

Kajian Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan *Overburden* di PIT TSBC, Tambang Air Laya, PT. Bukit Asam, Tbk.

Sarmidi^{1*}, Yulius Mases², Indra Nuryanneti³

^{1,2,3}Teknik Pengoperasian Alat Tambang, Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam.
Jalan Bukit Munggu No 1, Tanjung Enim, Lawang Kidul, Muara Enim, Sumatera Selatan.
E-mail: sarmidi@akipba.ac.id*

Abstract

Production targets are the parameters for whether a mining company is successful or not in carrying out its activities to achieve profits every year, without forgetting occupational safety and health, which are two important factors in the movement of a mining industry. There are so many other factors such as weather factors, human factors, equipment factors and even the roads used by transport equipment that transports overburden materials and coal. By knowing the inhibiting factors and supporting factors to increase productivity and overcome obstacles that occur in the field so that the company's production targets can be achieved and exceed the expected targets. In order for the process of extracting overburden material to be maximized, it is necessary to calculate the required number of loading and conveying equipment, as well as the effective time used in mining activities. Based on this information, the author took the title regarding a study of the productivity of the Komatsu PC 2000 Excavator digging and loading equipment and the Komatsu HD 785-7 Dump Truck transport equipment in overburden stripping at the TSBC Pit, Tambang Air laya, PT. Bukit Asam.

Keywords: Productivity, Excavator, Dump Truck, Cycle Time, Work Efficiency.

Abstrak

Target produksi adalah capaian parameter berhasil atau tidaknya suatu perusahaan tambang dalam melakukan aktivitasnya demi tercapainya keuntungan dalam setiap tahunnya, dengan tidak melupakan keselamatan dan kesehatan kerja yang menjadi dua faktor penting bergeraknya suatu industri pertambangan. Begitu banyak faktor lainnya seperti faktor cuaca, faktor manusia, faktor alat hingga jalan yang dilalui oleh alat angkut yang mengangkut material overburden dan batubara. Dengan mengetahui faktor-faktor penghambat dan faktor-faktor pendukung guna meningkatkan produktivitas dan mengatasi hambatan yang terjadi di lapangan supaya target produksi perusahaan dapat tercapai dan melebihi target yang diharapkan. Agar proses penggalan material overburden dapat maksimal, maka perlu dilakukan perhitungan kebutuhan jumlah alat muat dan alat angkut, serta waktu efektif yang digunakan dalam kegiatan penambangan. Berdasarkan keterangan tersebut maka penulis mengambil judul mengenai kajian produktivitas alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 dan alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785-7 pada pengupasan overburden di Pit TSBC, Tambang Air laya, PT. Bukit Asam.

Kata kunci: Produktivitas, Excavator, Dump Truck, Cycle Time, Efisiensi Kerja.

1. Pendahuluan

Target produksi adalah capaian parameter berhasil atau tidaknya suatu perusahaan tambang dalam melakukan aktivitasnya demi tercapainya keuntungan dalam setiap tahunnya, dengan tidak melupakan keselamatan dan kesehatan kerja yang menjadi dua faktor penting bergeraknya suatu industri pertambangan. Begitu banyak faktor

lainnya seperti faktor cuaca, faktor manusia, faktor alat hingga jalan yang dilalui oleh alat angkut yang mengangkut material overburden dan batubara. Dengan mengetahui faktor-faktor penghambat dan faktor-faktor pendukung guna meningkatkan produktivitas dan mengatasi hambatan yang terjadi di lapangan supaya target produksi perusahaan dapat tercapai dan melebihi target yang diharapkan. Agar proses penggalan material overburden dapat

maksimal, maka perlu dilakukan perhitungan kebutuhan jumlah alat muat dan alat angkut, serta waktu efektif yang digunakan dalam kegiatan penambangan.

2. Methodologi

Berikut metodologi penulisan yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian dilapangan:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang, baik yang bersifat sebagai dasar penelitian maupun yang bersifat sebagai pendukung dan referensi yang berkaitan dengan kajian teknis peralatan yang digunakan pada pembongkaran lapisan penutup. Bahan-bahan pustaka diperoleh dari:

- a. Textbook
 - b. Jurnal
 - c. Media Elektronik
 - d. Karya-karya ilmiah
- ### 2. Tahap Observasi Lapangan.

Dalam penelitian di lapangan dilakukan beberapa tahap kegiatan :

- a. Melakukan pengamatan terhadap kegiatan yang berkaitan dengan rumusan masalah yang ada.
- b. Menentukan lokasi tempat pengamatan pada daerah-daerah tertentu yang bisa mewakili keseluruhan permasalahan agar data-data penelitian yang didapat bisa digunakan secara optimal.
- c. Menyesuaikan dengan perumusan masalah, yang bertujuan agar penelitian yang dilakukan tidak meluas, dan data yang diambil dapat digunakan secara efektif.

3. Dokumentasi

Dokumentasi adalah kegiatan pengumpulan data-data serta informasi menggunakan handphone dengan cara mengambil gambar lokasi, kegiatan penambangan, hambatan, dan data pendukung lainnya.

4. Tahap Pengumpulan Data

Pengambilan data merupakan kegiatan memperoleh data-data yang diperlukan untuk melakukan penelitian. Data-data lapangan yang dilakukan di Pit TSBC Penambangan Air Laya di PT. Bukit Asam Tbk, meliputi data *cycle time* alat gali-muat dan alat angkut, data *bucket fill factor* dan *swell factor*, dan lain-lain.

Dasar Teori

2.1 Metode Penambangan

Menurut (Peraturan MLH Nomor 04 Tahun 2012 Pasal 1) [11] Metode tambang terbuka adalah metode penambangan yang seluruh kegiatan penambangannya berada di permukaan bumi dan

tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara luar.

Metode penambangan batubara PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan adalah *strip mining* dengan sistem *backhoe-dump truck*. Penambangan batubara meliputi pengupasan *overburden*, penggalian dan pengangkutan batubara atau *overburden*, penimbunan *overburden* ke *disposal area*, dan batubara ke *stockpile* batubara, sistem penyaliran tambang, dan reklamasi tambang/revegetasi.

2.2 Overburden

Tanah penutup (*overburden*) merupakan material yang terdapat di permukaan dan sifatnya dapat dikatakan lepas. Overburden terdiri dari tiga jenis material yaitu material top soil, common soil dan rock [17]. Definisi dari ketiga jenis material tersebut adalah sebagai berikut yaitu : Top Soil, Common Soil, dan Rock.

Pengupasan tanah penutup merupakan pekerjaan awal dalam suatu operasi penambangan. Adapun dalam pekerjaan stripping overburden ini sangat penting agar di dapat stripping ratio yang baik dan recovery batubara yang tinggi. Pada tahap ini juga akan dibuat bench-bench sebagai tempat kerja alat berat.

Berdasarkan kondisi volumenya, tanah dapat diubah-ubah. Dikenal tiga macam volume tanah yaitu volume asli (*bank*), volume lepas (*loose*) dan volume padat (*compacted*) [17]

2.3 Cycle Time

Setiap alat berat yang bekerja mempunyai kemampuan memindah material disetiap siklus. Siklus kerja adalah proses gerakan suatu alat dari gerakan mulanya sampai kembali lagi pada gerakan mula tersebut. Adapun waktu yang diperlukan untuk melakukan satu siklus kegiatan kerja dari alat mekanis disebut dengan waktu edar (*cycle time*).

2.3.1 Cycle Time Alat Gali-Muat

Waktu edar alat muat adalah waktu satu siklus pemuatan yang diawali dari kegiatan menggali material sampai menumpahkan material ke dalam alat angkut dan kembali ke kondisi awal dengan mangkuk alat muat kosong. Rumus untuk menghitung waktu edar adalah sebagai berikut:

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}$$

Keterangan:

CT_m = Cycle time (detik)

T_{m1} = waktu penggalian (detik)

T_{m2} = waktu swing isi (detik)

T_{m3} = waktu dumping (detik)

T_{m4} = waktu swing kosong (detik)

2.3.2 Cycle Time Alat Angkut

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. Rumus untuk menghitung waktu siklus edar alat angkut adalah:

$$CTa = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4 + Tm5 + Tm6$$

Keterangan :

- CTa = Waktu Edar Alat Angkut (menit)
- Tm1 = Waktu Muat (detik)
- Tm2 = Waktu Jalan Isi (detik)
- Tm3 = Waktu *Manuver* isi (detik)
- Tm4 = Waktu *Dumping* (detik)
- Tm5 = Waktu Jalan Kosong (detik)
- Tm6 = Waktu *Manuver* Kosong (detik)

2.4 Produktivitas dan Produksi Alat Mekanis

2.4.1 Produktivitas Alat Muat

Kegiatan pemuatan adalah kegiatan penambangan setelah pembongkaran batuan pada front kerja yang bertujuan untuk memuat bahan galian alat angkut. Produktivitas alat muat adalah kemampuan alat untuk memuat material dalam satuan jam. Persamaan produktivitas alat muat adalah sebagai berikut

$$Qm = \left(\frac{3600}{ctm}\right) \times Kb \times Ff \times Sf \times Eff$$

Keterangan:

- Qm = Produktivitas alat gali-muat, (BCM)
- Kb = Kapasitas bucket back hoe (m³)
- Ff = fill factor
- Eff = Efisiensi kerja alat, (%)
- Sf = Swell Factor
- Ctm = Cycle time alat muat (detik)

2.4.2 Produktivitas Alat Angkut

Kegiatan pengangkutan adalah kegiatan untuk memindahkan material hasil pembongkaran yang telah dilakukan pemuatan untuk diolah ke proses lebih lanjut. Produktivitas alat angkut adalah banyaknya material yang dapat dipindahkan oleh kemampuan alat angkut dinyatakan dalam satuan waktu. Pada proses pengangkutan batubara diperlukan pertimbangan fill factor dari kapasitas bak. Produktivitas alat angkut dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Qa = Na \times \left(\frac{3600}{cta}\right) \times Cb \times Ff \times Sf \times Eff$$

Keterangan:

- Qa = produktivitas alat angkut, Bcm/jam
- Na = jumlah pengisian dalam satu alat angkut,
- Cta = cycle time alat angkut, detik

Kb = kapasitas Vessel, m³

Ff = faktor pengisian (fill factor), %

Sf = faktor pengembangan (swell factor), %

E = efisiensi kerja, %

2.4.3 Swell Factor

Faktor pengembangan atau *swell factor* adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempat aslinya (insitu). Jadi Swell Factor merupakan faktor pengembangan tanah yang menyatakan berapa besarnya pengembangan tanah sedangkan % swell merupakan nilai pengembangan tanah dari bank menjadi loose dalam persen (%) [10]

a. Berdasarkan volume (pada berat yang tetap):

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{Volume Asli}}{\text{Volume Lepas}}$$

$$\% \text{ Swell} = \frac{\text{Volume Lepas} - \text{volume asli}}{\text{Volume Asli}}$$

b. Berdasarkan densitas (pada volume yang tetap)

$$\text{Swell Factor} = \frac{\text{Densitas Lepas}}{\text{Densitas Asli}}$$

$$\% \text{ Swell} = \frac{\text{Densitas Asli} - \text{Densitas Lepas}}{\text{Densitas lepas}}$$

Tabel 1

Swell Factor Berbagai Material

No	Jenis Material	Persen Swell	Swell Factor
1	Lempung Kering	35	0,74
2	Lempung Basah	35	0,74
3	Tanah Kering	25	0,80
4	Tanah Basah	25	0,80
5	Tanah dan Kerikil	20	0,83
6	Kerikil Kering	12	0,89
7	Kerikil Basah	14	0,88
8	Batu Kapur	60	0,63
9	Batu, Diledakkan dengan baik	60	0,63
10	Pasir Kering	15	0,87
11	Pasir Basah	15	0,87
12	Batu Serpih	40	0,71

2.4.4 Fill Factor

Faktor pengisian atau *fill factor* adalah perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas baku alat tersebut yang dinyatakan dalam persen (%).Semakin besar nilai faktor pengisian maka semakin besar pula kemampuan aktual dari alat muat tersebut.

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

Keterangan:

Fp = faktor pengisian atau fill factor, %

Vn = kapasitas nyata alat, m³

Vb = kapasitas baku alat, m³

Tabel 2
Fill Factor

Material	Bucket Filling Factor
General Floor	0.85 – 1.10
Sand and Gravel	0.90 – 1.05
Firm Clay	0.75 – 0.95
Soft Clay	0.65 – 0.90
Rock, Well Blasted	0.65 – 0.85
Rock, Poorly Blasted	0.40 – 0.65

2.4.5 Efisiensi Kerja

Efisiensi Kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan terhadap suatu pekerjaan atau merupakan suatu perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Setelah melakukan pengamatan dilapangan tentu terdapat keterlambatan dalam penggunaan jam kerja yang tersedia, sehingga jamkerja efektif berkurang.

Waktu kerja efektif dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Wke = Wkt - (Whd + Whtd)$$

Efisiensi kerja dapat dihitung dengan persamaan berikut:

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

Keterangan:

Eff = Efisiensi kerja (%)
 Wke = Waktu Kerja Efektif (menit)
 Whd = Waktu Hambatan Yang Dapat Dihindari
 Wkt = Waktu Kerja Yang Tersedia (menit)
 Whtd = Waktu Hambatan Yang Tidak Dapat Dihindari

2.4.6 Match Factor

Faktor keserasian (*match factor*) biasanya digunakan untuk mengetahui jumlah alat angkut yang sesuai untuk melayani satu unit alat gali muat

$$MF = \frac{n \times Na \times CTm}{Nm \times CTA}$$

Keterangan :

MF = Match factor
 n = Frekuensi pengisian truck
 Na = Jumlah alat angkut
 Nm = Jumlah alat muat
 CTA = Cycle time alat angkut (detik)
 CTm = Cycle time alat muat (detik)

Apabila hasil dari perhitungan ternyata mendapatkan nilai :

1. Faktor keserasian < 1 maka alat muat akan sering menggagur atau berhenti
2. Faktor keserasian = 1 maka alat muat tersebut sudah serasi
3. Faktor keserasian > 1 maka alat angkut akan sering menggagur

Faktor kerja alat gali muat dan alat angkut akan mencapai 100% jika MF = 1, sedangkan bila nilai MF < 1 maka faktor kerja alat angkut = 100% dan faktor kerja alat gali muat < 100% berarti alat muat menunggu alat angkut. Sebaliknya apabila MF > 1, maka faktor kerja alat muat = 100% dan faktor kerja alat angkut < 100% berarti alat angkut mengantri. Keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut akan terjadi pada saat MF = 1, pada saat itu kemampuan alat muat akan sesuai dengan alat angkut

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengambilan Data

Data diambil dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dilapangan yaitu di front loading dan Disposol. Data yang diambil berupa cycle time alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 dan cycle time alat angkut Dump Truk Komatsu HD 785 Cycle time alat gali-muat terdiri dari waktu menggali (digging) material, waktu swing isi, waktu dumping material, dan swing kosong. Sedangkan cycle time alat angkut terdiri dari waktu delay time, waktu manuver loading, waktu loading, waktu traveling isi, waktu delay dumping, waktu manuver dumping, waktu dumping, dan waktu traveling kosong. Alat yang digunakan dalam pengambilan cycle time alat gali-muat dan alat angkut adalah berupa stopwatch pada handphone dan buku catatan.

3.2 Pengolahan dan Perhitungan Cycle Time

Data yang sudah diperoleh kemudian diolah menggunakan rumus yang telah ditentukan. Berikut merupakan rumus perhitungan dari cycle time alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 dan alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785 berdasarkan pengamatan secara langsung dilapangan pada PIT TSBC, Tambang Air Laya.

a. Perhitungan Cycle Time Alat Gali-Muat

Perhitungan cycle time alat gali-muat Excavator Komatsu PC 400 yang digunakan untuk memuat overburden dapat ditentukan dengan rumus dibawah ini.

$$Ctm = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4$$

Keterangan :

Ctm = Cycle time alat gali-muat

Tm1 = waktu menggali (digging)

Tm2 = Waktu swing isi

Tm3 = Waktu dumping ke dump truck

Tm4 = Waktu swing kosong

Hasil pengamatan langsung di lapangan didapat rata-rata cycle time alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 di PIT TSBC, Tambang Air Laya bulan Agustus 2023 adalah 28,7 detik.

b. Perhitungan Cycle Time Alat Angkut

Perhitungan cycle time alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785 yang digunakan untuk mengangkut Overburden ditentukan dengan rumus dibawah ini.

$$CTa = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4 + Tm5 + Tm6$$

Keterangan :

CTa = Waktu Edar Alat Angkut (Detik)

Tm1 = Waktu Muat (detik)

Tm2 = Waktu Jalan Isi (detik)

Tm3 = Waktu *Manuver* isi (detik)

Tm4 = Waktu *Dumping* (detik)

Tm5 = Waktu Jalan Kosong (detik)

Tm6 = Waktu *Manuver* Kosong (detik)

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan didapat rata-rata cycle time alat angkut Dump Truk Komatsu HD 785 di PIT TSBC, Tambang Air Laya bulan Agustus 2023 adalah 1141,9 detik atau 19,03 menit.

3.3 Jumlah Pengisian Alat Gali-Muat ke Alat Angkut

Pengisian bucket dapat dihitung dengan cara melakukan pengamatan langsung berapa banyaknya pengisian yang dilakukan oleh alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 ke vessel alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785. Hasil pengamatan dan pengolahan data didapatkan rata-rata pengisian dari Excavator Komatsu PC 2000 ke vessel Dump Truk Komatsu HD 785 yaitu sebanyak 5 kali pengisian untuk setiap satu alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785.

3.4 Perhitungan Efisiensi Kerja

Kegiatan operasional untuk memproduksi batubara di PIT TSBC, Tambang Air Laya, PT. Bukit Asam, Tbk. telah menetapkan jadwal waktu kerja dari hari senin sampai dengan hari minggu. Kegiatan penambangan batubara dilakukan oleh kontraktor PT. Pama Persada Nusantara dengan 2 shift kerja per hari.

Kegiatan berlangsung selama 12 jam ditiap shiftnya dengan pembagian sebagai berikut:

Hari	Waktu Kerja		Jumlah Waktu (Jam)
	Shift I	Shift II	
Senin	06:00 – 18:00	18:00 – 06:00	24
Selasa	06:00 – 18:00	18:00 – 06:00	24
Rabu	06:00 – 18:00	18:00 – 06:00	24
Kamis	06:00 – 18:00	18:00 – 06:00	24
Jum'at	06:00 – 18:00	18:00 – 06:00	24
Sabtu	06:00 – 18:00	18:00 – 06:00	24

Minggu	06:00 – 18:00	18:00 – 06:00	24
Hari	Istirahat		
	Shift I	Shift II	
Senin	12:00 – 13:00	24:00 – 01:00	
Selasa	12:00 – 13:00	24:00 – 01:00	
Rabu	12:00 – 13:00	24:00 – 01:00	
Kamis	12:00 – 13:00	24:00 – 01:00	
Jum'at	12:00 – 13:00	24:00 – 01:00	
Sabtu	12:00 – 13:00	24:00 – 01:00	
Minggu	12:00 – 13:00	24:00 – 01:00	
Total Waktu Kerja Dalam Satu Minggu			168

Dari tabel 3, dapat diperoleh jumlah rata-rata jam kerja normal per hari adalah :

$$\frac{168 \text{ jam/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}} = 24 \text{ jam/hari}$$

Maka waktu kerja dalam satu bulan adalah :

$$= 31 \text{ hari} \times 24 \text{ jam/hari} \\ = 744 \text{ jam}$$

Waktu Hilang Terencana dan Tidak Terencana.

Tabel 4

No	Kegiatan	Waktu	Total 1 Bulan
1	Ishoma	2 Jam/Hari	62 Jam
2	Change Shift	20 Menit/Shift	20,66 Jam
3	Sholat	45 Menit/Shift	23,25 Jam
4	Refeuling	10 Menit/Shift	10,33 Jam
5	Keperluan Operator	10 Menit/Shift	10,33 Jam
Total			126,6 Jam

Tabel 5

No	Kegiatan	Waktu	Total 1 Bulan
1	Hujan	15,30 Jam	15,30 Jam
2	Slippery	10,50 Jam	10,50 Jam
Total			25,80 Jam

Jadi, untuk mendapatkan jam kerja efektif yaitu dengan cara mengurangi jumlah jam kerja dengan waktu hilang terencana dan waktu hilang tidak terencana :

$$Wke = Wkt - (Whd + Whtd) \\ = 744 \text{ jam} - (126,6 \text{ jam} + 25,80 \text{ jam}) \\ = 591,6 \text{ jam}$$

$$Eff = \frac{Wke}{Wkt} \times 100\% \\ = \frac{591,6 \text{ jam}}{744 \text{ jam}} \times 100\% \\ = 79,5 \%$$

3.5 Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Berikut ini merupakan hasil pengolahan data produktivitas alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 dan alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785 pada penambangan di PIT TSBC, Tambang Air Laya.

a. Perhitungan Produktivitas Alat Gali-Muat

Rumus perhitungan produktivitas alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 adalah sebagai berikut

$$Qm = \left(\frac{3600}{Ctm}\right) \times Kb \times Ff \times Sf \times Eff$$

Berdasarkan pengamatan aktual alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 pada bulan Agustus 2023 diperoleh hasil sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Ctm &= 28,7 \text{ detik} \\ Kb &= 10 \text{ Bcm} \\ Eff &= 0,795 \\ Ff &= 1,05 \text{ (gambar 2.2)} \\ Sf &= 0,8 \text{ (gambar 2.1)} \end{aligned}$$

Maka untuk menentukan produktivitas alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 per jam dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} Qm &= \frac{3600}{28,7} \times Kb \times Ff \times Sf \times Eff \\ &= \frac{3600}{28,7} \times 10 \times 1,05 \times 0,8 \times 0,795 \end{aligned}$$

$$Qm = 837,6 \text{ Bcm/jam}$$

Total produktivitas Excavator Komatsu PC 2000 bulan Agustus 2023 sebesar 837,6 Bcm/jam.

b. Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

Rumus perhitungan produktivitas alat angkut Dump Truk Komatsu HD 785-7 adalah sebagai berikut:

$$Qa = Na \times \left(\frac{3600}{cta}\right) \times Kba \times Ff \times Sf \times Eff$$

Berdasarkan pengamatan aktual alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785 pada bulan Agustus 2023 diperoleh hasil sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Na &= 5 \text{ bucket} \\ Cta &= 1141,9 \text{ detik} \\ Kba &= 10 \text{ Bcm} \\ Ff &= 1,05 \text{ (gambar 2.2)} \\ Sf &= 0,8 \text{ (gambar 2.1)} \\ Eff &= 0,795 \end{aligned}$$

Maka untuk menentukan produktivitas alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785 per jam dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Qa &= Na \times \left(\frac{3600}{cta}\right) \times Kba \times Ff \times Sf \times Eff \\ &= 5 \times \left(\frac{3600}{1141,9}\right) \times 10 \times 1,05 \times 0,8 \times 0,795 \end{aligned}$$

$$Qa = 105,26 \text{ Bcm/jam}$$

Total produktivitas Dump Truck Komatsu HD 785 bulan Agustus 2023 sebesar 105,26 Bcm/jam.

3.6 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 (Ir. Yanto Indonesianto, 2018):

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

Keterangan:

$$\begin{aligned} Mf &= \text{Match factor} \\ Ctm &= \text{Cycle time alat gali-muat} \\ Cta &= \text{Cycle time alat angkut} \\ N &= \text{Jumlah pengisian setiap satu alat angkut} \\ Na &= \text{Jumlah alat angkut} \\ Nm &= \text{Jumlah alat gali-muat} \end{aligned}$$

Bila hasil perhitungan diperoleh:

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

Berikut perhitungan match factor dari hasil pengamatan langsung di PIT TSBC, Tambang Air Laya pada bulan Agustus 2023:

$$\begin{aligned} Ctm &= 28,7 \text{ detik.} \\ Cta &= 1141,9 \text{ detik} \\ N &= 5 \text{ kali} \\ Na &= 7 \text{ unit} \\ Nm &= 1 \text{ unit} \\ Mf &= \frac{28,7 \times 5 \times 7}{1141,9 \times 1} \\ Mf &= 0,88 \end{aligned}$$

Nilai match faktor alat angkut Excavator Komatsu PC 2000 dan alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785 di penambangan batubara PIT TSBC bulan Agustus sebesar 0,83. Dengan hasil ini

maka *match factor*-nya adalah $MF < 1$, yang berarti alat gali-muat bekerja kurang dari 100%, sedangkan alat angkut bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat gali-muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.

Hasil pengamatan diperoleh nilai $MF < 1$. Untuk mendapatkan $MF = 1$ yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

$$1 \quad \frac{(X) \times \text{jumlah pengisian} \times \text{cycle time excavator}}{\text{jumlah excavator} \times \text{cycle time Dump Truck}}$$

$$= \frac{(X) \times 5 \times 28,7}{1 \times 1141,9}$$

$$(X) \times 143,7 = 1202,9$$

$$X = \frac{1141,9}{143,7}$$

$$X = 7,9$$

$$X \approx 8$$

Cara agar *match factor* yang diinginkan sama dengan 1 ($MF = 1$), maka unit hauler yang awalnya 7 harus ditambah 1 menjadi 8 unit Dump Truck Komatsu HD 785 agar faktor keserasian alat yang ideal. ($MF = 1$, artinya alat gali muat bekerja kurang dari 100 %, sedangkan alat angkut bekerja 100 %, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang).

3.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas

Berdasarkan pengamatan aktual dilapangan dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa faktor yang mengakibatkan produktivitas alat gali-muat dan alat angkut tidak sesuai target, diantaranya :

1. Kurangnya jumlah alat angkut terbukti dari *match factor* yang kurang dari 1 sehingga alat muat banyak menggantung karena menunggu alat angkut sampai.
2. Dilihat dari *cycle time* alat angkut yang cenderung lambat dapat dilihat terdapat beberapa titik penyempitan di jalur hauling dari front menuju disposal sehingga operator alat angkut bergantian untuk melewati jalur tersebut yang membuat alat angkut tidak dapat memaksimalkan kecepatan.
3. Debu yang tebal disebabkan oleh musim kemarau, yang walaupun penyiraman rutin dilakukan masih tidak terlalu mengurangi debu tersebut.

4. Simpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil diantaranya produktivitas alat gali-muat Excavator Komatsu PC 2000 pada kegiatan penambangan di PIT TSBC diperoleh nilai produktivitas sebesar 837,6 bcm/jam dan untuk produktivitas alat angkut Dump Truck Komatsu HD 785 pada kegiatan OB Removal di PIT

TSBC didapat sebesar 105,26 bcm/jam. Faktor yang bisa membuat tidak tercapainya produktivitas alat adalah (1) Kurangnya jumlah alat angkut terbukti dari *match factor* yang kurang dari 1 sehingga alat muat banyak menggantung karena menunggu alat angkut sampai. (2) Terdapat beberapa titik penyempitan di jalur hauling dari front menuju disposal sehingga operator alat angkut bergantian untuk melewati jalur tersebut yang membuat alat angkut tidak dapat memaksimalkan kecepatan. (3) Debu yang tebal disebabkan oleh musim kemarau, yang walaupun penyiraman rutin dilakukan masih tidak terlalu mengurangi debu tersebut.

Daftar Pustaka

- [1] Aken Derisman, Sarmidi, Efisiensi Kerja Wheel Loader Komatsu Wa 200-5 Di Pabrik Briket Tanjung Enim Pt. Bukit Asam Tb, Jurnal Surya Teknika, 2022, VOL 9 NO 1.
- [2] Alan, M., Rianto, D. J., & Oktavia, M. (2021). Evaluasi Kinerja Alat Mekanis Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup Di PT. Seluma Prima Coal Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun. Mine Magazine, Vol. 2 No. 1.
- [3] Anisari, R. (2016). Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satu Kalimantan Selatan. Jurnal Intekna, 77-81.
- [4] Anonim, 2000. Caterpillar Performance Handbook Edition 31. Caterpillar Inc., Peoria, Illinois, U.S.A.
- [5] Anonim, 2002. Specifications & Application Handbook Edition 23. Komatsu, Japan
- [6] Anonim, 2013. Komatsu HD 785-7 Spesifications Handbook. Japan :Komatsu, Ltd.
- [7] Anonim, 2013. Komatsu PC 2000-8 Spesifications Handbook. Japan :Komatsu, Ltd.
- [8] Anonim. 2016. Produktivity. PT. Pamapersada Nusantara: Operational Training Department
- [9] Ichsanudin, Purwoko, B., & Herlambang, Y. (2019). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) Hitachi ZX210-5 Dan Alat Angkut (Dump Truck) Mitsubishi FN 527 ML Untuk Mencapai Target Produksi Penambangan Batu Granit Di PT Hansindo Mineral Persada Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah. JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang, 133-141.
- [10] Indonesianto, Y. (2018). Pemindahan Tanah Mekanis. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jogjakarta.

- [11] Kambuaya, Balthasar. 2012. “peraturan menteri negara lingkungan hidup republik indonesia nomor 04 tahun 2012 tentang indikator ramah lingkungan untuk usaha dan/atau kegiatan penambangan terbuka batubara (hlm. 2)”. Indonesia. [https://jdih.menlhk.go.id/new/uploads/files/MLH%20P.4%20\(2\).pdf](https://jdih.menlhk.go.id/new/uploads/files/MLH%20P.4%20(2).pdf).
- [12] Komatsu Ltd. 2009. “Specification And Application Handbook”. 30th Edition. Komatsu Ltd.
- [13] Kujundzic, T., Klanfar, M., Korman, T., & Brisevac, Z. (2021). Influence of Crushed Rock Properties on the Productivity of a Hydraulic Excavator. *Applied Sciences*, 6.
- [14] Listyawan, A. B., Sahid, M. N., Mulyono, G. S., & Fadhlullah, H. K. (2021). Analisis Produktivitas Alat Berat dan Biaya Pekerjaan Pemindahan Tanah Pada. *Dinamika Teknik Sipil.*, 8-12.
- [15] Oemiati, Nurnilam. 2021. Analisa Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden). Palembang. <https://jurnal.um-palembang.ac.id/bearing/article/viewFile/2842/2281>
- [16] PT. Bukit Asam, Tbk. 2023. Sejarah, Visi dan Misi PT Bukit Asam, Tbk. [online] tersedia: <https://ptba.co.id/tentang/profil-perusahaan> diakses pada tanggal [1 September 2023]
- [17] Rama. 2019. *Journal Unsri* (hlm. 4). Universitas Sriwijaya. Palembang. RAMA_31201_03021181320007_0010125201_0017048203_02
- [18] Saputra, Hendri. 2020. Analisis Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut Dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. Tanito Harum, Tenggara, KALTIM. Dalam Skripsi UPN Veteran Yogyakarta.
- [19] Setyawan, S., Rahmawati, D., & Atmaja, G. D. (2020). Kajian Teknis Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Tambang Batu Andesit PT. Ranga Eka Pratama, Kabupaten Dompu. *Jurnal Ulul Albab*, 13-19.
- [20] Siregar, A. A., & Sumarya. (2018). Studi Analisis dan Simulasi Peningkatan Produktivitas Excavator Hitachi EX1900-6 Dalam Pengupasan Overburden Pada Tambang Batubara PT. Mandala Karya Prima Jobsite PT. Mandiri Intiperkasa Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 3, No. 4.
- [21] United Tractors. 2023. Hydraulic Excavator PC 2000. [online]. Tersedia : <https://products.unitedtractors.com/id/product/komatsu/hydraulic-excavator/pc2000-8/>
- [22] United Tractors. 2023. Off Highway Dump Truck HD 785. [online]. Tersedia : <https://products.unitedtractors.com/id/product/komatsu/off-highway-dump-truck/hd785-7/>.