	4,99

Tabel 3. 2 Cycle Time Rata-Rata Alat Angkut Komatsu HD 785



Siklus kegiatan	Waktu (s)
<i>Maneuver empty time</i>	20,834
<i>Loading time</i>	171,789
<i>Hauling load time</i>	329,912
<i>Maneuver load time</i>	59,669
<i>Dumping</i>	18,641
<i>Hauling empty time</i>	398,853

2) Data sekunder adalah data yang sudah jadi dan diperoleh berupa publikasi. Data ini menjadi salah satu yang paling penting dalam melakukan penelitian tugas akhir. Jadi peneliti harus mendatangi instansi terkait untuk

mendapatkan data tersebut. Adapun data-data tersebut adalah data:

- Data curah hujan.
- Data jumlah alat dan spesifikasinya.
- Data geologi.
- Data pendukung lainnya.

3.4 Bagan Alir Penelitian

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

IV. PEMBAHASAN

4.1 Kondi Lapangan

Kondisi lapangan dapat mempengaruhi kinerja alat muat dan alat angkut. Kondisi lapangan yang baik, seperti kondisi jalan angkut yang tidak berdebu pada musim kemarau atau tidak berlumpur pada musim hujan, maka alat mekanis dapat bekerja secara optimal. Sebaliknya dalam kondisi lapangan yang buruk alat mekanis tidak dapat bekerja secara optimal.

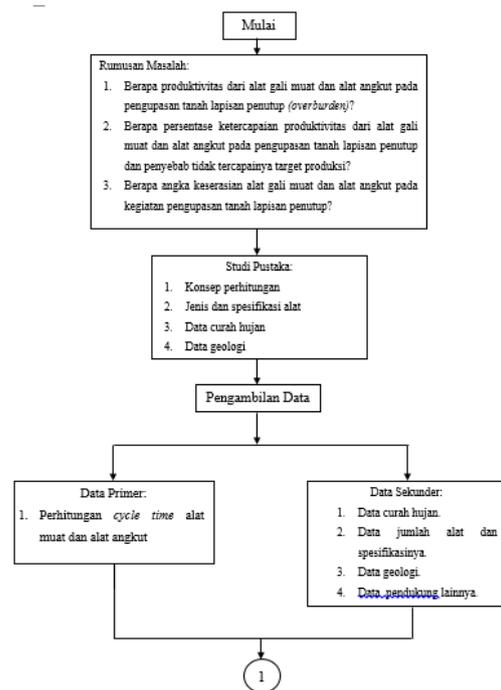
4.1.1 Kondisi *Front* Penambangan

Dari hasil pengamatan diketahui lebar dari *loading point* sebesar 30 meter dan jumlah alat yang digunakan saat itu alat muat *Excavator Komatsu PC 2000* sebanyak 1 unit dan alat angkut *Dump Truck Komatsu HD 785* sebanyak 4 unit. Jumlah alat yang

digunakan saat ini untuk mengupas lapisan tanah penutup dengan target produksi 600 Bcm / Jam.

4.1.2 Pola Muat

Pola muat yang digunakan di lapangan berdasarkan level penggalian antar alat muat dan alat angkut



menggunakan *pola top loading* yaitu *excavator* melakukan pemuatan dengan menempatkan dirinya di atas jenjang atau truk berada di bawah alat muat

4.1.3 Kondisi Jalan Angkut

Keadaan jalan yang digunakan dalam pengangkutan material *overburden* menuju *disposal* sudah cukup baik. Akan tetapi pada saat hujan kondisi jalan kurang baik dimana jalan

menjadi licin yang membuat alat angkut dapat tergelincir. Pada saat musim kemarau kondisi jalan angkut menjadi berdebu sehingga menghalangi penglihatan operator *dump truck*. Untuk mengatasinya dilakukan penyiraman secara berkala disepanjang jalan angkut menggunakan *water truck*. Jalan akan bergelombang karena adanya beban dari alat-alat yang melewatinya sehingga dilakukan perawatan menggunakan *motor grader*.

4.1.4 Geometri Jalan Angkut

Jarak jalan angkut yang dalam pengangkutan *overburden* antara *Pit 1* utara menuju *disposal area* adalah sejauh 2500 meter.

- a) Lebar Jalan Angkut Minimum Pada Jalan Lurus

$$L_{min} = (n \times W_t) + (n + 1) \times (0,5 \times W_t)$$

$$L_{min} = (2 \times 6,885) + (2 + 1)(0,5 \times 6,885)$$

$$= 24,097 \text{ m}$$

- b) Lebar Jalan Angkut Minimum Pada Tikungan

Berdasarkan spesifikasi alat angkut dan pengamatan unjuk kerja alat angkut di lapangan, maka untuk Komatsu HD 785-7 diperoleh data sebagai berikut:

Sudut penyimpangan roda depan (α)

$$\sin \alpha = \frac{Wb}{\text{turning radius}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \frac{4,95 \text{ m}}{10,1 \text{ m}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} 0,5$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Penyimpangan roda depan saat membelok membentuk sudut 30° , maka lebar jalan angkut minimum pada tikungan untuk dua jalur:

$$Fa = 2,15 \times \sin 30^\circ = 1,075 \text{ m}$$

$$Fb = 3,19 \times \sin 30^\circ = 1,595 \text{ m}$$

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

$$= \frac{4,325 + 1,075 + 1,595}{2}$$

$$= 3,498 \text{ m}$$

Maka lebar jalan angkut pada tikungan adalah:

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

$$W = 2(4,325 + 1,075 + 1,595 + 3,498) + 3,498$$

$$= 24,484 \text{ m}$$

4.2 Waktu Kerja

Dalam satu bulan jumlah hari kerja adalah 30-31 hari, sedangkan jam kerja yang berlaku diperusahaan dibagi menjadi tiga gilir (shift) dalam sehari. Proses penambangan dikerjakan oleh perusahaan

kontraktor PT Satria Bahana Sarana.

Waktu kerja dibagi yaitu :

Tabel 4. 1 Pembagian Waktu Kerja

Sumber : PT Satria Bahana Sarana

Pada hari jumat, istirahat siang dimulai jam 11.00 – 13.00 sehingga jam kerja berkurang menjadi 20 jam. Rata-rata jam efektif kerja menjadi:

$$= \frac{(20,5 \times 6) \text{ jam/minggu} + (20 \times 1) \text{ jam/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}}$$

$$= 20,5 \text{ jam} = 1.230 \text{ menit}$$

4.3 Faktor Pengisian (Fill Factor)

Diketahui:

Volume = 42,17 BCM / Rit
(didapat dari hasil uji petik)

$$V_b = 12 \text{ m}^3$$

$$n = 5 \text{ kali}$$

$$V_n = \frac{\text{Volume}}{n} = \frac{42,17}{5} = 8,434$$

$$Fp = \frac{V_n}{V_b} \times 100\%$$

$$Fp = \frac{8,434}{12} \times 100\%$$

$$= 0,70$$

4.4 Alat Muat Dan Alat Angkut Yang Digunakan

Alat muat yang khusus digunakan untuk pengupasan lapisan tanah penutup di *pit* 1 utara adalah *komatsu* PC 2000 sabanyak 1 unit. Alat angkut yang khusus digunakan untuk pengangkutan lapisan tanah penutup di *pit* 1 utara

adalah *dump truck komatsu* HD 785 sebanyak 4 unit.

4.5 Waktu Edar

Shift 1		
Jadwal kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
07.00 – 12.00	Waktu kerja	5
12.00 – 13.00	Waktu istirahat	1
13.00 – 15.00	Waktu kerja	2
Shift II		
Jadwal kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
15.00 – 17.30	Waktu kerja	2,5
17.30 – 18.30	Waktu istirahat	1
18.30 – 22.30	Waktu kerja	4
Shift III		
Jadwal kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
23.00 – 04.00	Waktu kerja	5
04.00 – 05.00	Waktu istirahat	1
05.00 – 07.00	Waktu kerja	2
Total Jam Kerja Shift I, II, III		20,5

4.5.1 Waktu Edar Alat Muat

Diketahui:

$$Tm_1 = 16,37 \text{ detik}$$

$$Tm_2 = 7,97 \text{ detik}$$

$$Tm_3 = 4,65 \text{ detik}$$

$$Tm_4 = 4,99 \text{ detik}$$

$$CTm = \frac{484,57 + 243,02 + 150,77 + 146,61}{60}$$

$$= 0,569 \text{ menit}$$

4.5.2 Waktu Edar Alat Angkut

Diketahui:

$$Ta_1 = 20,834 \text{ detik}$$

$$Ta_2 = 171,789 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}
 Ta_3 &= 329,912 \text{ detik} \\
 Ta_4 &= 59,669 \text{ detik} \\
 Ta_5 &= 18,641 \text{ detik} \\
 Ta_6 &= 398,853 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cta &= \frac{20,834+171,789+329,912+59,669+18,641+398,853}{60} \\
 &= 17,712 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

4.6 Efisiensi Kerja

4.6.1 Efisiensi kerja Alat Muat

$$\begin{aligned}
 We &= Wt - (Wtd + Whd) \\
 &= 1230 - (320 + 41) \\
 &= 869 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat muat, yaitu:

$$\begin{aligned}
 Ek &= \frac{We}{Wt} \times 100\% \\
 Ek &= \frac{869}{1230} \times 100\% \\
 &= 70,6 \%
 \end{aligned}$$

4.6.2 Efisiensi Kerja Alat Angkut

$$\begin{aligned}
 We &= Wt - (Wtd + Whd) \\
 &= 1230 - (301 + 201) \\
 &= 728 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dihitung efisiensi kerja alat angkut, yaitu:

$$\begin{aligned}
 Ek &= \frac{We}{Wt} \times 100\% \\
 Ek &= \frac{728}{1230} \times 100\% \\
 &= 59,18 \%
 \end{aligned}$$

4.7 Produktivitas Alat Muat Dan Alat

Angkut Saat Ini

4.7.1 Produktivitas Alat Muat

Diketahui:

$$Ctm = 0,569 \text{ menit}$$

$$Cb = 12 \text{ m}^3$$

$$Ff = 0,7$$

$$Sf = 0,85$$

$$E = 70,6 \%$$

$$\begin{aligned}
 Qm &= \left(\frac{60}{0,569}\right) \times 12 \times 0,7 \times 0,85 \times 0,706 \\
 &= 531,547 \text{ Bcm / Jam}
 \end{aligned}$$

4.7.2 Produktivitas Alat Angkut

Diketahui:

$$Na = 4 \text{ unit}$$

$$Cta = 17,712 \text{ menit}$$

$$Cb = 60 \text{ m}^3$$

$$Ff = 0,7 \%$$

$$Sf = 0,85 \%$$

$$E = 59,18 \%$$

$$\begin{aligned}
 Qa &= 4 \times \left(\frac{60}{17,712}\right) \times 60 \times 0,7 \times 0,85 \times 0,5918 \\
 &= 286,277 \text{ Bcm / Jam}
 \end{aligned}$$

4.8 Faktor Keserasian Kerja Saat Ini

Diketahui:

$$Na = 4 \text{ unit}$$

$$Nm = 1 \text{ unit}$$

$$N = 5 \text{ kali}$$

$$Cta = 17,712 \text{ menit}$$

$$Ctm = 0,569 \text{ menit}$$

$$MF = \frac{0,569 \times 5 \times 4}{17,712 \times 1} = 0,642 < 1$$

MF < 1, artinya alat muat bekerja kurang dari 100% sedang alat angkut bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat sebagai berikut:

$$Wtm = \frac{Cta \times Nm}{Na} - Ctm \times n$$

$$Wtm = \frac{17,712 \times 1}{4} - 0,569 \times 5 = 2,845 \text{ menit}$$

V. KESIMPULAN

1. Produktivitas actual di PIT I Utara Banko Barat alat muat PC 2000 adalah 531,547 Bcm / Jam, sedangkan produktivitas actual alat angkut HD 785 adalah 286,277 Bcm / Jam. Dengan target produktivitas sebesar 600 Bcm /Jam.
 2. Persentase ketercapaian produktivitas alat muat PC 2000 adalah 88,59% dan alat angkut HD 785 adalah 47,713%.
 3. Angka keserasian alat muat PC 2000 dan alat angkut HD 785 adalah 0,642. $MF < 1$, artinya alat muat bekerja kurang dari 100% sedang alat angkut bekerja 100%,.
 4. Faktor penyebab tidak tercapainya produktivitas dengan adanya hambatan-hambatan seperti kerusakan alat, perbaikan *front*, serta operator yang terlambat dalam pergantian *shift*.
- Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite I Banjarmasin. Kalimantan Selatan, Kalimantan Selatan. Dalam Jurnal Intekna Volume 16 (hlm. 1-100).
- Komatsu Ltd. 2009. “*Specification And Application Handbook*”. 30th Edition. Komatsu Ltd.
- Rochmanhadi. 1982. “Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya. Departemen Pekerjaan Umum”. Jakarta.
- Rostiyanti. Susy fatena. 2008. “Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi”. Jakarta.: PT Rineka Cipta.
- Thopan adiharta. 2015. “Studi Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Di Kecamatan Loa Kulu Kabupaten Kutai Kertanegara”. Jurnal Mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade kurniawan, Hendrik. 2014. “Analisa Produktivitas Dan Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Penyiapan Lokasi Pengeboran Minyak Bumi Di Lokasi Kaji 1 & 3”. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Tridinanti Palembang.
- Anisari, Rezky. 2016. “Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada