

Evaluasi Produktivitas Alat Gali - Muat dan Angkut pada Penambangan Batubara di Pit 3 Timur Tambang Banko Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan

¹Hendy Prasetya, ²Zaenal dan ³Dono Guntoro

^{1,2,3}*Program Studi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
e-mail: hendyprasetya@live.com*

Abstract. Boundary problem is limited to the achievement of the target of production per month by work tool excavation - unloading and transport, in this case work tool excavation - unloading and transport used Volvo EC 460 BLC Excavator with capacity of 2.5 BCM and Dump Truck Nissan CWB DT 45 with a capacity of 19.3 BCM. Actual productivity tools of work tool excavation - unloading is 93230,94 tons / month and for conveyance is 93206,87 tons / month. In the process, the means of conveyance which consists of 5 units with charging as much as 8 times to meet one unit of transport equipment, has yet to meet the target production of 100,000 tons. In an effort achieve production targets, it conducted technical evaluations, improvement of work efficiency work tool excavation - unloading by 51,79 % to 55,93 %, while of work tool transport of 66,31 % to 71,58 % and increasing the conveyance capacity to 9 times charging, From the results of improvements based on actual conditions in the field, then obtained the productivity of coal mining for excavator - unloading of 100.674,08 tons / month and work tool transport of 119.925,12 tons / month.

Key Words : Work Efficiency, Target of Production, Productivity.

Abstrak. Batasan masalah dibatasi pada upaya pencapaian target produksi per bulan oleh alat gali – muat dan angkut, dalam hal ini alat gali – muat dan angkut yang digunakan adalah Excavator **Volvo EC 460 BLC** dengan kapasitas 2,5 BCM dan Dump Truck **Nissan CWB DT 45** dengan kapasitas 19,3 BCM. Produktivitas aktual untuk alat gali – muat adalah 93.230,94 ton/bulan dan untuk alat angkut adalah 93.206,87 ton/bulan. Dalam prosesnya, alat angkut yang terdiri dari 5 unit dengan jumlah pengisian sebanyak 8 kali untuk memenuhi satu unit alat angkut, ternyata belum memenuhi target produksi 100.000 ton. Dalam upaya pencapaian target produksi, maka dilakukan evaluasi teknis, perbaikan efisiensi kerja untuk alat gali – muat sebesar 51,79 % menjadi 55,93 % sedangkan untuk alat angkut sebesar 66,31 % menjadi 71,58 % serta penambahan kapasitas alat angkut menjadi 9 kali pengisian dan perawatan jalan angkut. Dari hasil perbaikan berdasarkan kondisi aktual dilapangan, maka diperoleh produktivitas penambangan batubara untuk alat gali – muat sebesar 100.674,08 ton/bulan dan untuk alat angkut sebesar 119.925,12 ton/bulan.

Kata Kunci : Efisiensi kerja, Target Produksi, Produktivitas.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Salah satu perusahaan tambang batubara di Sumatera ialah PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Sebagai perusahaan milik Negara PT Bukit asam (Persero) Tbk telah banyak memproduksi batubara tiap bulannya dengan target produksi yang berbeda disetiap wilayah penambangan yang masuk kedalam IUP perusahaan (TAL, MTB dan Banko Barat).

Target produksi batubara yang ingin dicapai di pit 3 timur tambang banko barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk adalah 100.000 ton/bulan dengan mengoperasikan alat gali – muat Excavator Volvo EC 460 BLC dan alat angkut Dump Truck Nissan CWB DT 45. Pada kenyataannya yang dihadapi, target produksi belum terpenuhi. Untuk itu

maka perlu dilakukan penelitian yang mengarah pada kajian peningkatan produksi alat gali – muat dan alat angkut sehingga target produksi dapat tercapai.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui produktivitas aktual alat gali – muat dan angkut penambangan batubara.
2. Mengoptimalkan kerja alat gali – muat dan angkut agar mencapai target yang diinginkan.
3. Mengetahui produktivitas alat gali – muat dan angkut setelah dilakukannya perbaikan.

B. Landasan Teori

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia dan dinyatakan dalam persen. Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar – benar dipergunakan untuk berproduksi atau waktu produktif dikurangi dengan waktu yang terbuang oleh adanya hambatan – hambatan. Dari hasil pengamatan tentu terdapat keterlambatan dalam penggunaan jam kerja yang tersedia, sehingga jam kerja efektif berkurang. Untuk menghitung efisiensi kerja digunakan rumus sebagai berikut :

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\%$$

Dimana : E = Efisiensi Kerja, (%)
 W_e = Waktu kerja efektif, (menit)
 W_p = Waktu kerja produktif (menit)

Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar (*cycle time*) adalah waktu yang diperlukan alat mulai dari aktifitas pengisian atau pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*) untuk truck dan sejenisnya atau swing untuk back hoe dan shovel, pengosongan (*dumping*), kembali kosong dan mempersiapkan posisi (*maneuver*) untuk diisi atau dimuat.

Waktu edar alat muat merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan. Berikut ini adalah cara pergerakan operasi alat muat dalam pemuatan material adalah sebagai berikut :

1. Mengisi mangkuk (*fill bucket*)
2. Memutar mangkuk terisi (*swing load*)
3. Memutar balik mengisi mangkuk lagi (*swing empty*)

Waktu edar (*cycle time*) alat muat dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CT_m = A + B + C + D$$

Dimana : CT_m = *cycle time* alat muat, (menit)
 A = Waktu mengisi *bucket* (menggali), (detik)
 B = Waktu ayunan bermuatan, (detik)
 C = Waktu menumpahkan isi, (detik)
 D = Waktu ayunan kosong, (detik)

Waktu edar alat angkut adalah waktu yang dibutuhkan dalam siklus pekerjaan. Waktu edar alat angkut adalah sebagai berikut :

1. Waktu mengatur posisi
2. Waktu mengisi muatan
3. Waktu mengangkut
4. Waktu mengatur posisi
5. Waktu *dumping* (menumpahkan)
6. Waktu kembali kosong

Waktu edar (*cycle time*) alat angkut dapat dihitung, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CTa = A + B + C + D + E + F$$

Dimana :

- CTa = *cycle time* alat angkut, (menit)
- A = Waktu mengatur posisi dimuat, (detik)
- B = Waktu memuat, (detik)
- C = Waktu mengangkut isi, (detik)
- D = Waktu mengatur posisi untuk menumpahkan isi, (detik)
- E = Waktu *dumping* (menumpahkan), (detik)
- F = Waktu kembali kosong, (detik)

Faktor Pengembangan

Pembeaian merupakan prosentase pengembangan volume material dari volume asli, yang dapat mengakibatkan bertambahnya jumlah material yang harus dipindahkan dari kedudukan aslinya. Ketika digali, material akan lepas dan terberai sedemikian rupa dan tidak akan kembali ke bentuk semula. Pembeaian terjadi karena terbentuk rongga-rongga udara di antara partikel-partikel material lepas tersebut. Misalnya, satu kubik material pada kondisi asli (*bank*) setelah digali volumenya mengembang atau bertambah 30%, artinya volume bertambah 1,3 kali volume aslinya, namun beratnya tetap sama sebelum dan sesudah digali. Faktor pengembangan adalah besarnya volume yang dimiliki oleh suatu material, apabila material itu digali dari tempat asalnya. Dalam menghitung faktor pengembangan, digunakan rumus sebagai berikut :

$$SF = \frac{Loose}{Insitu} \times 100\%$$

Dimana :

- SF = Faktor Pengembangan (%)
- insitu = *Density* insitu batubara (ton/BCM)
- loose = *Density loose* batubara (ton/LCM)

Faktor Pengisian

Faktor pengisian adalah presentase volume yang sesuai atau sesungguhnya dapat diisikan kedalam bak (*vessel*) truck dibandingkan dengan kapasitas teoritisnya. Suatu bak (*vessel*) truk yang mempunyai factor isi 87%, artinya 13% volume vessel itu tidak dapat diisi. Mangkuk (bucket) dari excavator memiliki faktor isi lebih dari 100% karena dapat diisi munjung (*heaped*). Adapun angka faktor pengisian dapat dilihat pada (Tabel 3.4).

$$FF = \frac{Vn}{Vt} \times 100\%$$

Dimana :

- FF = Faktor Pengisian, (%)
- Vn = Volume material yang sebenarnya, (m³)

V_t = Volume teoritis, (m^3)

Produktivitas

Produktivitas alat mekanis merupakan parameter yang dipakai untuk menilai kerja alat mekanis. Semakin besar produktivitasnya, maka kerja alat semakin baik.

Produktivitas alat gali – muat dan angkut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{E \times 60 \times H \times FF \times SF}{CT}$$

Keterangan :

- P = produktivitas per jam (BCM/jam)
- H = kapasitas bucket (BCM)
- SF = *Swell Factor* (%)
- FF = Faktor pengisian (%)
- E = Effisiensi kerja (%)
- CT = Cycle Time (menit)

Keserasian Kerja

Untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat gali-muat dan alat angkut, maka produktivitas alat gali-muat harus sesuai dengan produktivitas alat angkut. Faktor keserasian alat gali-muat dan alat angkut didasarkan pada produktivitas alat gali-muat dan produktivitas alat angkut, yang dinyatakan dalam *Match factor* (MF).

Secara perhitungan teoritis, produktivitas alat gali muat haruslah sama dengan produktivitas alat angkut, sehingga perbandingan antara alat angkut dan alat gali-muat mempunyai nilai satu, yaitu :

$$MF = \frac{\text{Banyak pengisian} \times \text{jumlah alat angkut} \times \text{CT alat gali - muat}}{\text{Jumlah alat gali} \times \text{CT alat angkut}}$$

Keterangan :

MF = *Match Factor* atau faktor keserasian

Apabila hasil perhitungan diperoleh :

- $MF < 1$, artinya alat muat bekerja kurang dari 100%, sedangkan alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.
- $MF = 1$, artinya alat muat dan angkut bekerja 100%, sehingga tidak terjadi waktu tunggu dari kedua jenis alat tersebut.
- $MF > 1$, artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

C. Hasil Penelitian

Hasil penelitian didasarkan pada pengamatan aktual mengenai efisiensi kerja, faktor pengembangan, faktor pengisian di lokasi pengamatan, maka didapat produktivitas alat gali-muat dan angkut aktual, produktivitas alat gali-muat dan angkut setelah perbaikan.

Produktivitas Aktual

Dari hasil perhitungan dilapangan, maka diperoleh data produktivitas alat gali - muat pada saat ini :

Diketahui :

| | | |
|----|----------------------------------|--------------|
| H | = Kapasitas <i>Bucket</i> | = 2,50 BCM |
| FF | = Faktor Pengisian <i>Bucket</i> | = 86,40 % |
| SF | = <i>Swell Factor</i> | = 76,57 % |
| E | = Efisiensi Kerja | = 51,79 % |
| CT | = <i>Cycle time</i> | = 0,37 menit |

Maka produktivitas aktual alat gali – muat yang didapat adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{E \times 60 \times H \times FF \times SF}{CT}$$

$$P = \frac{51,79 \% \times 60 \text{ menit / jam} \times 2,5 \text{ BCM} \times 86,4 \% \times 76,57 \%}{0,37 \text{ menit}}$$

$$= 138,91 \text{ BCM/Jam}$$

$$= 154,19 \text{ Ton/Jam}$$

$$P \text{ semua alat} = P \times n \text{ (jumlah alat)}$$

$$= 154,19 \text{ Ton/Jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$= 154,19 \text{ Ton/Jam}$$

Waktu kerja perhari 20,85 dalam 3 shift sehingga produktivitasnya adalah sebagai berikut :

$$P \text{ (hari)} = 154,19 \text{ Ton/Jam} \times 20,85 \text{ Jam/Hari}$$

$$= 3.214,86 \text{ Ton/Hari}$$

Waktu kerja dalam 1 bulan = 29 hari, maka produktivitas dalam 1 bulan adalah sebagai berikut :

$$P \text{ (bulan)} = 3.214,86 \text{ Ton/Hari} \times 29 \text{ Hari/Bulan}$$

$$= 93.230,94 \text{ Ton/Bulan}$$

Maka produktivitas alat gali - muat belum memenuhi target produksi yang telah ditetapkan yaitu 100.000 Ton/Bulan.

Dari hasil perhitungan dilapangan, maka diperoleh data produktivitas alat angkut pada saat ini :

Diketahui :

| | | |
|----|----------------------------------|---------------|
| H | = Kapasitas <i>Bucket</i> | = 19,3 BCM |
| FF | = Faktor Pengisian <i>Bucket</i> | = 77,30 % |
| SF | = <i>Swell Factor</i> | = 76,57 % |
| E | = Efisiensi Kerja | = 66,31 % |
| CT | = <i>Cycle time</i> | = 16,36 menit |

Maka produktivitas aktual alat angkut yang didapat adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{E \times 60 \times H \times FF \times SF}{CT}$$

$$P = \frac{66,31 \% \times 60 \text{ menit / jam} \times 19,3 \text{ BCM} \times 77,30 \% \times 76,57 \%}{16,36 \text{ menit}}$$

$$= 27,78 \text{ BCM/Jam}$$

$$= 30,83 \text{ Ton/Jam}$$

$$P \text{ semua alat} = P \times n \text{ (jumlah alat)}$$

$$= 30,83 \text{ Ton/Jam} \times 5 \text{ unit}$$

$$= 154,15 \text{ Ton/Jam}$$

Waktu kerja perhari 20,85 dalam 3 shift sehingga produktivitasnya adalah sebagai berikut :

$$P \text{ (hari)} = 154,15 \text{ Ton/Jam} \times 20,85 \text{ Jam/Hari}$$

$$= 3214,03 \text{ Ton/Hari}$$

Waktu kerja dalam 1 bulan = 29 hari, maka produktivitas dalam 1 bulan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P \text{ (bulan)} &= 3.214,03 \text{ Ton/Hari} \times 29 \text{ Hari/Bulan} \\ &= 93.206,87 \text{ Ton/Bulan} \end{aligned}$$

Maka produktivitas alat angkut belum memenuhi target produksi yang telah ditetapkan yaitu 100.000 Ton/Bulan dengan persen kehilangan dari alat gali – muat ke alat angkut 0,025 % perbulan.

Produktivitas Setelah Perbaikan

Dari perbaikan efisiensi, diperoleh data kemampuan produktivitas alat gali - muat setelah perbaikan.

Faktor – faktor utama yang mempengaruhi perhitungan produktivitas alat gali - muat adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$\begin{aligned} H &= \text{Kapasitas } \textit{Bucket} &&= 2,50 \text{ BCM} \\ FF &= \text{Faktor Pengisian } \textit{Bucket} &&= 86,40 \% \\ SF &= \textit{Swell Factor} &&= 76,57 \% \\ E &= \text{Efisiensi Kerja} &&= 55,93 \% \\ CT &= \textit{Cycle time} &&= 0,37 \text{ menit} \end{aligned}$$

Maka produktivitas setelah perbaikan efisiensi yang didapat alat gali - muat adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= \frac{E \times 60 \times H \times FF \times SF}{CT} \\ P &= \frac{55,93 \% \times 60 \text{ menit / jam} \times 2,5 \text{ BCM} \times 86,4 \% \times 76,57 \%}{0,37 \text{ menit}} \\ &= 150 \text{ BCM/Jam} \\ &= 166,5 \text{ Ton/Jam} \\ P \text{ semua alat} &= P \times n \text{ (jumlah alat)} \\ &= 166,5 \text{ Ton/Jam} \times 1 \text{ unit} \\ &= 166,5 \text{ Ton/Jam} \end{aligned}$$

Waktu kerja perhari 20,85 jam dalam 3 shift sehingga produktivitas perharinya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P \text{ (hari)} &= 166,5 \text{ Ton/Jam} \times 20,85 \text{ Jam/Hari} \\ &= 3.471,52 \text{ Ton/Hari} \end{aligned}$$

Waktu kerja dalam 1 bulan 29 hari maka produktivitas dalam 1 bulan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P \text{ (bulan)} &= 3.471,52 \text{ Ton/Hari} \times 29 \text{ Hari/Bulan} \\ &= 100.674,08 \text{ Ton/Bulan} \end{aligned}$$

Maka produktivitas setelah dilakukan perbaikan efisiensi alat gali - muat sudah memenuhi target produksi sebesar 100.000 Ton/Bulan.

Faktor – Faktor utama yang mempengaruhi perhitungan produktivitas alat angkut adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$\begin{aligned} H &= \text{Kapasitas } \textit{Bucket} &&= 19,3 \text{ BCM} \\ FF &= \text{Faktor Pengisian } \textit{Bucket} &&= 86,99 \% \\ SF &= \textit{Swell Factor} &&= 76,57 \% \\ E &= \text{Efisiensi Kerja} &&= 71,58 \% \\ CT &= \textit{Cycle time} &&= 15,45 \text{ menit} \end{aligned}$$

Maka produktivitas setelah perbaikan efisiensi yang didapat alat angkut adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{E \times 60 \times H \times FF \times SF}{CT} \\
 P &= \frac{71,58 \% \times 60 \text{ menit / jam} \times 19,3 \text{ BCM} \times 86,99 \% \times 76,57 \%}{15,45 \text{ menit}} \\
 &= 35,73 \text{ BCM/Jam} \\
 &= 39,67 \text{ Ton/Jam} \\
 P \text{ semua alat} &= P \times n \text{ (jumlah alat)} \\
 &= 39,67 \text{ Ton/Jam} \times 5 \text{ unit} \\
 &= 198,34 \text{ Ton/Jam}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja perhari 20,85 jam dalam 3 shift sehingga produktivitas perharinya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P \text{ (hari)} &= 198,34 \text{ Ton/Jam} \times 20,85 \text{ Jam/Hari} \\
 &= 4.135,35 \text{ Ton/Hari}
 \end{aligned}$$

Waktu kerja dalam 1 bulan 29 hari maka produktivitas dalam 1 bulan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P \text{ (bulan)} &= 4.135,35 \text{ Ton/Hari} \times 29 \text{ Hari/Bulan} \\
 &= 119.925,12 \text{ Ton/Bulan}
 \end{aligned}$$

Maka produktivitas alat angkut sudah memenuhi target produksi 100.000 ton/bulan.

Faktor Keserasian

Agar tercapai faktor keserasian, maka yang perlu dilakukan adalah memperkecil waktu edar alat angkut.

Sehingga faktor keserasian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 MF &= \frac{\text{Banyak pengisian} \times \text{jumlah alat angkut} \times \text{CT alat gali - muat}}{\text{Jumlah alat gali} \times \text{CT alat angkut}} \\
 MF &= \frac{9 \times 5 \times 0,37}{1 \times 15,45} \\
 &= 1,07
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh MF sebesar 1,07 ini berarti alat angkut menunggu alat gali - muat ($MF > 1$). Angka *match factor* sama dengan 1 ($MF=1$) sangat sulit untuk dicapai, sehingga apabila nilai MF dapat didekati dengan toleransi yang relatif kecil maka penyimpangan – penyimpangan kerja dapat terhindarkan, seperti kesempatan alat angkut datang secara bersamaan berkurang.

Pengaruh Perbaikan Efisiensi Kerja, Jumlah Pengisian Alat Angkut dan Perawatan Jalan

Perbaikan efisiensi kerja, jumlah pengisian alat angkut dan perawatan jalan sangat penting dilakukan agar dapat meningkatkan produktivitas. Dari data perbaikan efisiensi kerja, jumlah pengisian alat angkut dan perawatan jalan didapat peningkatan produktivitas yang cukup signifikan, ini dikarenakan efisiensi kerja sangat tergantung pada operator alat mekanis tersebut, jumlah pengisian alat juga tergantung pada operator dan hasil pembeaian batubara serta perawatan jalan juga tergantung pada penanganan perawatan jalan setelah hujan.

D. Kesimpulan

1. Produksi alat mekanis untuk penambangan batubara pada kondisi awal dengan 1 unit alat gali - muat Excavator Volvo EC 460 BLC adalah 93.230,94 ton/bulan

- dan 5 unit dan Dump Truck Nissan CWB DT 45 adalah 93.206,87 ton/bulan.
2. Dengan mengoptimalkan kerja alat gali - muat dan angkut yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas adalah dengan perbaikan efisiensi kerja, maka efisiensi kerja dengan metode wastinghouse untuk alat gali - muat adalah sebesar 51,79% menjadi 55,93% sedangkan untuk alat angkut 66,31% menjadi 71,58% dan penambahan jumlah kapasitas alat angkut dari 8 kali pengisian menjadi 9 kali pengisian.
 3. Setelah dilakukan perbaikan efisiensi kerja maka produktivitas alat muat Excavator Volvo EC 460 BLC meningkat dari 93.230,94 ton/bulan menjadi 100.674,08 ton/bulan sedangkan Dump Truck Nissan CWB DT 45 meningkat dari 93.206,87 ton/bulan menjadi 100.638,81 ton/bulan. Setelah dilakukan penambahan jumlah pengisian dan perawatan jalan angkut produktivitas alat angkut meningkat dari 100.638,81 ton/bulan menjadi 119.925,12 ton/bulan.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2010, *Foreman Guide Book* Buma.
- Anonim, 2004, *Specification and Application Handbook, 25th Edition*, Komatsu Ltd.
- Anonim, 2015, *Geologi Regional Tanjung Enim*, Satuan Kerja Geologi PT. Bukit Asam.
- Anonim, 2015, *Data Curah Hujan di Lokasi Tambang*, Satuan Kerja Perencanaan Hidrologi PT. Bukit Asam.
- Anonim, 2015, *Foto Udara Lokasi Tambang*, Satuan Kerja Perencanaan Operasi PT. Bukit Asam.
- Anonim, 2012, *Peta Administrasi Kabupaten Muara Enim*, Bakosurtanal.
- Andi Tenrisukki Tenriajeng, 1987, *Pemindahan Tanah Mekanis*. Penerbit Gunadarma.
- Morgan, 1968, *Determining Shovel and Truck Productivity* Mining Engineering, New York.
- Nurhakim, 2004, *Buku Panduan Kuliah Lapangan II Edisi Ke-2*, Teknik Pertambangan, Universitas Lambung Mangkurat.
- Prodjosumarto Partanto, 2000, *Tambang Terbuka (Surface Mining)* Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Prodjosumarto Partanto, 1993, *Pemindahan Tanah Mekanis* Departemen Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Sudjana, 2000, *Metode Statistika Edisi ke 6*. Penerbit Tarsito.