



## Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Shovel Komatsu PC 3000 Di Penambangan Pit 2 Swakelola 1 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk.

(*Productivity Analysis of Komatsu PC 3000 Loading Shovel Excavation Equipment In Pit 2 Self-Managed Mining 1 West Banko Mine PT. Bukit Asam, Tbk.*)

Indra Nuryanneti<sup>1</sup>, Siti Nurjanah<sup>2</sup>, Ego Prasetyo<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Indonesia

<sup>1</sup> [indranuryanneti@akipba.ac.id](mailto:indranuryanneti@akipba.ac.id), <sup>2</sup> [siti.nurjanah@akipba.ac.id](mailto:siti.nurjanah@akipba.ac.id), <sup>3</sup> [egoprasetyo42@gmail.com](mailto:egoprasetyo42@gmail.com)

**Penulis Korespondensi:** Indra Nuryanneti | **Email:** [indranuryanneti@akipba.ac.id](mailto:indranuryanneti@akipba.ac.id)

Diterima (*Received*): 27/11/2025 Direvisi (*Revised*): 17/12/2025 Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 19/12/2025

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat gali-muat Shovel Komatsu PC3000 pada kegiatan penambangan di area *front* swakelola. Evaluasi dilakukan untuk memperoleh gambaran kinerja aktual alat guna mendukung pencapaian target produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Pengumpulan data dilakukan melalui pengamatan langsung terhadap aktivitas alat di lapangan, terutama untuk memperoleh data *cycle time* yang mencakup waktu penggalian, pengisian *bucket*, ayunan ke arah dump truck, pembuangan material, serta ayunan kembali ke posisi awal. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa produktivitas aktual alat mencapai 1.043 BCM per jam dan setara dengan 625.800 BCM per bulan. Nilai ini menunjukkan adanya selisih dibandingkan dengan target produksi ideal, yang mengindikasikan perlunya evaluasi lebih lanjut terhadap faktor-faktor operasional yang memengaruhi kinerja alat. Beberapa faktor yang berpotensi menyebabkan penurunan produktivitas meliputi kondisi fisik lokasi kerja, fragmentasi material, efisiensi operator, waktu tunggu antaralat, serta kondisi teknis alat selama operasi. Temuan ini memperlihatkan bahwa pengelolaan waktu kerja alat dan penerapan praktik operasi yang lebih efisien menjadi aspek penting untuk ditingkatkan. Selain itu, pemeliharaan preventif dan perencanaan sequence penambangan yang lebih optimal dapat mendukung peningkatan *output* alat secara signifikan. Produktivitas shovel pada bulan Juni tercatat sebesar 1.043 BCM/jam, dengan total capaian bulanan sebesar 625.800 BCM. Jika dibandingkan dengan target perusahaan yaitu 900 BCM/jam, maka produktivitas alat gali-muat tersebut telah memenuhi bahkan melampaui target produksi bulan tersebut. Hasil penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan strategi peningkatan produktivitas alat berat, yang pada akhirnya berimplikasi pada pencapaian target produksi dan efisiensi biaya operasional dalam kegiatan penambangan.

**Kata Kunci:** Alat berat, Efisiensi, Pertambangan, Produktivitas, Shovel,

### ABSTRACT

*This study aims to analyze the productivity of the Komatsu PC3000 excavator and loader during mining activities in the self-managed front area. The evaluation was conducted to obtain an overview of the actual equipment performance to support the achievement of the company's production targets. Data collection was conducted through direct observation of equipment activity in the field, specifically to obtain cycle time data, which includes digging, bucket filling, swinging toward the dump truck, material dumping, and swinging back to the starting position. Measurement results indicated that the actual equipment productivity reached 1,043 BCM per hour, equivalent to 625,800 BCM per month. This value indicates a difference compared to the ideal production target, indicating the need for further evaluation of operational factors affecting equipment performance. Several factors that could potentially contribute to decreased productivity include the physical condition of the worksite, material fragmentation, operator efficiency, waiting time between equipment, and the technical condition of the equipment during operation. These findings demonstrate that managing equipment uptime and implementing more efficient operating practices are important aspects to improve. Furthermore, preventative maintenance and more optimal mining sequence planning can significantly increase equipment output. Shovel productivity in June was recorded at 1,043 BCM/hour, with a total monthly output of 625,800 BCM. Compared to the company's target of 900 BCM/hour, the excavator's productivity met and even exceeded that month's production target. The results of this study contribute to the development of strategies to increase heavy equipment productivity, which ultimately has implications for achieving production targets and operational cost efficiency in mining activities.*

**Keywords:** Heavy equipment, Efficiency, mining, Productivity, Shovel.

## 1. Pendahuluan

Pertambangan batubara merupakan kegiatan ekstraksi endapan karbon yang tersimpan di dalam lapisan geologi bawah permukaan. Dalam konteks ekonomi nasional, sektor pertambangan berperan sebagai industri hulu yang menyediakan mineral dan energi primer sebagai bahan baku strategis bagi berbagai sektor industri global. Pada wilayah dengan potensi sumber daya alam yang tinggi, aktivitas pertambangan sering kali menjadi kontributor utama terhadap pendapatan daerah dan pembangunan ekonomi setempat (Sari et al., 2021).

Produktivitas alat berat pada kegiatan penambangan dipengaruhi oleh sejumlah variabel operasional, seperti waktu siklus (*cycle time*), efisiensi kerja, faktor pengisian bucket (*fill factor*), *swell factor*, serta keserasian antara alat gali-muat dan alat angkut (*match factor*). Beberapa penelitian terkini menunjukkan bahwa integrasi faktor-faktor tersebut mampu memprediksi kapasitas produksi alat gali-muat secara lebih akurat dalam satuan bank cubic meter per jam (BCM/jam) (Rahardjo & Susanto, 2020; Wijayanti et al., 2022).

Efisiensi kerja, sebagaimana didefinisikan dalam studi manajemen alat berat modern, merupakan rasio antara output aktual dengan potensi output berdasarkan penggunaan sumber daya secara optimal dalam rentang waktu tertentu (Putra & Setyawan, 2021). Sementara itu, *match factor* dipahami sebagai indikator kesesuaian kapasitas dan ritme kerja antara alat gali-muat dan alat angkut agar meminimalkan waktu tunggu dan meningkatkan kontinuitas produksi (Hidayat & Permana, 2023).

Dalam kegiatan penambangan batubara, pengelolaan *overburden* menjadi tahap krusial karena material tanah dan batuan penutup harus dipindahkan terlebih dahulu sebelum lapisan batubara dapat diakses. *Overburden* mencakup seluruh lapisan yang menutupi bahan galian ekonomis dan harus disingkirkan untuk memungkinkan proses penambangan lebih lanjut (Oerniati et al., 2022). Pada praktik operasional, *overburden* biasanya digali menggunakan alat gali-muat berkapasitas besar dan dipindahkan menuju area pembuangan (*disposal area*) yang telah direklamasi atau disiapkan khusus (Anjelina et al., 2023).

Sebelum tahap penggalian dimulai, proses *land clearing* dilakukan untuk membersihkan permukaan tanah dari vegetasi, topsoil, dan hambatan alami lainnya. Tahap ini bertujuan menciptakan area kerja yang aman dan layak untuk kegiatan penambangan berikutnya, seperti pembangunan akses jalan tambang dan pengupasan *overburden* (Rahmawati & Prasetyo, 2020).

Dalam konteks operasi di PT Bukit Asam Tbk., alat gali-muat Komatsu PC3000 digunakan secara luas dalam pengambilan *overburden* karena kapasitas *bucket* yang

besar dan efisiensi mekanisnya. Material hasil penggalian kemudian dimuat ke dalam *Dump Truck* CAT 777E untuk diangkut menuju area *disposal* yang telah ditentukan (United Tractors, 2022).

## 2. Data dan Metodologi

### 2.1. Data dan Lokasi

Data yang dikumpulkan melalui tahapan observasi lapangan, pengumpulan data, pengolahan data dan penyusunan laporan. Lokasinya berada di Penambangan Swakelola 1 Pit 2 PT. Bukit Asam, Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

### 2.2. Metodologi

#### a. Studi Literatur

Dilakukan dengan mempelajari studi literatur yang membahas tentang teori-teori yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas dilapangan secara langsung dan mencari referensi sebuah penelitian seperti jurnal, makalah, dan skripsi guna untuk menunjang penyusunan laporan ini.

#### b. Tahap Observasi Lapangan

Melakukan pengamatan secara langsung yang berkaitan dengan kegiatan yang dilakukan alat-muat *Shovel komatsu pc 3000*, Tambang Banko barat pit 2 swakelola 1 PT. Bukit Asam, Tbk. Selain itu melakukan tanya jawab dan diskusi secara langsung dengan karyawan dan pengawas lapangan yang ada di Satuan Kerja Penambangan swakelola 1 PT. Bukit Asam, Tbk. yang bertujuan untuk memperoleh isi laporan.

#### c. Dokumentasi

Dokumentasi adalah kegiatan pengumpulan data data serta informasi dengan cara mengambil gambar lokasi, gambar kegiatan penambangan, foto hambatan hambatan yang terjadi di lapangan, dan data data lainnya yang dapat digunakan sebagai bukti dalam penyusunan data.

#### d. Tahap Pengumpulan Data

Pengambilan data merupakan kegiatan memperoleh data-data yang diperlukan dalam melakukan penelitian. pengambilan data dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan PIT 2 swakelola 1, Tambang Banko barat. Pengumpulan data-data primer maupun sekunder yang dianggap menunjang dalam perhitungan. Data primer yang meliputi data *cycle time* alat gali-muat *shovel pc 3000 komatsu*, dan lain-lain.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Pengambilan Data

Pengumpulan data dilaksanakan melalui pengamatan langsung di lokasi tambang, yaitu pada area *front*

penambangan Swakelola 1 Pit 2, yang mengoperasikan *excavator-loader* Komatsu PC 3000. Observasi dilakukan dengan mengikuti seluruh siklus kerja alat dari awal hingga akhir agar diperoleh data *cycle time* secara akurat. Komponen *cycle time* yang diamati mencakup waktu penggalian material (*digging*), waktu ayunan saat membawa muatan (*swing-isi*), waktu pembuangan material (*dumping*), serta waktu ayunan tanpa muatan (*swing kosong*). Pencatatan waktu dilakukan menggunakan *stopwatch* pada telepon seluler, dan hasilnya dicatat secara manual ke dalam tabel di buku catatan yang telah dipersiapkan. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk menghitung *cycle time* rata-rata; nilai ini selanjutnya dijadikan dasar untuk mengestimasi produktivitas alat gali-muat. Sebagai contoh perhitungan kuantitatif: pada unit excavator dengan kapasitas bucket dan faktor isian tertentu, dengan *cycle time* terukur dan efisiensi kerja yang diperhitungkan, produktivitas aktual dapat dihitung dalam satuan  $m^3/jam$ .

### 3.1. Pengolahan dan perhitungan *Cycle Time*

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan pada area penambangan Swakelola 1 Pit 2, Tambang Banko Barat, dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan nilai *Cycle time* alat gali muat Shovel PC E3002.

Perhitungan *Cycle Time* Alat gali muat *Shovel* 3000-SE Komatsu yang digunakan untuk memuat material *Overburden* (OB) dapat ditentukan dengan rumus di bawah ini :

$$C_{tm} = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}$$

Keterangan :

$C_{tm}$  = *Cycle time* alat gali-muat

$T_{m1}$  = waktu menggali (*digging*)

$T_{m2}$  = Waktu *swing isi*

$T_{m3}$  = Waktu *dumping* ke dump truck

$T_{m4}$  = Waktu *swing kosong*

### 3.2 Jumlah Pengisian Alat Gali Muat ke Alat Angkut (*Bucket Fill Factor*)

Pengukuran tingkat pengisian bucket dilakukan melalui observasi langsung terhadap jumlah ayunan pemuatan yang dilakukan oleh alat gali-muat Shovel Komatsu PC 3000 ke unit angkut Cat 777E. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, diketahui bahwa setiap satu siklus pemuatan menuju alat angkut Cat 777E memerlukan empat kali pengisian bucket oleh Shovel PC 3000, menurut Gony et.al, (2023) bahwa "pengisian bucket dapat dihitung dengan cara melakukan pengamatan langsung" untuk mendapatkan *real filling cycles* per alat angkut.



Gambar 1 Pengamatan Langsung Pengisian *Bucket*

Berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan, diketahui bahwa proses pemuatan material ke unit angkut Cat 777E memerlukan empat kali pengisian *bucket* oleh Shovel Komatsu PC 3000 untuk mencapai kapasitas penuh satu vessel. Jumlah pengisian tersebut setara dengan volume muatan sekitar 55 BCM atau  $\pm 110$  ton material *overburden*. Metode penentuan jumlah pengisian bucket melalui pengamatan siklus pemuatan seperti ini sejalan dengan pendekatan evaluasi produktivitas alat gali-muat pada operasi penambangan terbuka, di mana parameter *bucket load*, *fill factor*, serta *cycle time* digunakan sebagai dasar perhitungan volume aktual per siklus (Firdaus, et.al, 2021).

### 3.3 Perhitungan Efisiensi Kerja

Kegiatan pengupasan lapisan penutup (*overburden removal*) di Pit 2 Swakelola 1, Tambang Banko Barat PT Bukit Asam Tbk dilaksanakan sebagai bagian dari aktivitas produksi harian perusahaan. Dalam sistem operasionalnya, PT Bukit Asam Tbk menerapkan pola kerja sepanjang minggu, mulai Senin hingga Minggu, dengan pembagian dua shift setiap hari. Pelaksanaan kegiatan penambangan tersebut dikerjasamakan dengan kontraktor utama, yaitu PT Putra Perkasa Abadi serta PT Bukit Asam Kreatif, yang bertanggung jawab terhadap operasi alat gali-muat dan alat angkut di area produksi. Menurut beberapa studi terkini mengenai manajemen produksi tambang terbuka, pola pengoperasian berbasis continuous mining schedule dan pembagian shift harian merupakan praktik umum untuk mempertahankan ritme produksi dan efektivitas penggunaan alat berat (Suryaningrum, 2022; Firmansyah & Pratama, 2023).

Untuk mencari perhitungan Efisiensi Kerja digunakan rumus perhitungan:

$$\frac{24 \text{ Jam per hari}}{2 \text{ shift per hari}} = \frac{24 \text{ Jam}}{\text{Hari}}$$

Berdasarkan rumus perhitungan waktu kerja, diperoleh bahwa durasi operasional setiap shift adalah 12 jam. Dengan mempertimbangkan waktu istirahat masing-masing shift, yaitu 1 jam pada Shift 1 dan 1 jam pada Shift 2, maka total waktu istirahat per hari berjumlah 2 jam. Oleh karena itu, dari total 24 jam dalam satu hari, waktu kerja efektif yang tersedia adalah 22 jam. Perhitungan ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat pemanfaatan alat selama kegiatan operasional, sehingga dapat diketahui sejauh mana alat gali-muat beroperasi secara optimal. Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan waktu kerja efektif adalah:

$$Eff = \frac{Wke \times 100\%}{Wkt}$$

Wke = Waktu kerja efektif

Wkt = Waktu kerja tersedia

$$EK = \frac{15,23}{22} \times 100\%$$

$$EK = 0,69\%$$

### 3.4 Perhitungan Produktivitas alat gali muat

Untuk mencari perhitungan produktivitas alat gali muat digunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$Qm = \frac{3600 \times kb \times ff \times sf \times Eff}{Ctm}$$

$$\begin{aligned} Ctm &= 30 \text{ detik} \\ Kb &= 14 \text{ Bcm} \\ Eff &= 0,69 \\ Ff &= 0,9 \\ Sf &= 1,3 \end{aligned}$$

Maka untuk menentukan produktivitas alat gali muat *Shovel* komatsu pc 3000 dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$Qm = \frac{3600 \times 14 \times 0,9 \times 1,3 \times 0,69}{30}$$

$$Qm = 1.043 \text{ Bcm perjam.}$$

$$Qshift = Qm \times \text{waktu kerja efektif} = 1.043 \times 10 = 10.430 \text{ bcm}$$

$$Qhari = Qshift \times 2 = 10.430 \times 2 = 20.860 \text{ bcm}$$

$$Qbulan = Qhari \times 30 = 20.430 \times 30 = 625.800 \text{ bcm}$$

Total produktivitas alat gali muat *shovel* komatsu pc 3000 pada bulan juni yaitu 625.800 bcm.

### 3.5 Perhitungan Match Factor Alat Gali Muat dan Alat Angkut

*Match Factor* adalah suatu persamaan sistematis yang digunakan untuk menentukan tingkat keselarasan alat kerja gali muat dan alat angkut dalam kegiatan penggalian-pemuatan dan pengangkutan. Dapat dikatakan serasi dan

optimal apabila tingkat produktivitas alat keduanya sama. Untuk dapat mengetahui nilai *match factor* dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini (Indonesianto, Y., 2018):

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

Keterangan:

Mf = Match factor

Ctm = Cycle time alat gali-muat

Cta = Cycle time alat angkut

n = Jumlah pengisian setiap satu alat angkut

Na = Jumlah alat angkut

Nm = Jumlah alat gali-muat

Maka dari rumus perhitungan tersebut didapatkan hasil perhitungan *Match Factor* Alat Gali Muat dan Alat Angkut Angkut *Shovel pc 3000* dan *Catpillar 777* mengangkut material OB dari fornt ke disposal dengan jarak 5 km di PIT 2 swakelola Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk adalah sebagai berikut:

Ctm = 30 detik

Cta = 1.080 detik

n = 4 kali

Na = 10 unit

Nm = 1 unit

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

Mf =  $\frac{30 \times 4 \times 10}{1.080 \times 1}$

Mf =  $\frac{1.200}{1.080}$

Mf = 1,11

MF = 1,11

### 3.6 Nilai Match Factor Alat Gali Muat dan Alat Angkut

*Match Factor* (MF) merupakan indikator kesesuaian kapasitas kerja antara alat gali-muat dan alat angkut. Nilai MF < 1 menunjukkan bahwa alat gali-muat bekerja kurang dari 100% karena harus menunggu kedatangan alat angkut, sehingga terjadi *delay* pada alat gali-muat. Sebaliknya, nilai MF = 1 menandakan kedua alat bekerja secara seimbang tanpa waktu tunggu. Apabila MF > 1, kondisi tersebut menggambarkan bahwa alat gali-muat bekerja sepenuhnya (100%), tetapi alat angkut mengalami *delay* karena harus menunggu proses pemuatan selesai. *Match Factor* (MF) digunakan untuk mengevaluasi tingkat keseimbangan kerja antara alat gali-muat dan alat angkut. Nilai MF menggambarkan apakah kombinasi keduanya sudah optimal dalam suatu sistem operasi pemindahan material.

Secara umum: MF<1→Alat gali-muat kurang dimanfaatkan (*underutilized*), karena alat angkut datang lebih cepat dibanding waktu muat, sehingga alat gali-muat mengalami waktu tunggu. MF=1→ Sistem seimbang (*balanced system*), alat gali-muat dan alat angkut bekerja secara optimal tanpa waktu tunggu. MF>1→ Alat angkut

kurang dimanfaatkan (*underutilized*), karena alat gali-muat lebih cepat selesai memuat dibanding kedatangan berikutnya. Hal ini mengakibatkan alat angkut mengalami waktu tunggu (*delay*). Pemaknaan ini sesuai dengan literatur manajemen peralatan tambang yang menyatakan bahwa *equipment matching* bertujuan meminimalkan *idle time* kedua jenis alat (Sujatmiko et al., 2021; Zhang & Xia, 2023).

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, diperoleh nilai *Match Factor* (MF) > 1. Kondisi ini menjelaskan bahwa alat gali-muat beroperasi optimal, namun alat angkut belum dimanfaatkan secara penuh sehingga terjadi waktu tunggu pada unit angkut. Dengan demikian, jumlah alat angkut yang tersedia melebihi kebutuhan sehingga menimbulkan antrean pada saat proses pemuatan berlangsung.

Jadi untuk mendapatkan MF = 1 maka harus di kurangi satu alat angkut dengan cara sebagai berikut:

$$Mf = \frac{Ctm \times \text{Banyak pengisian} \times \text{Jumlah A A}}{Cta \text{ Alat gali muat}}$$

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

$$Mf = \frac{30 \text{ detik} \times 4 \text{ bucket} \times Na}{1,080 \text{ detik} \times 1}$$

$$Na = \frac{1080}{120}$$

$$Na = 9 \text{ unit alat angkut angkut}$$

Apabila menggunakan 9 unit alat angkut (Na), maka akan tercapai MF = 1

$$Mf = \frac{Ctm \times n \times Na}{Cta \text{ Alat gali muat} \times Nm}$$

$$Mf = \frac{30 \text{ detik} \times 4 \text{ bucket} \times Na}{1,080 \text{ detik} \times 1}$$

$$Mf = \frac{30 \text{ detik} \times 4 \text{ bucket} \times 9 \text{ unit}}{1,080 \text{ detik} \times 1}$$

$$Mf = \frac{1,080}{1,080}$$

$$Mf = 1.$$

Berdasarkan pengamatan di lapangan, diperoleh nilai MF > 1, yang berarti: Alat gali-muat bekerja pada kondisi optimum (100%). Alat angkut bekerja kurang dari 100%.

Terjadi waktu tunggu (*delay*) pada alat angkut akibat menunggu proses pengisian oleh alat gali-muat. Hal ini sejalan dengan kajian produktivitas *haulage-loading system* yang menunjukkan bahwa MF > 1 menandakan *underutilization* alat angkut dan antrian pada jalur hauling (Rahman et al., 2022).

### 3.7. Faktor-Faktor yang mempengaruhi Produktivitas

#### 3.7.1. Faktor Kondisi *Front Loading*

*Front loading* merupakan area kerja tempat material *overburden* atau batubara yang telah disiapkan untuk dimuat ke dalam *vessel dump truck* sebelum diangkut menuju lokasi penimbunan (*stockpile* atau *disposal*). Secara umum, standar desain *front loading* mensyaratkan lebar dan luas area minimal dua kali jangkauan rotasi alat gali-muat serta disesuaikan dengan lebar unit terbesar yang beroperasi pada area tersebut, guna memastikan kelancaran manuver alat (Sujatmiko et al., 2021; Ghosh & Chatterjee, 2020).

Berdasarkan hasil pengamatan, kondisi *front loading* di PIT 2 Swakelola masih belum memenuhi standar karena area kerja yang relatif sempit. Situasi ini menyebabkan alat angkut membutuhkan waktu lebih lama untuk melakukan manuver, khususnya saat proses pengisian material. Selain itu, kondisi geometrik jalan tambang di sekitar *front* yang tidak rata dan cenderung bergelombang (*undulating*) turut memengaruhi stabilitas serta kecepatan operasi alat angkut. Faktor-faktor tersebut berdampak pada menurunnya produktivitas keseluruhan sistem pemuatan-pengangkutan karena salah satu unit alat tidak dapat bekerja pada kapasitas optimum (Rahman et al., 2022; Zhang & Xia, 2023).

#### 3.7.2. Faktor Kondisi Jalan

Kondisi jalan tambang merupakan faktor kunci yang berpengaruh langsung terhadap kinerja operasional alat angkut. Ketidakrataan permukaan jalan, kerusakan struktural, serta kondisi licin atau berdebu dapat meningkatkan hambatan perjalanan sehingga memperpanjang waktu siklus (*cycle time*) dan menurunkan frekuensi ritase harian. Selain berdampak pada efisiensi transportasi material, kondisi jalan yang tidak memenuhi standar keselamatan juga berpotensi meningkatkan risiko kecelakaan serta mempercepat laju kerusakan komponen alat angkut (Sitorus et al., 2021; Zhang & Xia, 2023).

#### 3.7.3. Faktor Material (*Sweel Factor*)

Menurut Bima (2009), karakteristik material merupakan salah satu faktor utama yang memengaruhi tingkat produktivitas kegiatan penambangan. Sifat fisik material sangat bergantung pada jenis batuan serta kondisi geologi lokasi penambangan. Material dengan tingkat kekerasan yang rendah umumnya dapat digali secara langsung menggunakan *excavator* tanpa memerlukan perlakuan

tambahan. Namun, pada material yang lebih keras, diperlukan proses pendahuluan seperti peledakan (blasting) atau ripping agar material dapat dipecah dan dipindahkan secara efisien (Bima, 2009; Susanti et al., 2021).

### 3.8. Upaya Peningkatan Produktivitas Operasi

Untuk meminimalkan waktu tunggu antara alat gali-muat dan alat angkut sehingga kinerja produksi dapat berlangsung lebih cepat dan efisien, sejumlah langkah operasional perlu diterapkan.

#### 1) Perawatan jalan tambang secara rutin.

Kondisi jalan angkut harus dipelihara melalui kegiatan *grading* dan perbaikan berkala setiap hari agar permukaan tetap stabil dan aman. Jalan yang terjaga dengan baik akan meningkatkan kecepatan alat angkut dan mengurangi total *cycle time* (Sitorus et al., 2021).

#### 2) Penyiraman area berdebu.

Pada segmen jalan yang memiliki tingkat debu tinggi, diperlukan penyiraman yang lebih cepat dan terjadwal untuk mempertahankan jarak pandang operator serta meningkatkan kecepatan *hauling*, khususnya pada unit Cat 777E. Debu berlebih terbukti dapat menurunkan efisiensi transportasi dan meningkatkan risiko kecelakaan (Prasetyo & Hidayat, 2022).

#### 3) Pengolahan awal pada material keras.

Material dengan tingkat kekerasan tinggi harus melalui proses peledakan (*blasting*) atau *ripping* sebelum dilakukan pemuatan. Langkah ini bertujuan mempercepat proses penggalian oleh *Shovel Komatsu PC 3000* sehingga *cycle time* alat gali-muat menjadi lebih optimal (Gokhale & Singh, 2020).

#### 4) Menjaga keserasian alat gali-muat dan alat angkut.

*Match factor* antara *shovel* dan *dump truck* harus dipertahankan pada nilai mendekati 1 untuk memastikan tidak ada waktu tunggu, baik pada alat gali-muat maupun alat angkut. Keseimbangan ini merupakan aspek kunci dalam menjaga *ritme* produksi dan menghindari antrean selama kegiatan pemuatan (Rahman et al., 2022). Menjaga keserasian alat gali muat dan alat angkut pastikan seimbang tidak ada waktu tunggu atau dalam antrean pada saat loading

## 5) Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis terhadap produktivitas alat gali-muat *Shovel Komatsu PC 3000*, dapat diidentifikasi beberapa temuan penting. Produktivitas *shovel* pada bulan Juni tercatat sebesar 1.043 BCM/jam, dengan total capaian bulanan sebesar 625.800

BCM. Jika dibandingkan dengan target perusahaan yaitu 900 BCM/jam, maka produktivitas alat gali-muat tersebut telah memenuhi bahkan melampaui target produksi bulan tersebut. Hasil perhitungan *Match Factor* (MF) pada operasi di PIT 2 Swakelola 1 Tambang Banko Barat menunjukkan nilai MF > 1, yang mengindikasikan bahwa alat gali-muat bekerja pada tingkat kinerja optimal (100%), sementara alat angkut Cat 777E menunjukkan tingkat pemanfaatan yang lebih rendah. Kondisi ini menunjukkan adanya waktu tunggu (*delay*) pada alat angkut karena harus menunggu proses pemuatan oleh shovel. Untuk mencapai nilai MF = 1 atau kondisi keseimbangan sistem, diperlukan penyesuaian jumlah unit angkut, salah satunya dengan mengurangi satu unit Cat 777E agar keserasian antara alat gali-muat dan alat angkut dapat tercapai. Selain itu, terdapat sejumlah faktor operasional yang secara signifikan memengaruhi produktivitas dan keserasian alat, yaitu kondisi jalan tambang, kondisi *front loading*, serta karakteristik material. Jalan yang tidak terawat, area *front loading* yang sempit, dan material yang keras membutuhkan proses tambahan seperti peledakan, sehingga seluruh faktor tersebut dapat mengurangi efisiensi kerja alat dan menyebabkan salah satu unit tidak dapat beroperasi pada kapasitas 100%

## 6) Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu pada penelitian ini, terutama kepada pihak PT. Bukit Asam Tbk Satuan Kerja Penambangan Swakelola 1 PIT 2 Tambang Banko Barat. Dan juga kepada seluruh pihak Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam (AKIPBA).

## 7) Referensi

- Anjelina, M., Pratama, D., & Lestari, R. (2023). Evaluation of overburden removal efficiency in open pit mining operations. *Journal of Mining Technology*, 14(2), 55–63.
- Anjelina, A. D. (2023). Analisis Perbandingan Volume Overburden Batubara Berdasarkan Data Survei dan Truck Count (Studi Kasus: PT Kutai Energi, Kaltim).
- Bima. (2009). *UU No. 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara*. Justika Siar Publika.
- Djajadiningrat. (2007). *Pertambangan, Lingkungan dan Kesejahteraan Masyarakat*. Makalah Seminar Ilmiah Nasional, Universitas Sam Ratulangi.
- Firdaus, M. A., Saismana, U., & Annisa, A. (2021). Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Terhadap Pencapaian Target Produksi Overburden di PT Rimau Energy Mining, Site Desa Putut Tawuluh, Kecamatan

- Dusun Timur, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Himasapta*, 5(3), 93-95.
- Firmansyah, R., & Pratama, M. (2023). Evaluasi Kinerja Produksi dan Pengaturan Shift Kerja pada Operasi Penambangan Batubara. *Jurnal Rekayasa Sumber Daya Mineral*, 8(1), 112–121.
- Ghony, M. A., Aristo, & Sarmidi. (2023). Analisa produktivitas excavator di area PIT 2 swakelola Tambang Banko Barat PT Bukit Asam, Tbk. *Jurnal Surya Teknika*, 10(2), 880–885. <https://doi.org/10.37859/jst.v10i2.6430>.
- Ghosh, P., & Chatterjee, S. (2020). Optimization of shovel-truck system for surface mining operations. *International Journal of Mining Science and Technology*, 30(1), 111–120.
- Gokhale, S., & Singh, P. (2020). Influence of rock hardness on excavation and blasting requirements in surface mining operations. *International Journal of Mining Science and Technology*, 30(4), 511–520.
- Hidayat, R., & Permana, D. (2023). Synchronization analysis of loading and hauling equipment to improve production performance. *Mining Operations Review*, 8(1), 22–30.
- Indonesianto, Y. (2013). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Awan Poetih.
- Kurniawan, H. A. (2014). Analisa Produktivitas dan Biaya Penggunaan Alat Berat.
- Kussrianto & Sutrisno. (2017). *Produktivitas Kerja dan Kinerja Karyawan*. Bandung: CV Bandar Maju.
- Nugroho, D. (2021). Evaluasi Match Factor Alat Gali Muat Cat 390F dengan Alat Angkut Cat 777E di Pit Tal Utara, PT Bukit Asam. Laporan Tidak Diterbitkan, AKIPBA.
- Oemiati, N., Revisdah, R., & Rahmawati, R. (2020). Analisa Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut pada Overburden. *Jurnal Bearing*, 6(3), 194–207.
- Oerniati, S., Nurdin, A., & Wibowo, F. (2022). Characterization of overburden material and its implications for mining sequence planning. *Indonesian Journal of Earth Resources*, 5(3), 101–112.
- Oktorina, S. (2017). Kebijakan Reklamasi dan Revegetasi Lahan Bekas Tambang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 3(1), 16–20.
- Prasetyo, D., & Hidayat, M. (2022). Analisis dampak debu jalan tambang terhadap efisiensi operasi hauling. *Jurnal Rekayasa Sumber Daya Mineral*, 7(1), 55–63
- PT Bima Shabartum Gemilang. (n.d). Faktor yang Mempengaruhi Match Factor. Tersedia di: <https://bimashabartum.co.id>
- PT Bukit Asam Tbk. (2022). Sejarah, Visi & Misi. Tersedia di: <https://ptba.co.id>
- Putra, A., & Setyawan, Y. (2021). Work efficiency measurement of heavy equipment fleets in open pit mines. *Journal of Industrial Operations*, 6(4), 215–224.
- Rahman, A., Nugroho, Y., & Pratama, A. (2022). Analisis produktivitas alat gali muat dan angkut pada operasi tambang terbuka. *Jurnal Teknologi Mineral*, 13(2), 45–5
- Rahmawati, S., & Prasetyo, W. (2020). Land clearing management for safe and effective mining preparation. *Journal of Mining Environment*, 9(3), 120–128.
- Rahardjo, B., & Susanto, A. (2020). Performance modeling of excavators based on bucket fill factor and cycle time. *International Journal of Mining Science*, 18(1), 45–53.
- Reza, V. (2021). Match Factor Alat Angkut Dump Truck pada Kegiatan Pengangkutan Batubara di Pit TSBC, PT Bukit Asam Tbk. Laporan Tidak Diterbitkan, AKIPBA.
- Rochmanhadi. (2003). *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Badan Penerbitan Pekerjaan.
- Sari, K., Utami, R., & Nugraha, D. (2021). Economic contribution of coal mining activities in resource-rich regions. *Regional Development Journal*, 12(2), 88–95.
- Sitorus, F., Pratama, W., & Nugroho, A. (2021). Analisis pengaruh kondisi jalan angkut terhadap produktivitas alat pada tambang terbuka. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 9(2), 75–84.
- Sujatmiko, E., Rachman, R., & Putra, D. (2021). Evaluasi kinerja dan match factor alat mekanis pada kegiatan pemindahan tanah. *Jurnal Pertambangan*, 7(1), 12–20.
- Suryaningrum, D. (2022). Analisis Manajemen Produksi pada Kegiatan Penambangan Overburden di Tambang Terbuka. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 10(2), 55–63.
- United Tractors. (2022). *Hydraulic Excavator*. Tersedia di: <https://products.unitedtractors.com>
- United Tractors. (2022). *Motor Grader Komatsu*. Tersedia di: <https://products.unitedtractors.com>
- United Tractors. (2022). Operational performance of Komatsu PC3000 in overburden mining. *United Tractors Technical Bulletin*.
- Zhang, H., & Xia, Y. (2023). Performance evaluation of loading-haulage systems in surface mining. *Mining Engineering Review*, 45(3), 89–97.