

## Kajian Teknis Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Tambang Andesit Di Anugerah Bumi Cilacap Desa Buluhpayung, Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Cilacap, Provinsi Jawa Tengah

Mochamad Nabil<sup>1a</sup>, Nurkhamim<sup>1</sup>, Ketut Gunawan<sup>1</sup>, Shenny Linggasari<sup>1</sup>, Aji Mawardi<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta

<sup>2</sup>Universitas Sulawesi Barat

Email : [mochammadnabil34@gmail.com](mailto:mochammadnabil34@gmail.com)

### ABSTRACT

*Anugerah Bumi Cilacap is a company engaged in andesite mining with an open pit mining system (surface mining) located in Kesugihan District, Banyumas Regency, Central Java Province. The product target set for loading and hauling equipment is 10,000 BCM/month. The mechanical equipment used is the Komatsu PC 200 Excavator and the Toyota Dyna 100HT Dump Truck. This is because the actual results obtained have not reached the productivity target because the productivity of the conveyance has not met the target, namely 9,271 BCM/month (7.29% has not been achieved) and loading equipment 6,527 BCM/ months (34.74% has not been reached). Therefore it is necessary to study the factors that cause the productivity of loading and transport equipment in order to approach the productivity target.*

*Keywords: production, reach of production, match factor.*

### ABSTRAK

Anugerah Bumi Cilacap merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan andesit dengan sistem tambang terbuka (surface mining) yang berada di Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah. Target produk yang ditetapkan untuk alat muat dan alat angkut adalah 10.000 BCM/bulan. Alat mekanis yang digunakan yaitu Excavator Komatsu PC 200 dan Dump Truck Toyota Dyna 130HT. Dikarenakan hasil actual yang didapat belum mencapai target produktivitas dikarenakan produktivitas alat angkut yang belum memenuhi target yaitu 9.271 BCM/bulan (7.29% belum tercapai) dan alat muat 6.527 BCM/bulan (34,74% belum tercapai). Oleh karena itu perlu dikaji factor yang menyebabkan produktivitas alat muat dan angkut agar dapat mendekati target produktivitas.

Kata kunci : produktivitas, produksi, keserasian kerja.

## I. PENDAHULUAN

Anugerah Bumi Cilacap merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan andesit dengan sistem tambang terbuka (surface mining) dan berada di Desa Buluhpayung, Kecamatan Kesugihan, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah.

Sistem penambangan yang diterapkan yaitu tambang terbuka dengan menggunakan kombinasi alat mekanis pada proses pengupasan tanah penutup guna mencapai target produksi yang telah ditetapkan. Target produksi dari alat muat Excavator Komatsu PC 200 dan 2 alat angkut Dumptruck Toyota Dyna 130HT adalah 10.000 BCM/jam.

Hasil actual yang didapat belum mencapai target produktivitas dikarenakan produktivitas alat angkut Komatsu PC 200 yang belum memenuhi target yaitu 9.271 BCM/bulan (7.29% belum tercapai) dan alat angkut 6.527(34,74% belum tercapai). Oleh karena itu factor yang menyebabkan produktivitas alat muat dan angkut perlu dikaji agar dapat mendekati target produktivitas.

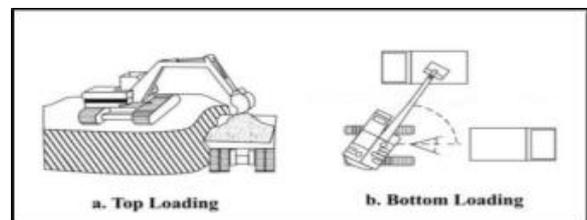
## II. METODE PENELITIAN

### Pola Pemuatan

Pola pemuatan dapat diklasifikasikan menurut

beberapa jenis sudut pandang yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan kedudukan alat muat terhadap alat angkut
  - a. *Top Loading*  
Kedudukan alat muat berada pada posisi yang lebih tinggi dari pada bak dump truck (alat muat berada di bagian atas jenjang).
  - b. *Bottom loading*  
Bottom loading merupakan posisi pemuatan dengan kedudukan alat muat akan berada pada level yang sama dengan level alat angkut.

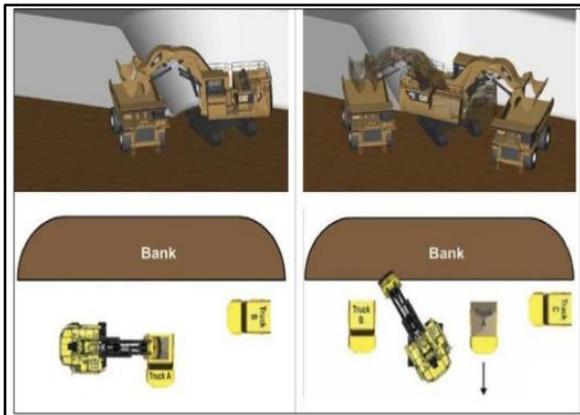


Gambar 1. Pola Pemuatan *Top Loading* dan *Bottom Loading*

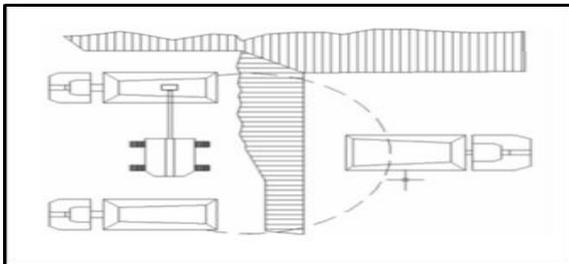
2. Berdasarkan Jumlah dan Penempatan Alat Muat Terhadap Alat Angkut  
Adapun beberapa jenis pola pemuatan berdasarkan jumlah dan penempatan alat muat

terhadap alat angkut, yaitu :

- a. Single Back Up, yaitu dumptruck memposisikan diri untuk dimuati pada satu tempat.
- b. Double Back Up, yaitu dumptruck memposisikan diri untuk dimuati pada dua tempat.
- c. Triple Back Up, yaitu Dumptruck memposisikan diri untuk dimuati pada tiga tempat.



Gambar 2. Pola Gali Muat *Single Back Up* dan *Double Back Up*



Gambar 3. Pola Gali Muat *Triple Back Up*

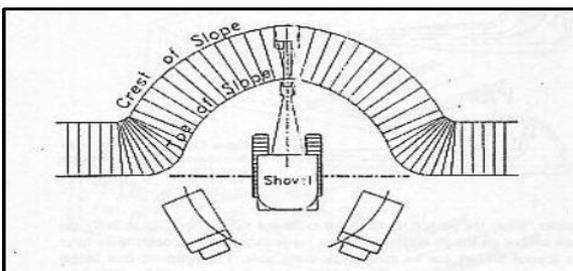
3. Berdasarkan Manuver Posisi Alat Muat Terhadap Muka Jenjang

a. *Frontal Cut*

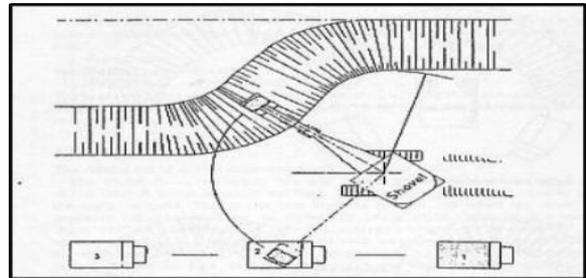
Pola ini menunjukkan posisi alat muat yang berhadapan langsung dengan muka jenjang. Penggalan dilakukan ke arah depan dan samping dari posisi alat muat.

b. *Parallel cut with drive-by*

Pemuatan dilakukan secara sejajar dengan muka jenjang. Pada metode ini diperlukan akses alat angkut dari dua arah.



Gambar 4. Pola Pemuatan *Frontal cut*



Gambar 5. *Parallel cut with drive-by*

**Faktor Pengembangan**

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kondisi asli material dengan kondisi gembur setelah dilakukan penggalian. Penentuan faktor pengembangan atau *swell factor* dapat dinyatakan dengan :

$$\text{Swell Factor} = \frac{V_2}{V_1}$$

Keterangan:

$V_1$  = Volume keadaan asli di alam ( $m^3$ )

$V_2$  = Volume keadaan lepas ( $m^3$ )

**Geometri Jalan Angkut**

Adapun geometri jalan angkut itu sendiri terdiri dari lebar jalan, kemiringan jalan, jari-jari melintang, *superelevasi* dan kemiringan melintang

1. Lebar Pada Jalan Lurus

Lebar jalan angkut minimum yang dipakai untuk jalur ganda atau lebih (lihat Gambar 6), dengan rumus :

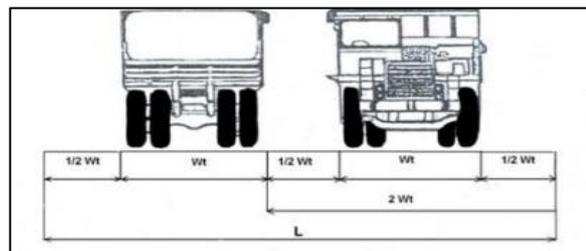
$$L_{min} = (1,5n + 0,5) W_t$$

Keterangan:

$L_{min}$  = Lebar jalan angkut minimum (m)

$n$  = Jumlah jalur

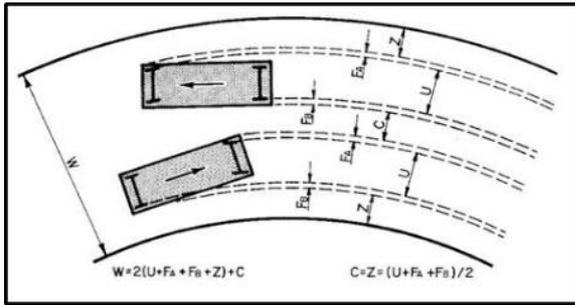
$W_t$  = Lebar alat angkut (m)



Gambar 6. Lebar Jalan Angkut Dua Jalur Jalan Lurus

2. Lebar Jalan pada Tikungan

Pada Gambar 7. dapat dilihat kondisi pada saat alat angkut membelok, yang mana lebar jalan pada tikungan selalu lebih besar dibandingkan lebar jalan lurus.



Gambar 7. Lebar Jalan Angkut pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan (Kaufman dan Ault, 1977) adalah:

$$L_t = n(Z + U + F_b + F_a) + CZ = C = 0,5(U + F_a + F_b)$$

Keterangan :

- $W$  = Lebar jalan belokan
- $U$  = Jarak jejak roda kendaraan
- $Ad$  = Jarak as roda depan dengan batas depan alat (m)
- $Ab$  = Jarak as roda belakang dengan batas belakang alat (m)
- $a$  = Sudut penyimpangan ( belok roda depan )
- $Fa$  = Lebar jantai depan

Dapat dihitung dengan rumus:  $Fa = Ad \times \sin a$

$Fb$  = Lebar jantai belakang

Dapat dihitung dengan rumus:  $Fb = Ab \times \sin a$

$C$  = jarak antara dua alat angkut  
 $Z$  = jarak dari sisi luar alat angkut ketepi jalan,

Dapat dihitung dengan rumus :

$$Z = C = 0,5(U + Fa + Fb)$$

### 3. Kemiringan Jalan Angkut (*Grade*)

Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan 1% berarti jalan tersebut naik atau turun 1 meter pada jarak mendatar sejauh 100 meter.

$$Grade = \frac{\Delta h}{\Delta x} \times 100 \%$$

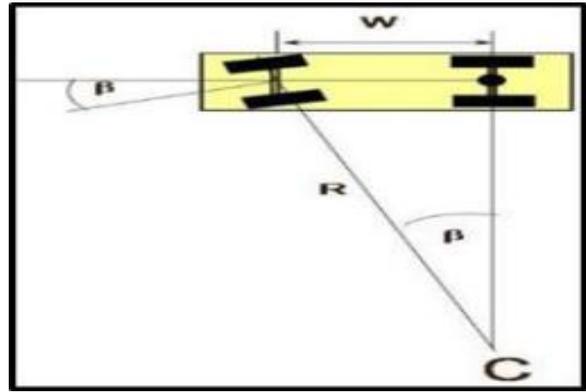
Keterangan :

$\Delta h$  = Beda tingi antara dua titik yang diukur (m)

$\Delta x$  = Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

### 4. Jari-jari Tikungan

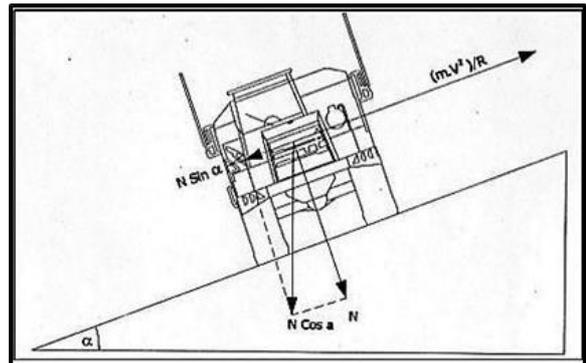
Jari-jari lintasan ialah jari-jari lingkaran yang dimiliki oleh roda belakang dan roda depan.



Gambar 8. Jari-jari Lintasan Alat Angkut

### 5. *Superelevasi*

*Superelevasi* merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian.



Gambar 9 . Gaya-gaya yang Bekerja Pada Superelavasi Jalan Angkut

$$e + f = \frac{V^2}{127R}$$

Keterangan :

$e$  = *Superelevasi* (m/m)

$V$  = Kecepatan rencana alat angkut

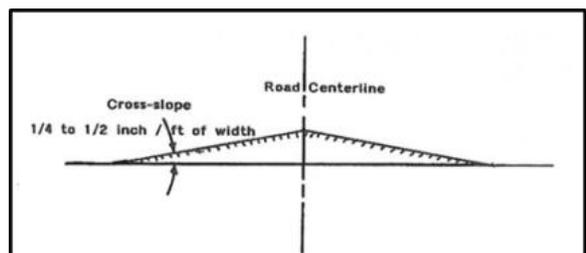
$F$  = Faktor gesekan

(m)

$R$  = Radius Tikungan (m)

### 6. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

*Cross slope* pada jalan tambang memiliki tujuan untuk mengalirkan air pada jalan, sehingga air tersebut akan mengalir ke tepi jalan dan tidak mengganggu alat yang sedang bekerja.



Gambar 10. Penampang *Cross Slope*

**Front Kerja Alat**

Front kerja alat harus memenuhi kriteria dimensi yang mempertimbangkan kondisi alat untuk bekerja. Mobilitas alat dan produksi alat sangat dipengaruhi oleh dimensi front kerja.

Persamaan lebar minimum front kerja alat (Komatsu, 2004):

$$W_{min} = 2 (0,5 R_s) + a + M_t$$

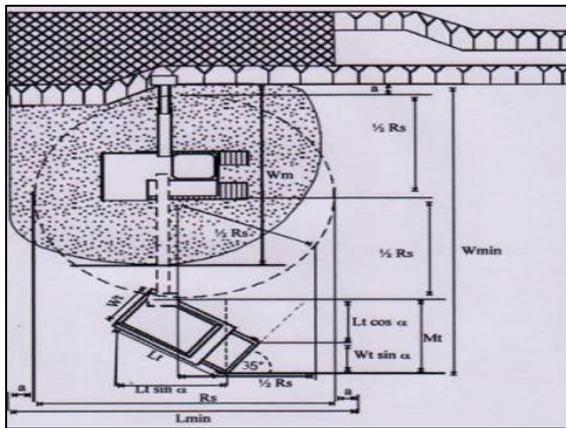
Keterangan:

$W_t$  = Lebar minimum area kerja penambangan (m)

$R_s$  = Radius ayun alat muat (m)

$a$  = Jarak tambahan pengaman (m)

$M_t$  = Lebar alat angkut saat membentuk sudut  $\alpha$  (m)



Gambar 11. Dimensi Front Penambangan

**Waktu Edar Alat Mekanis**

Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu siklus kegiatan kerja dari alat mekanis disebut dengan waktu edaryang mencakup waktu edar alat angkut dan alat muat. Waktu edar alat angkut dalah waktu satu siklus pemuatan yang diawali dari kegiatan menggali alat angkut dan kembali ke kondisi awal dengan mangkuk alat muat kosong. Waktu edar alat angkut adalah waktu satu siklus pengangkutan yang diawali dari waktu kegiatan mengatur posisi untuk pemuatan, waktu pemuatan, waktu mengangkut material, waktu menunggu penumpahan, waktu penumpahan dan waktu kembali dalam kondisi kosong.

$$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6}$$

Keterangan :

$C_{ta}$  : Total waktu edar siklus pengangkutan, (menit)

$T_{a1}$  : Waktu mengambil posisi untuk pemuatan, (menit)

$T_{a2}$  : Waktu pemuatan, (menit)

$T_{a3}$  : Waktu mengangkut material, (menit)

$T_{a4}$  : Waktu mengambil posisi untuk penumpahan (menit)

$T_{a5}$  : Waktu penumpahan, (menit)

$T_{a6}$  : Waktu kembali dalam kondisi kosong, (menit)

**Efisiensi Kerja**

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan

perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah :

1. Kondisi tempat kerja  
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.
2. Kondisi cuaca  
Pada waktu musim hujan, kondisi tempat kerja akan menjadi berlumpur dan kurang stabil, sehingga peralatan mekanis yang dioperasikan tidak dapat bekerja secara optimal.
3. Faktor manusia  
Dengan bekerja pada waktu yang telah ditentukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan maka diharapkan efisiensi akan semakin meningkat begitupun sebaliknya.
4. Waktu Tunda  
Waktu tunda dapat meliputi hambatan yang terjadi selama dilakukan kegiatan penambangan. Adanya hambatan yang terjadi selama jam kerja akan mengakibatkan waktu kerja efektif semakin kecil.

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

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

$W_{ke}$  = waktu kerja efektif, menit  
 $W_{kt}$  = waktu kerja tersedia, menit  
 $W_{ht}$  = waktu hambatan, menit

**Produksi Alat Mekanis**

Produksi dari alat mekanis merupakan banyaknya material yang dapat dihasilkan atau diproduksi pada setiap jamnya.

1. Produksi Alat Gali-Muat  
Produksi alat muat adalah kemampuan alat untuk memuat material dalam satuan jam.

$$Q_{tm} = \left( \frac{3600}{C_{tm}} \right) \times C_{am} \times B_{ff} \times E_k$$

$Q_{tm}$  = Kemampuan produksi alat muat (bcm/ )

$C_{tm}$  = Waktu edar alat muat

$C_{am}$  = Kapasitas bucket (bucket capacity) ( <sup>3</sup> )

$B_{ff}$  = Faktor pengisian mangkuk (bucket fill factor) (%)

$E_k$  = Efisiensi kerja (%)

2. Produksi Alat Angkut

Produksi alat angkut dapat diketahui dengan menggunakan persamaan :

$$Q_{ta} = \left( \frac{3600}{C_{ta}} \right) \times C_a \times B_{ff} \times E_k$$

$Q_{ta}$  = Kemampuan produksi alat angkut(bcm/ )

$C_{Ta}$  = Waktu edar alat angkut

$C_a$  = Kapasitas vessel ( <sup>3</sup> )

$B_{ff}$  = Faktor pengisian mangkuk (bucket fill factor) (%)

$E_k$  = Efisiensi kerja (%)

**Faktor Keserasian Alat Mekanis**

*Match Factor* atau faktor keserasian adalah perbandingan waktu siklus perputaran alat angkut dengan waktu proses pemuatan oleh alat muat.

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

Keterangan :

$MF$  = faktor keserasian

$N_a$  = jumlah alat angkut, (unit)

$N_m$  = jumlah alat muat, (unit)

$C_{tm}$  = waktu edar (*cycle time*) alat muat

$C_t$  = waktu edar (*cycle time*) alat angkut

Berdasarkan perhitungan diatas maka akan diketahui tingkat keserasian kerja antara alat gali-muat dan alat angkut, apabila dari hasil perhitungan ternyata :

- a. Faktor keserasian kurang dari satu ( $MF < 1$ ), menunjukkan keadaan alat muat akan menunggu alat angkut.
- b. Faktor keserasian sama dengan satu ( $MF = 1$ ), menunjukkan kondisi ideal antara alat muat dan angkut, atau tidak ada kondisi alat yang menunggu.
- c. Faktor keserasian lebih dari satu ( $MF > 1$ ), menunjukkan keadaan alat angkut akan menunggu alat muat.

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kegiatan pemuatan yang dilakukan pada pit Anugerah Bumi Cilacap. Anugerah Bumi Cilacap memiliki waktu kerja selama 31 hari selama bulan maret 2020 dengan 1 shift kerja setiap harinya. Berdasarkan table 1, dapat diketahui jumlah waktu kerja normal rata-rata dalam satu minggu, yaitu 22 jam/hari.



Gambar 12. Kondisi *Front* Penambangan

Tabel 1. Waktu Kerja Harian

Hari Kerja	Waktu Kerja	
	Shift I	Shift II
Senin - Minggu	08.00-17.00	Tidak ada

**Efisiensi Alat**

Efisiensi Alat adalah waktu yang benar-benar digunakan oleh suatu alat untuk melakukan kegiatan produksi. Pada kenyataannya waktu yang tersedia tidak dapat sepenuhnya digunakan untuk kegiatan produksi karena adanya hambatan kerja.

Tabel 3. Efisiensi Alat Angkut

NO OHT	EFISIENSI (%)	CT (s)	CT Tanpa Loss (s)
WHT 27_0	92.91%	1393.70	1294.84
WHT 38	87.15%	1461.06	1273.35
WHT 43	75.41%	2023.55	1526.00
WHT 27_1	89.58%	1479.84	1325.71
Total	345.06%	6358.16	5419.90
Rata-Rata	86.26%	1589.54	1354.97

Setelah mengetahui hambatan kerja untuk masing-masing alat maka dapat diketahui faktor efisiensi kerja dari alat tersebut yang dapat mempengaruhi tingkat produksi dari alat itu sendiri. Efisiensi didapat dari perbandingan antara waktu yang digunakan dengan waktu tersedia

**Faktor Pengisian Bucket**

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan terhadap volume nyata bucket, maka besarnya faktor pengisian bucket untuk alat gali-muat Komatsu PC 200 yaitu sebesar 87%.

**Waktu Edar**

Waktu edar alat gali-muat adalah rata-rata waktu alat gali muat untuk menggali, waktu berputar denan muatan, waktu menumpahkan, waktu berputar tanpa muatan serta waktu menunggu alat angkut. Waktu edar alat gali-muat dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Waktu Edar Aktual Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat	Waktu Edar
Komatsu PC 200	21,1 detik

Sedangkan pengamatan waktu edar alat angkut meliputi waktu menunggu, waktu mengambil

posisi untuk dimuati, waktu pemuatan, waktu travel isi, waktu dumping dan waktu kembali tanpa muatan. Waktu edar alat angkut dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Waktu Edar Aktual Alat Angkut

Alat Angkut	Waktu Edar
Toyoya Dyna 130HT	570 detik

**Faktor Keserasian**

Berdasarkan pengamatan dilapangan didapat nilai faktor keserasian antara 1 unit alat gali-muat dan 2 unit alat angkut 0,7. Karena didapat nilai MF < 1 maka alat alat muat lebih sering menganggur dibandingkan dengan truk.

**Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut**

Penilaian kinerja suatu alat mekanis dapat dikatakan optimal atau belum optimal dapat dilihat berdasarkan jumlah produksi yang dapat dihasilkan dalam setiap jam nya.

Tabel 6. Produksi Aktual Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat	Jumlah	Produksi
Komatsu PC 200	1	9.271 BCM/bulan

Tabel 7. Produksi Aktual Alat Angkut

Alat Angkut	Jumlah	Produksi
Toyota Dyna 130HT	2	6.633 BCM/bulan

**Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut**

Berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhi produksi dari alat gali-muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan tanah penutup sehingga target yang telah ditetapkan belum dapat tercapai, dipengaruhi oleh pola pemuatan dan waktu edar.

Pola pemuatan yang diterapkan pada kegiatan pengupasan tanah penutup yakni dengan metode top loading dan *single back up* sehingga akan terjadi *first delay bucket* pada alat gali- muat untuk menunggu alat angkut bermanuver menempatkan diri. Waktu edar alat gali-muat terdiri dari waktu menggali, waktu mengayun dengan muatan, waktu menumpahkan dan waktu mengayun kosong. Adapun besarnya waktu edar alat gali muat pada yaitu 21,1 detik. Kemudian waktu edar dari alat angkut terdiri dari waktu mengambil posisi untuk dimuati, waktu pemuatan, waktu mengangkut muatan, waktu mengambil posisi untuk menumpahkan, waktu penumpahan dan waktu kembali tanpa muatan. Waktu edar alat angkut yaitu 570 detik

**IV. KESIMPULAN**

Hasil dari perhitungan dan pembahasan uraian materi yang dijelaskan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Target produksi di Anugerah Bumi Cilacap pada saat penelitian adalah sebesar 9.271 BCM/bulan. Kemampuan produksi berdasarkan penelitian di lapangan dan setelah dilakukan perhitungan untuk kombinasi 1 unit alat muat Excavator Komatsu PC 200 sebesar 9.271 BCM/bulan dan 2 unit alat angkut Dump Truck Dyna 130HT sebesar 6.526 BCM/bulan.
2. Faktor yang mempengaruhi tidak tercapainya target produksi dari alat muat dan alat angkut adalah jumlah unit alat angkut Toyota Dyna 130HT dinilai masih kurang maksimal karena belum memenuhi target produktivitas.
3. Upaya peningkatan produksi dapat dilakukan dengan cara menambah jumlah unit alat angkut dan meningkatkan waktu kerja efektif. Sehingga efisiensi kerja alat mekanis akan meningkat dan dapat mengoptimalkan kemampuan produksi alat muat dan alat angkut. Setelah dilakukan upaya tersebut, maka kemampuan produksi untuk 1 unit alat muat Komatsu PC 200 meningkat sebesar 10.661 BCM/bulan, dan 3 unit alat angkut Dump Toyota Dyna 130HT sebesar 10.637 BCM/bulan.

**V. DAFTAR PUSTAKA / REFERENCES**

Burt C.N, 2018, *Equipment Selection for Mining*, Springer Nature: Switzerland.  
 Hustrulid, dkk, 2013, *Open Pit Mine Planning and Design : Vol 1 Fundamentals*, AA Balkema : Netherland  
 Indonesianto, Y, 2014. *Pemindahan Tanah Mekanis, Program Studi Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta*. Yogyakarta.  
 Komatsu Inc., 2013, *Komatsu Specification and Application Han*  
 Morgan W.C., dan Peterson L.L., 1968, *Determining shovel-truck productivity*. Min. Eng.  
 Nichols, H. L. dan Day, D. A., 2005, *Moving The*