

# Kajian Produktivitas dan Keserasian Alat Gali Muat dengan Alat Angkut pada Kegiatan Pengupasan *Top Soil* di PT Kuansing Inti Makmur, Desa Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi

Mohammad Ihsan\*, Harizona Aulia Rahman

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\* [mohammadihsan942@gmail.com](mailto:mohammadihsan942@gmail.com)

**Abstrak.** Salah satu kegiatan penambangan batubara adalah pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) yang diawali dengan penggalian dan pengangkutan selanjutnya ke lokasi pembuangan. Lapisan tanah penutup dipindahkan dari lokasi penggalian ke area pembuangan sehingga memerlukan penggunaan peralatan mekanis, termasuk *excavator* untuk pemuatan dan kendaraan pengangkut tugas berat. Keberhasilan dalam operasi penambangan, yang diukur dengan target produksi, menentukan apakah suatu perusahaan dapat mencapai keuntungan tahunan, sekaligus memprioritaskan keselamatan dan kesehatan kerja yang merupakan dua komponen penting dalam sektor pertambangan. Banyak faktor lain yang juga berperan, seperti kondisi cuaca, faktor manusia, peralatan, dan bahkan jalan yang digunakan oleh kendaraan pengangkut yang membawa lapisan penutup dan batu bara. Meningkatkan produktivitas dan mengatasi hambatan-hambatan yang timbul di lapangan dengan memahami penghambat dan faktor pendukung agar tujuan produksi perusahaan dapat tercapai dan terlampaui. Untuk memaksimalkan proses penambangan material lapisan penutup, perlu dilakukan perhitungan jumlah peralatan pemuatan dan pengangkutan yang dibutuhkan, dan keserasian alat antara alat muat dan alat angkut serta waktu efektif yang digunakan untuk kegiatan penambangan.

**Kata kunci:** produktivitas, keserasian, waktu edar, ekskavator, *dump truck*

**Abstract.** One of the activities in coal mining is excessive ripping (*overloaded*), which starts with excavation and transportation to the disposal site. The excavation site is moved to the disposal area, so the mechanical device must be used, including excavation for charging and vehicles with heavy tasks. Success in mining operations, measured with production objectives, determines whether the company can achieve annual profits and prioritize safety of professional security and health. These are two important components in the mining sector. Many other factors also play roles such as weather conditions, human factors, equipment and even the road used by transportation vehicles that use cover layers and coal. Increasing productivity and overcoming obstacles that arise in the area by understanding the inhibition and support of factors so that the company's production objectives can be achieved and exceeded. To maximize the dismantling of cover material, the number of load devices and transportation needed and harmony of the tools between loading and use and effective time for mining activities must be calculated.

**Keywords:** productivity, match factor, cycle time, excavator, *dump truck*

Tanggal Diterima: 26/08/2024; Tanggal Direvisi: 30/08/2024; Tanggal Disetujui: 30/08/2024; Tanggal Dipublikasi: 30/08/2024

## 1. Pendahuluan

Pada saat penambangan batubara, lapisan tanahnya bermacam-macam, yaitu lapisan pertama berupa tanah lapisan atas dan lapisan bawah tanah, lapisan pertama berupa soil, lapisan kedua berupa pasir, serta lapisan terakhir berupa batubara. Dalam hal ini *overburden* merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan kontraktor untuk memperoleh batubara. tanah penutup adalah semua lapisan.

Tanah/batuan berada di atas dan langsung menutupi lapisan material. Penggalian yang sangatlah berharga, sehingga harus disingkirkan sebelum bahan alam berharga dapat digali.[1] Pengupasan lapisan penutup dimulai dengan penggalian bagian *top soil* dan diangkut ke area pembuangan (*disposal*) dengan menggunakan alat antara lain *excavator* CAT 395D dengan kapasitas *bucket* 5,2 m<sup>3</sup> dan alat angkut Komatsu HD 465 kapasitas vessel 46 m<sup>3</sup>. Dengan adanya lokasi penambangan di Tanjung Belit dapat membuka

lapangan kerja dan sektor pendapatan bagi masyarakat dan sekitarnya.

## 2. Kajian Teori

### 2.1 Produktivitas

Optimalisasi produksi pertambangan dapat meningkatkan produktivitas.[2] Berbagai macam optimasi dan pemilihan peralatan untuk peningkatan produktivitas industri pertambangan diantaranya adalah metode faktor pencocokan, teori antrian, pemrograman linear dan simulai.[3] Optimalisasi produksi di pertambangan dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu optimalisasi kapasitas produksi alat berat, efisiensi waktu kerja, dan sebagainya.

Produktivitas tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat mekanis. Semakin baik penggunaan alat mekanis maka semakin besar produksi yang dihasilkan alat tersebut.[4]

## a. Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas alat gali muat dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Q_m = \frac{K_b \times B_f \times S_f \times E_k \times 3600}{C_{tm}}$$

**Keterangan.**

$Q_m$  : Produktivitas alat gali muat (bcm/jam)  
 $K_b$  : Kapasitas teoritis *bucket* alat gali muat (m<sup>3</sup>)  
 $B_f$  : *Bucket fill factor* (%)  
 $S_f$  : *Swell factor* (%)  
 $E_k$  : Efisiensi kerja  
 $C_{tm}$  : Waktu edar gali muat (detik)

## b. Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Q_a = \frac{n \times K_b \times B_f \times S_f \times E_k \times 3600}{C_{ta}}$$

**Keterangan.**

$Q_a$  : Produktivitas alat gali angkut (bcm/jam)  
 $K_b$  : Kapasitas *bucket* alat gali muat (m<sup>3</sup>)  
 $B_f$  : *Bucket fill factor* (%)  
 $S_f$  : *Swell factor* (%)  
 $E_k$  : Efisiensi kerja  
 $C_{ta}$  : Waktu edar gali angkut (detik)  
 $N$  : Jumlah pengisian *bucket* alat angkut

**2.2 Cycle Time Alat Gali Muat dan Angkut**

Waktu edar adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk menghasilkan satu unit produk dalam satu siklus kerja. Waktu edar ialah waktu yang dibutuhkan alat untuk melakukan aktivitas tertentu dari awal hingga akhir dan siap untuk memulai kembali. Setiap pemindahan tanah mekanis, alat-alat mekanik bekerja menurut suatu pola tertentu, yang pada prinsipnya terdiri dari beberapa komponen waktu siklus, gerakan-gerakan dalam satu waktu siklus.[3]

$$CT = T_{dg} + T_{si} + T_{dp} + T_{sk}$$

**Keterangan.**

$CT$  : *Cycle time*  
 $T_{dg}$  : Waktu *digging*  
 $T_{si}$  : Waktu *swing* isi  
 $T_{dp}$  : Waktu *dumping*  
 $T_{sk}$  : Waktu *swing* kosong

$$CT = T_{ml} + T_l + T_{hi} + T_{md} + T_d + T_{hk}$$

**Keterangan.**

$CT$  : *Cycle time*  
 $T_{ml}$  : Waktu *manuver loading*  
 $T_l$  : Waktu *loading*  
 $T_{hi}$  : Waktu *hauling* isi  
 $T_{md}$  : Waktu *manuver dumping*  
 $T_d$  : Waktu *dumping*  
 $T_{hk}$  : Waktu *hauling* kosong

**2.3 Match Factor**

Hubungan kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut dapat terjadi, bila produksi alat muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Faktor keserasian alat muat dan alat angkut ini didasarkan pada produksi alat muat dan alat angkut yang dinyatakan dalam faktor keserasian (*match factor*).[5]

*Match factor* digunakan sebagai indikator kinerja produktivitas di industri pertambangan dan konstruksi selama beberapa dekade. Semua *truck* dan *loader* memiliki tipe yang sama hal ini dapat diperkirakan berdasarkan nilai *match factor*. Faktor keserasian dijabarkan sebagai perbandingan antara produksi alat angkut dibagi dengan produksi alat gali muat. Apabila produksi alat angkut sama dengan alat muat, maka dapat diartikan bahwa kedua alat tersebut sudah serasi.[6]

Kemampuan produksi alat angkut sangat dipengaruhi oleh nilai *match factor* dari *fleet* yang beroperasi. Semakin besar nilai *match factor*, produksi akan lebih optimal sampai batas tertentu dimana produksi tidak bisa bertambah lagi.

$$MF = \frac{N_a \times (C_{tn} \times n)}{N_m \times C_{ta}}$$

**Keterangan.**

$MF$  : *Match factor*  
 $N_a$  : Jumlah alat angkut  
 $N_m$  : Jumlah alat gali muat  
 $N$  : Banyak muatan  
 $C_{tm}$  : Waktu edar gali muat  
 $C_{ta}$  : Waktu edar gali angkut (detik)

Jika:

$MF < 1$ , faktor kinerja alat muat lebih kecil dari alat angkut;

$MF > 1$ , faktor kinerja alat angkut lebih kecil dari alat muat;

$MF = 1$ , faktor kinerja alat muat dengan alat angkut sama.

**3. Hasil dan Pembahasan****3.1 Pengambilan Data**

Data diambil dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan, di antara *front* dan lokasi *dumping*. Data yang diambil berupa data *cycle time* alat muat CAT 395D dan alat angkut HD Komatsu 465. Alat muat terdiri dari *digging*, *swing* isi, *swing* kosong, *dumping material*. Alat angkut terdiri dari *manuver loading*, waktu *loading*, waktu *traveling* isi, waktu *dumping*, waktu *traveling* kosong.

**3.2 Pengolahan dan Perhitungan Cycle Time**a. Perhitungan *Cycle Time* Alat Muat

Perhitungan *cycle time* alat gali-muat *excavator* CAT 395D yang digunakan untuk memuat *overburden* dapat ditentukan dengan rumus di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 CTm &= Tdg + Tsi + Tdp + Tsk \\
 &= 6,74 + 4,05 + 3,78 + 4,39 \\
 &= \mathbf{18,96 \text{ detik}}
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan *Cycle Time* Alat Angkut

Perhitungan *cycle time* alat angkut HD Komatsu 465 untuk kegiatan pengupasan *top soil* berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan pada lokasi penambangan PT Kuansing Inti Makmur diketahui:

$$\begin{aligned}
 CT &= Tml + Tl + Thi + Tmd + Td + Thk \\
 &= 0,24 + 2,31 + 8,36 + 0,18 + 0,26 + 7,33 \\
 &= \mathbf{17,17 \text{ menit}}
 \end{aligned}$$

### 3.3 Pengolahan dan Perhitungan Produktivitas

a. Perhitungan Produktivitas Alat Muat

Perhitungan produktivitas alat gali muat *excavator* CAT 395D untuk kegiatan pengupasan *top soil* berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan pada lokasi penambangan di PT Kuansing Inti Makmur diketahui:

$$Kapasitas \text{ bucket } (Kb) = 5,2 \text{ m}^3$$

$$Efisiensi \text{ kerja } (Ek) = 72,58\%$$

$$Cycle \text{ time } (CTm) = 18,96 \text{ detik}$$

$$Bucket \text{ fill factor } (BFF) = 80\%$$

$$Swell \text{ factor } (SF) = 0,85$$

Maka produktivitas *excavator* CAT 395D dalam rangka pengupasan *top soil* di PT. Kuansing Inti Makmur ialah:

$$\begin{aligned}
 Qm &= \frac{Kb \times Bf \times Sf \times Ek \times 3600}{CTm} \\
 &= \frac{5,2 \times 0,80 \times 0,85 \times 0,73 \times 3600}{18,96} \\
 &= \mathbf{490,11 \text{ bcm/jam}}
 \end{aligned}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa dalam 1 jam kerja dengan 1 unit *excavator* CAT 395D dapat melakukan penggalian sebanyak 490,11 bcm/jam.

b. Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

Perhitungan produktivitas alat angkut HD Komatsu 465 untuk kegiatan pengupasan *top soil* berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan pada lokasi penambangan PT Kuansing Inti Makmur diketahui:

$$Kapasitas \text{ vesse } = 26 \text{ m}^3$$

$$Efisiensi \text{ kerja } (Ek) = 72,58\%$$

$$Cycle \text{ time } (CTm) = 17,169 \text{ menit}$$

$$Bucket \text{ fill factor } (BFF) = 80\%$$

$$Swell \text{ factor } (SF) = 1,25$$

Maka produktivitas HD Komatsu 465 dalam rangka pengupasan *top soil* di PT Kuansing Inti Makmur ialah:

$$\begin{aligned}
 Qa &= \frac{Na \times Kv \times Bf \times Sf \times Ek \times 3600}{CTa} \\
 &= \frac{7 \times 26 \times 0,80 \times 1,25 \times 0,73 \times 3600}{17,169} \\
 &= \mathbf{464,30 \text{ bcm/jam}}
 \end{aligned}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa dalam 1 jam kerja dengan 1 unit HD Komatsu 465 dapat melakukan penggalian sebanyak 464,30 bcm/jam.

### 3.4 Pengolahan dan Match Factor

Perhitungan keserasian kerja (*match factor*) perlu diketahui untuk mengetahui keserasian kerja dari alat-alat mekanis yang digunakan. Jika analisa melalui *match factor* antara HD Komatsu 465 dan *excavator* CAT 395D, maka nilai keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut dalam kegiatan pengupasan *top soil* dapat dicari menggunakan persamaan:

**Diketahui:**

$$Jumlah \text{ alat angkut } (Na) = 7 \text{ unit}$$

$$Cycle \text{ time alat angkut } (CTa) = 17,169 \text{ menit}$$

$$Jumlah \text{ alat gali muat } (Nm) = 1$$

$$Cycle \text{ time alat gali muat } (Ctm) = 0,316 \text{ menit}$$

$$Banyak \text{ pengisian } (n) = 5$$

$$\begin{aligned}
 MF &= \frac{Na \times (Ctn \times n)}{Nm \times Cta} \\
 &= \frac{7 \times (0,316 \times 5)}{1 \times 17,169} \\
 &= \mathbf{0,644}
 \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan perhitungan *match factor* (keserasian) antara 7 *high dump truck* Komatsu 465 dan 1 *excavator* CAT 395D diatas, maka diperoleh angka *match factor* < 1, berarti kemampuan produksi alat muat lebih besar dari pada kemampuan alat angkut, sehingga ada waktu tunggu bagi alat muat.

Untuk mengoptimalkan *match factor* antara *loader* dengan *hauler*, usaha yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan perbaikan *cycle time loader* dan *hauler*, pengurangan alat angkut atau penambahan alat muat sehingga meningkatkan efisiensi kerja unit.

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lapangan dan pembahasan sebelumnya, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan, yaitu: pada kegiatan pengupasan *top soil* di PT Kuansing Inti Makmur memakai *fleet* 1:7 dengan alat gali muat *excavator* CAT 395D dan 7 *heavy*

*duty* Komatsu 465 dari pengukuran di lapangan didapatkan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat yaitu 18,96 menit dan waktu edar (*cycle time*) alat gali angkut yaitu 17,169 detik, maka didapatkan nilai keserasian dari kedua alat tersebut (*match factor*) yaitu 0,644 atau  $MF < 1$ , Nilai *match factor* = 0,644 artinya kemampuan produksi alat muat excavator CAT 395D dari pada *heavy duty* Komatsu 465, sehingga ada waktu tunggu bagi alat muat.

#### Referensi

- [1] Prabowo, H., Premana, H., & Amrina, E. (2023). *Keserasian Kerja Alat Gali Muat Excavator Volvo EC330 BLC dan Alat Angkut Dump Truck Mercedes Benz Axor 2528 C pada Kegiatan Coal Getting Seam B*. Jurnal Sains dan Teknologi: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknologi Industri, 23(1), 86-98.
- [2] Prabowo, H., & Marcelino, U. Z. D. 2023. *Kajian Teknis Produktivitas dan Keserasian Excavator dengan Dump Truck pada Kegiatan Coal Getting Seam 18 PT Kurnia Alam Investama Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi*. CIVED, 10(2), 398-408.
- [3] Permana, A. U. 2020. *Optimization of Heavy Equipment Capabilities in The Framework of Productivity and Coal Mining Business Sustainability: Case Study of East Kalimantan Mining Area*. Journal of Economics and Business, 3(4).
- [4] Nasuhi, M. 2017. *Optimalisasi dan Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Tambang Batu Granit PT Vitrama Properti di Desa Air Mesu, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah*. Jurnal Mineral, hal 8-15.
- [5] Prabowo, H., Hutmi, R., & Dewata, I. 2023. *Optimizing Digging Equipment Productivity Using Overall Equipment Effectiveness (OEE) Method in Coal Overburden Mining Activities*. Invotek: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi, 23(2), 99-108.
- [6] Morgan, W. A. 1968. *Determining Shovel-Truck Productivity*. Mining Engineering, 76-80.