



Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Excavator Volvo 480 Dan Alat Angkut Dump Truck Volvo 400 Pada Penambangan Batubara Di PIT 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk

Evaluation Of The Productivity Of Volvo 480 Excavator Loading Tools And Volvo 400 Dump Truck Transportation In Coal Mining At Pit 2, West Banko Mine PT. Bukit Asam Tbk

Sarmidi¹, Indra Nuryanneti², Rego Dwi Prayoga³

¹ Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Indonesia

² Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Indonesia

³ Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Indonesia

sarmidi@akipba.ac.id¹, indranuryanneti@akipba.ac.id², regodwiprayoga04@gmail.com³.

Penulis Korespondensi: Sarmidi | Email: sarmidi@akipba.ac.id

Diterima (Received): 19/12/2023 Direvisi (Revised): 27/12/2023 Diterima untuk Publikasi (Accepted): 29/12/2023

ABSTRAK

PT. Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara yang berada di Tanjung Enim. Kegiatan penambangan PT. Bukit Asam Tbk. menggunakan alat gali muat Excavator Volvo 480 untuk kegiatan penggalian batubara (coal getting) dan alat angkut Dump Truck Volvo 400 untuk kegiatan pengangkutan batubara. Ada beberapa faktor yang menyebabkan suatu produktivitas itu tidak tercapai. Oleh karena itu, objek penelitian ini ditekankan untuk dapat mengetahui faktor-faktor penyebab tidak tercapainya suatu produktivitas yang telah ditentukan oleh perusahaan. Data aktual yang telah didapatkan terhadap produktivitas alat gali muat yaitu sebesar 229 ton/jam dari target yang telah ditentukan sebesar 250 ton/jam artinya pada saat pengambilan data, data yang didapatkan tidak mencapai target yang telah ditentukan karena terdapat faktor-faktor yang mempengaruhinya. Begitu juga terhadap alat angkut, data aktual yang didapatkan sebesar 29 ton/jam dari target yang telah ditentukan sebesar 30 ton/jam. Faktor-faktor yang mempengaruhi suatu tidak tercapainya produktivitas ialah lama waktu edar alat gali muat dan alat angkut, lama waktu tunggu pada saat loading dan dumping, kondisi jalan, dan perbaikan jalan serta perbaikan area front loading.

Kata Kunci: Produktivitas, Excavator, Dump Truck, Cycle Time, Efisiensi Kerja

ABSTRACT

PT. Bukit Asam Tbk is a company engaged in coal mining in Tanjung Enim. Mining activities of PT. Bukit Asam Tbk. using a Volvo 480 Excavator loading digging tool for coal getting activities and a Volvo 400 Dump Truck transport tool for coal getting activities. There are several factors that cause productivity not to be achieved. Therefore, the object of this research is to be able to find out the factors that cause the productivity that has been determined by the company to not be achieved. The actual data that has been obtained regarding the productivity of loading digging equipment is 229 tons/hour from the predetermined target of 250 tons/hour, meaning that at the time of data collection, the data obtained did not reach the predetermined target because there were factors that influenced it. Likewise for transportation equipment, the actual data obtained was 29 tons/hour from the predetermined target of 30 tons/hour. Factors that influence whether productivity is not achieved are the length of time for digging, loading and transport equipment, the length of waiting time during loading and dumping, road conditions, and road repairs as well as improvements to the front-loading area.

Keywords: Productivity, Excavator, Dump Truck, Cycle Time, Efficiency Job

© Author(s) 2023. This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

1. Pendahuluan

Pertambangan adalah suatu kegiatan pengambilan endapan bahan galian berharga dan bernilai ekonomis dari dalam kulit bumi, pada permukaan bumi, di bawah permukaan bumi dan di bawah permukaan air. Batubara merupakan sedimen organik sabagai bahan bakar hidrokarbon padat yang terbentuk dari tumbuhan yang telah mengalami pembusukan secara biokimia, kimia dan fisika pada syarat bebas oksigen yang berlangsung pada tekanan dan temperatur yang tinggi di kurun waktu yang sangat lama. PT Bukit Asam memiliki beberapa unit usaha yang mana salah satunya berada di UPTE (Unit Pertambangan Tanjung Enim) yang berlokasi di Tanjung Enim Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan. Saat ini PT Bukit Asam masih menggunakan sistem tambang terbuka (open pit) dan salah satunya di Pit 2 Banko.

Produktivitas adalah kemampuan alat untuk menghasilkan suatu produk dalam satuan waktu tertentu dan alat merupakan faktor penting dalam pelaksanaan suatu proyek dengan skala besar. Tujuan penggunaannya adalah untuk memudahkan pekerjaan manusia sehingga hasil yang diharapkan dapat diperoleh dan tercapai dengan waktu yang relatif singkat. Produktivitas alat bergantung pada kapasitas, waktu edar (cycle time), efisiensi alat, dan kondisi front loading kerja (Rostiyanti 1999).

Berdasarkan pernyataan yang tertera diatas, penulis ingin melakukan suatu penelitian yang berjudul "Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Excavator Volvo 480 Dan Alat Angkut Dump Truck Volvo 400 Pada Penambangan Batubara Di PIT 2, Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk.". Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat mempelajari dan mengetahui lebih dalam tentang faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas.

2. Data dan Metodologi

2.1 Pengertian Tambang Pertambangan, dan Penambangan

Tambang adalah sebuah galian, lubang yang dapat diartikan juga sebagai tempat menggali atau mengambil material didalam tanah bumi berupa logam, timah, emas, batubara, dan sebagainya. Menurut Undang-Undang Mineral dan Batubara No 4 Tahun 2009, dijelaskan bahwa pertambangan adalah kegiatan dan proses perusahaan mineral dan batubara yang didalamnya terdiri dari berbagai tahapan yaitu kegiatan penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, kontruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta penghijauan (reklamasi) lahan pasca tambang.

Penambangan adalah suatu aktivitas dari proses pertambangan yang dapat diartikan sebagai kegiatan pengambilan endapan bahan tambang yang berharga dengan nilai ekonomis yang tinggi seperti emas, batubara, logam, bijih timah, dan endapan bahan tambang lainnya.

2.2 Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Nilai produktivitas harus diketahui untuk mengontrol produksi alat mekanis. Nilai tersebut menjadi suatu kandungan dalam menganalisa peningkatan produksi tambang. Salah satu standar yang dapat dipakai sebagai bentuk untuk mengetahui baik atau buruk hasil kinerja suatu alat penggalian dan pemuatan mekanis adalah dari tingkat produktivitas yang dapat dicapai oleh alat tersebut dalam satuan waktu tertentu. Oleh karena itu, usaha dan cara untuk dapat mencapai produksi yang tinggi selalu menjadi perhatian yang khusus. Menurut Kussrianto dan Sutrisno (2017:102), mengatakan bahwa produktivitas merupakan perbandingan antara hasil yang dicapai dengan peran serta tenaga kerja dalam per satuan waktu tertentu. Peran serta tenaga kerja disini adalah penggunaan sumber daya serta efektif dan efisien.

Produktivitas adalah suatu laju material yang dapat dipindahkan per satuan waktu tertentu yang umumnya adalah per jam. Pemindahan batubara ini dapat dihitung berdasarkan kapasitas produksi dalam bentuk Ton (Rochmanhadi, 2003).

2.2.1 Produktivitas Alat Gali-Muat

Menurut Rochmanhadi (2003), Produktivitas alat gali-muat dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$Q_m = (3600/C_{tm}) \times K_b \times B_{ff} \times S_f \times E_k \times D_b$$

Keterangan:

Q_m = Produktivitas alat gali-muat (Ton/jam)

C_t = cycle time alat gali-muat (detik)

K_b = Kapasitas bucket (m^3)

B_{ff} = Bucket fill factor

S_f = Swell factor

E_k = Efisiensi kerja

D_b = Densitas batubara

2.2.2 Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Rochmanhadi, 2003):

$$Q_a = n \times (3600/C_{ta}) \times K_b \times B_{ff} \times S_f \times E_k \times D_b$$

Keterangan :

Q_a = Produktivitas alat angkut

n = Jumlah pengisian

C_{ta} = Cycle time alat angkut

K_b = Kapasitas bucket

B_{ff} = Bucket fill factor

S_f = Swell factor

E_k = Efisiensi kerja

D_b = Densitas batubara

2.3 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat

Produktivitas alat-alat mekanis perlu diketahui nilainya dan ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil kerja alat-alat tersebut, diantaranya adalah sebagai berikut:

2.3.1 Faktor Manusia Atau Kemampuan Operator

Kemampuan (skill) operator merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan tinggi rendahnya produktivitas suatu alat. Dibutuhkan operator yang memiliki kemampuan yang mumpuni dan mahir dalam mengoperasikan alat berat. Operator juga dituntut untuk mengoperasikan alat berat secara SOP (Standar Operasional Prosedur) dan mampu bekerja sama dengan operator lainnya agar dapat mencapai produktivitas yang optimal. Manusia menjadi faktor terbesar yang mempengaruhi produktivitas. Semakin terampil, lincah, dan cekatan seorang operator serta pengalaman yang panjang dalam mengoperasikan suatu alat berat maka waktu edar (cycle time) yang didapat akan semakin kecil.

2.3.2 Faktor Kondisi front Loading

Front Loading adalah titik lokasi pengambilan batubara atau overburden yang sudah siap dimuat ke Vessel Dump Truck dan diangkut ke tempat penimbunan batubara atau overburden tersebut. Standar lebar dan luas area front loading sebesar dua kali rotasi unit dan lebar unit terbesar. Kondisi front loading di PIT 2 kurang baik (sempit) yang mengakibatkan alat angkut sedikit lama saat manuver loading. Kondisi jalan tambang di front tidak rata dan undulating sehingga kondisi ini mempengaruhi produktivitas beberapa, sehingga diperlukan Motor Grader yang selalu standby untuk meratakan dan memperbaiki akses jalan dump truck ke loading point secara berkala.

2.3.3 Faktor Material

Dikutip dari Bima Shabartum Group, material merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas. Material merupakan faktor bawaan sesuai dengan jenis batuan dan lokasi pertambangan yang dilakukan. Apabila material lunak dapat dilakukan digging langsung menggunakan Excavator, namun jika material keras harus dilakukan peledakan (blasting) dan ripping menggunakan Bulldozer agar dapat memudahkan Excavator saat digging batubara. Berdasarkan pengamatan langsung yang dilakukan di lapangan, PIT 2 Utara tidak dilakukan peledakan (blasting) karena material old dump yang berpotensi longsor jika dilakukan peledakan (blasting).

2.3.4 Faktor Pengisian Bucket (*Bucket Fill Factor*)

Menurut Pfleider (1972) faktor pengisian adalah perbandingan kapasitas nyata (aktual) alat gali-muat dan kapasitas baku (teori) alat gali-muat yang dinyatakan dalam bentuk persen. Semakin besar faktor pengisian maka semakin besar pula kemampuan dari alat nyata tersebut. Berikut adalah rumus perhitungannya :

$$Bff = V_n/V_b$$

Bff = Bucket fill factor

V_n = Kapasitas bucket nyata

V_b = Kapasitas bucket baku

Diketahui:

$$V_n = (\text{Berat muatan}) / (\text{Jumlah pengisian } (n))$$

$$V_n = 30/11$$

$$V_n = 2,7 \text{ m}^3$$

$$Bff = V_n/V_b$$

$$Bff = 2,7/2,2$$

$$Bff = 1,2 \text{ m}^3$$

2.3.5 Faktor Pengembangan Material (*Swell Factor*)

Menurut Indonesianto (2013), faktor pengembangan material adalah suatu perubahan material diikuti dengan perubahan berat (density) dari material tersebut ketika digali, dipindahkan, dan diangkut. Diamati secara langsung di lapangan, sifat fisik material adalah padat sehingga hanya sedikit bagian kosong yang terisi dengan udara diantara butir-butirnya. Penerimaan merupakan presentase pengembangan volume material dari volume asli, yang dapat mengakibatkan bertambahnya jumlah material yang harus dipindahkan dari bentuk kedudukan aslinya (Kurniawan, 2014).

2.3.6 Faktor Efisiensi Kerja

Menurut Anisari (2016), mengatakan bahwa efisiensi kerja merupakan suatu penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau perbandingan antara waktu yang digunakan untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Efisiensi kerja tersebut dapat mempengaruhi kemampuan produktivitas dari alat dan untuk menciptakan waktu kerja yang efektif dan optimal, langkah tepat yang dapat diambil adalah untuk menanggulangi suatu hambatan-hambatan yang terjadi. Waktu kerja efektif dan efisiensi kerja dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$E_k = W_e/W_t \times 100\%$$

Keterangan :

W_e = Waktu kerja efektif

W_t = Waktu kerja tersedia

E_k = Efisiensi kerja

2.3.7 Faktor Waktu Edar (*Cycle Time*)

Menurut Hult (1998), cycle time diartikan sebagai waktu yang dibutuhkan mulai dari awal sampai akhir dalam suatu kegiatan alat dan mengulanginya kembali. Semakin kecil cycle time alat maka akan menghasilkan produksi yang semakin tinggi. Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk menyelesaikan sekali putaran kerja, dari mulai kerja sampai dengan selesai dan bersiap-siap memulainya kembali. Waktu edar yang diambil datanya yaitu cycle time alat gali muat dan alat angkut (Kurniawan, 2014). Untuk menghitung cycle time alat gali-muat Excavator Volvo 480 dimulai dari waktu digging, waktu swing isi, waktu dumping ke vessel, dan waktu swing kosong untuk digging kembali. Sedangkan cycle time alat angkut Dump Truck Volvo 400 dimulai dari waktu manuver loading, waktu loading, waktu angkut material, waktu menunggu antrian untuk dumping, waktu

mengambil posisi (manuver) untuk dumping muatan, waktu pengosongan muatan, waktu kembali kosong.

Berikut metodologi penulisan yang digunakan penulis dalam melakukan penelitian dilapangan:

1. 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.

2. Observasi

Melakukan pengamatan secara langsung yang berkaitan dengan pokok permasalahan yaitu kegiatan yang dilakukan alat-angkut Dump Truck Volvo 400 di coal getting PIT 2, Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk. Selain itu melakukan tanya jawab dan diskusi secara langsung dengan karyawan dan pengawas lapangan yang ada di Satuan Kerja Penambangan Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk. yang bertujuan untuk memperoleh isi laporan.

3. 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.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Lokasi Penelitian

Pengangkutan Batubara PT. Bukit Asam, Tbk pada PIT 2 Banko Barat pada fleet A1 Utara menuju Stockpile Rosella menggunakan alat angkut Volvo 400 dengan jarak angkut 3700 meter. Pola pemuatan Excavator Volvo 480 yang dilakukan dilokasi penelitian menggunakan pola top loading dimana posisi alat angkut terletak di bawah alat muat. Saat pemuatan di loading point. Pola pengisian tergantung menggunakan single back up yaitu truck memposisikan diri guna dimuati pada suatu tempat, dan truck selanjutnya menunggu truck didepanya untuk diisi hingga penuh. Saat return atau kembali kosong dari tempat dumping yaitu Stockpile, Dump Truck yang membutuhkan pengisian fuel akan berhenti di CSA Volvo untuk pengisian bahan bakar.

3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan secara langsung di front loading A1 Utara. Data yang diambil berupa aktivitas penggalian dan waktu edar (cycle time) alat gali muat dan angkut serta faktor - faktor yang mempengaruhi produktivitas. Cycle time alat gali muat terdiri dari: menggali material (digging), waktu swing isi, waktu buang material (dumping), waktu swing kosong. Sedangkan untuk cycle time alat angkut terdiri dari: manuver kosong, pengisian material kedalam vessel dump truck (loading), pengangkutan material (hauling) manuver muatan,

penumpahan material (dumping), kembali kosong (return empty). Pengambilan cycle time dilakukan dengan menggunakan aplikasi stopwatch, data yang diambil kemudian di olah untuk menghitung produktivitas alat gali-muat dan alat angkut yang diamati.

3.3 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 Volvo PC 480 dan alat angkut Dump Truck Volvo 400 berdasarkan pengamatan secara langsung dilapangan pada PIT 2, Tambang Banko Barat.

3.3.1 Perhitungan Cycle Time Alat Gali-Muat

Perhitungan cycle time alat gali-muat Excavator Volvo 480 yang digunakan untuk memuat batubara 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 Volvo PC 480 di PIT 2, Tambang Banko Barat bulan Agustus 2023 adalah 27.025 detik.

3.3.2 Perhitungan Cycle Time Alat Angkut

Perhitungan cycle time Dump Truck Volvo 400 menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut (Kurniawan, 2014).

$$Cta = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7$$

Keterangan :

Cta = Cycle time alat angkut

T1 = Waktu mengambil posisi untuk dimuati (manuver loading)

T2 = Waktu diisi muatan (loading)

T3 = Waktu traveling isi

T4 = Waktu menunggu antrian dumping

T5 = Waktu manuver dumping

T6 = Waktu dumping

T7 = Waktu Traveling Kosong

Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan didapat rata-rata cycle time alat angkut Dump Truck Volvo 400 di PIT 2, Tambang Banko Barat bulan Agustus 2023 adalah 2361,40 detik.

3.4 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 Volvo 480 ke vessel alat angkut Dump Truck Volvo 400. Hasil

pengamatan dan pengolahan data didapatkan rata-rata pengisian dari *Excavator Volvo 480* ke *vessel Dump Truck Volvo 400* yaitu sebanyak 11 kali pengisian untuk setiap satu alat angkut *Dump Truck Volvo 400*.

3.5 Swell Factor (Faktor Pengembangan Material)

Nilai faktor Pengembangan (*swell factor*) perlu diketahui karena dalam penggalian diperlukan perhitungan yang menjadi dasar penentuan sifat dan kondisi material yang belum digali yang dinyatakan dalam volume insitu (*bank volume*). Sedangkan material pada kondisi lepas (*loose volume*) adalah material sudah digali dan dapat ditangani pada kegiatan pemuatan dan pengangkutan material. Besarnya nilai *swell factor* dapat dicari dengan menggunakan densitas material lepas (*loose*) dan densitas material asli (*bank*). Berdasarkan uji fisik material, PT. Bukit Asam, Tbk. terutama Tambang Banko Barat

Tabel 1 Jadwal Kerja Penambangan

Jadwal Kerja Penambangan					
Hari	Waktu Kerja		Istirahat		Jumlah Waktu (jam)
	Shift I	Shift II	Shift I	Shift II	
Senin	06.00-18.00	18.00-06.00	12.00-13.00	24.00-01.00	24
Selasa	06.00-18.00	18.00-06.00	12.00-13.00	24.00-01.00	24
Rabu	06.00-18.00	18.00-06.00	12.00-13.00	24.00-01.00	24
Kamis	06.00-18.00	18.00-06.00	12.00-13.00	24.00-01.00	24
Jumat	06.00-18.00	18.00-06.00	12.00-13.00	24.00-01.00	24
Sabtu	06.00-18.00	18.00-06.00	12.00-13.00	24.00-01.00	24
Minggu	06.00-18.00	18.00-06.00	12.00-13.00	24.00-01.00	24
Total waktu kerja dalam satu minggu					168

mempunyai densitas batubara dalam keadaan *loose* sebesar 0,9 ton/m³, dan densitas batubara dalam keadaan bank sebesar 1,24 ton/m³. Dengan itu dapat diketahui nilai dari *swell factor* dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Swell factor} = \frac{\text{loose densitiy}}{\text{bank densitiy}} \times 100\%$$

$$\text{Swell factor} = \frac{0,9}{1,24} \times 100\%$$

$$\text{Swell factor} = 72\%$$

3.6 Perhitungan Efisiensi Kerja

Kegiatan operasional untuk memproduksi batubara di PIT 2, Tambang Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk. telah menetapkan jadwal waktu kerja dari hari senin sampai dengan hari minggu. Kegiatan penambangan batubara dilakukan oleh kontraktor PT. Bukit Asam Kreatif dengan 2 *shift* kerja per hari.

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

Dari tabel 1 diatas, 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:

$$= 30 \text{ hari} \times 24 \text{ jam/hari}$$

$$= 720 \text{ jam}$$

Dari data diatas diperoleh jumlah kerja per *shift* = 12 jam. Sehingga waktu kerja efektif yang didapat setelah dikurangi jam pergantian *shift* 30 menit pada akhir *shift* 1 dan 30 menit pada akhir *shift* 2 dan istirahat *shift* 1 selama 1 jam dan istirahat *shift* 2 selama 1 jam. Jadi jumlah jam pergantian *shift* dan istirahat adalah 0,5 + 0,5 + 1 + 1 = 3 jam. Dari satu hari 24 jam dikurang 3 jam adalah 21 jam dalam 1 hari.

Kemudian dapat berubah akibat jumlah waktu hambatan-hambatan, baik hambatan yang dapat dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari.

Rinciannya sebagai berikut:

3.6.1 Kehilangan waktu yang tidak dapat dihindari

Tabel 2 Kehilangan waktu yang tidak dapat dihindari

a	Ishoma	2 jam/hari	2 x 30 hari/jam	60 jam/bulan
b	Pergantian Shift	2 x 0,5 jam/shift	1 jam/hari	1 x 30 hari/bulan = 30 jam/bulan
c	Sholat Jumat dan Istirahat			1 jam/minggu x 4 minggu/bulan = 4 jam/bulan
d	Hujan			15,30 jam/bulan
Total Jam Yang Tidak Dapat Dihindari				110jam/bulan

Jadi, jumlah jam yang tidak dapat dihindari dalam satu bulan adalah jam total sebulan dikurangi dengan jam yang tidak dapat dihindari:

$$720 - 110 = 610 \text{ jam/bulan.}$$

4.6.2. Kehilangan waktu yang dapat dihindari

Tabel 3 Kehilangan waktu yang dapat dihindari

a.	Waktu persiapan	30 menit/hari x 2 x 30 hari	30 jam/bulan
b.	Slippery		10,50 jam/bulan
c.	Isi bahan bakar	25 menit/hari x 30 hari/bulan	12,5 jam/bulan
d.	Keperluan operator	10 menit/hari x 2 x 30 hari/bulan	10 jam/bulan
e.	Terlambat kerja	10 menit/hari x 2 x 30 hari/bulan	10 jam/bulan
f.	Selesai sebelum akhir shift	10 menit/hari x 30 hari/bulan	5 jam/bulan
Jam yang dapat dihindari			78 jam/bulan

Jadi, untuk mendapatkan jam kerja efektif yaitu dengan cara jumlah jam yang tidak dapat di hindari di kurangi dengan jumlah jam yang dapat di hindari :

$$610 - 78 = 532 \text{ jam/bulan.}$$

Diketahui:

$$We = 532 \text{ jam/bulan}$$

$$Wt = 720 \text{ jam/bulan}$$

$$Ek = \frac{We}{Wt} \times 100\%$$

$$Ek = \frac{532}{720} \times 100\%$$

$$Ek = 73\%$$

3.7 Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Berikut ini merupakan hasil pengolahan data produktivitas alat gali-muat *Excavator Volvo 480* dan alat angkut *Dump Truck Volvo 400* pada penambangan di PIT 2, Tambang Banko Barat.

3.7.1 Perhitungan Produktivitas *Excavator Volvo 480*

Rumus perhitungan produktivitas alat gali-muat *Excavator Volvo PC 480* adalah sebagai berikut (Rochmanhadi, 2003) :

$$Qm = \left(\frac{3600}{Ctm}\right) \times Kb \times Bff \times Sf \times Ek \times Db$$

Berdasarkan pengamatan aktual alat gali-muat *Excavator Volvo PC 480* pada bulan Agustus 2023 diperoleh hasil sebagai berikut.

Diketahui:

$$Ctm = 27,025 \text{ detik}$$

$$Kb = 2,2 \text{ m}^3$$

$$Bff = 1,2 \text{ m}^3$$

$$Sf = 72\%$$

$$Ek = 73\%$$

$$Db = 1,24 \text{ ton/m}^3$$

Maka untuk menentukan produktivitas alat gali-muat *Excavator Volvo PC 480* per jam dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$Qm = \left(\frac{3600}{Ctm}\right) \times Kb \times Bff \times Sf \times Ek \times Db$$

$$Qm = \left(\frac{3600}{27,025}\right) \times 2,2 \times 1,2 \times 0,72 \times 0,73 \times 1,24$$

$$Qm = 229 \text{ ton/jam}$$

Total produktivitas *Excavator Volvo 480* bulan Agustus 2023 sebesar 229 ton/jam.

3.7.2 Perhitungan Produktivitas *Dump Truck Volvo 400*

Rumus perhitungan produktivitas alat angkut *Dump Truck Volvo 400* adalah sebagai berikut:

$$Qa = n \times \left(\frac{3600}{Cta}\right) \times Kb \times Bff \times Sf \times Ek \times Db$$

Berdasarkan pengamatan aktual alat angkut *Dump Truck Volvo 400* pada bulan Agustus 2023 diperoleh hasil sebagai berikut:

Diketahui:

$$n = 11 \text{ kali}$$

$$Cta = 2361,40 \text{ detik}$$

$$Kb = 2,2 \text{ m}^3$$

$$Bff = 1,2 \text{ m}^3$$

$$Sf = 72\%$$

$$Ek = 73\%$$

$$Db = 1,24 \text{ ton/m}^3$$

Maka untuk menentukan produktivitas alat angkut *Dump Truck Volvo 400* per jam dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Qa = n \times \left(\frac{3600}{Cta}\right) \times Kb \times Bff \times Sf \times Ek \times Db$$

$$Qa = 11 \times \left(\frac{3600}{2361,40}\right) \times 2,2 \times 1,2 \times 0,72 \times 0,73 \times 1,24$$

$$Qa = 29 \text{ ton/jam.}$$

Total produktivitas *Dump Truck Volvo 400* bulan Agustus 2023 sebesar 29 ton/jam.

3.8 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, 2013):

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

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

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 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 2, Tambang Banko Barat pada bulan Agustus 2023:

$$Ctm = 27,025 \text{ detik}$$

$$Cta = 2361,40 \text{ detik}$$

$$n = 11 \text{ kali}$$

$$Na = 7 \text{ unit}$$

$$Nm = 1 \text{ unit}$$

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

$$Mf = \frac{26,93 \times 11 \times 7}{2361,40 \times 1}$$

Mf = 0,87

Nilai match faktor alat angkut *Excavator Volvo 480* dan alat angkut *Dump Truck Volvo 400* di penambangan batubara PIT 2 bulan Agustus sebesar 0,87. 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.

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

1. Lokasi *front loading* adalah *old dump* yang digali kembali sehingga *front loading* dapat berpindah-pindah dan juga diperlukan perlakuan khusus.
2. Tidak optimalnya alat gali-muat dalam melakukan pengisian untuk satu alat angkut karena tidak penuhnya isi *bucket*.
3. Kondisi *front loading* yang sempit yang terjadi karena tempat *loading* batubara dan *overburden* berdekatan.
4. Jalan yang bergelombang (*undulating*) dikarenakan material tanah yang lunak dan kurangnya alat penunjang untuk perbaikan jalan.
5. Penyiraman jalan berdebu yang kurang optimal saat kemarau sehingga dapat mengganggu penglihatan operator.
6. Kurangnya kesiapan alat *dozing* di *stockpile* sehingga terjadi penumpukan batubara dan antrian *dumping* di *stockpile* tersebut.

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

1. Memperluas area *front loading* dengan cara memisah tempat *loading* batubara dan tempat *loading overburden*.
2. Melakukan penyiraman dan perbaikan jalan secara berkala agar dapat memperlancar *traveling* dari alat *hauler* saat mengangkut material.
3. Melakukan koordinasi dengan *Grup Leader* dan membahas solusi agar kegiatan penambangan dapat menjadi optimal.
4. Pemisahan jalan *hauling* batubara dan *overburden* agar dapat memperlancar kegiatan pengangkutan material ke *Stockpile* maupun ke *disposal*.
5. Menyiapkan dan menambah alat *dozing* di *Stockpile* supaya tidak terjadi penumpukan batubara dan antrian *dumping* batubara.

Jika sudah dilakukan evaluasi agar *match factor* MF = 1, maka harus menambah alat angkut dengan cara sebagai berikut:

$$1 = \frac{(X) \times \text{Jumlah pengisian} \times \text{Cycle time alat gali-muat}}{\text{Jumlah alat gali-muat} \times \text{Cycle time alat angkut}}$$

$$1 = \frac{(X) \times 11 \times 27,025}{1 \times 2361,40}$$

$$1 = \frac{(X) \times 297,275}{2361,40}$$

$$(X) \times 297,275 = 2361,40$$

$$x = \frac{2815,766}{297,275}$$

x = 7,94 dibulatkan menjadi 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 Volvo 400* 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).

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil diantaranya sebagai berikut:

1. Produktivitas alat gali-muat *Excavator Volvo 480* pada kegiatan penambangan di PIT 2 diperoleh nilai produktivitas sebesar 229 ton/jam dari target sebesar 250 ton/jam dengan jumlah selisih sebesar 21 ton/jam dan untuk produktivitas alat angkut *Dump Truck Volvo 400* pada kegiatan penambangan batubara di PIT 2 didapat sebesar 29 ton/jam dari target sebesar 30 ton/jam dengan jumlah selisih sebesar 1 ton/jam. Dapat disimpulkan bahwa target produktivitas alat gali-muat *Excavator Volvo 480* dan alat angkut *Dump Truck Volvo 400* di PIT 2 pada bulan Agustus 2023 tidak mencapai target.
2. Faktor yang mendasari tidak tercapainya produktivitas alat adalah debu yang sangat tebal pada musim kemarau ini yang menyebabkan terhambatnya produktivitas. Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi produktivitas alat adalah *front loading* sempit, kurangnya alat *dozing* di *stockpile*, dan kekurangan *Dump Truck* pengangkut batubara.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada berbagai sumber media dan pihak-pihak yang telah membantu pembuatan laporan tugas akhir ini. Sebagai ungkapan rasa bangga dan syukur penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Arief Fauzan, selaku Manager Penambangan Swakelola 1 Pit 2 Banko Barat PT Bukit Asam, Tbk.
2. Bapak Okta Reza Pratama, selaku Assisten Manager dan Pembimbing Lapangan PT Bukit Asam, Tbk.
3. Bapak Erik Saputra, selaku Assisten Manager dan Pembimbing Lapangan PT Bukit Asam, Tbk.

4. Para Seluruh Supervisor Swakelola 1 di Pit 2 Banko Barat PT Bukit Asam, Tbk.
5. Para seluruh Staff dan Pegawai yang bekerja di Pit 2 Banko Barat PT Bukit Asam, Tbk.

6. Referensi

- Aken Derisman, Sarmidi, Efisiensi Kerja Wheel Loader Komatsu Wa 200-5 Di Pabrik Briket Tanjung Enim Pt. Bukit Asam Tb, Jurnal Surya Teknik, 2022, VOL 9 NO 1.
- AKIPBA. (2023). Buku Panduan Praktik Kerja Lapangan. Tanjung Enim, AKIPBA. Modul PKL
- Anisari, Rezky. (2016). Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet D PT. Jhonlin Bratama Jobsite I Bnarmasin. Kalimantan Selatan. Kalimantan Selatan. Dalam jurnal Intekna Volume 16 (hlm.1-100)
- Anonim. (2009). Specifications and Application Hand Book Edition 30. Japan: Volvo Ltd
- Facts, C. (2005). World Coal Institute. *Richmond.-2005.- [Cited 2005, 26 Dec.] - Available*
- Hult, Tomas G. M, Ketchen, David, J, dan Slater, Stanley, F. (2002). A longitudinal study of the learning climate and cycle time in supply chains. *Journal of Business & Industrial Marketing*
- Ichsannudin, 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.
- Indonesia. (2009). Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara. Justika Siar Publika. Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 652.
- Indonesianto, Y. (2013). "Pemindahan Tanah Mekanis". Yogyakarta: Awan Poetih
- Kurniawan, H. A. (2014). Analisa Produktivitas Dan Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Penyiapan Lokasi Pengeboran Minyak Dan Bumi Di Lokasi Kaji 1&3. Palembang: Universitas Tridinanti
- Kussrianto dan Sutrisno. (2017). Produktivitas kerja dan kinerja karyawan pada perusahaan Bandung: CV Bandar Maju
- Pfleider, E.P. (1972). "Surface Mining 1 Edition". New York: The American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers
- PT. Bima Shabartum Gemilang (n.d) faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas. [Online] Tersedia: <https://bimashabartum.co.id/faktor-material-dalam-produktivitas-pertambangan/> [19 Oktober 2023]
- 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 [5 Oktober 2023]
- Rochmanhadi. 2003. Alat-alat Berat dan Penggunaannya, Badan Penerbitan Pekerjaan
- Saputra, Hendri. 2020. Analisis Produktivitas Alat Muat dan Alat Angkut Dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (OEE) di PT. Tanito Harum, Tenggarong, KALTIM. Dalam Skripsi UPN Veteran Yogyakarta.
- Setyawan, S., Rahmawati, D., & Atmaja, G. D. (2020). Kajian Teknis Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Tambang Batu Andesit PT. Rangga Eka Pratama, Kabupaten Dompu. *Jurnal Ulul Albab*, 13-19.
- Stach, E. 1975. Stach's Textbook of coal petrology. Geb Borntaeger, Berlin Stuttgart
- United Tractors. 2022. Motor Grader. [online]. Tersedia: <https://products.unitedtractors.com/id/brand/komatsu/motor-grader/?sector=al> [19 September 2023]
- United Tractors. 2022. Hidraulic Excavator. [online]. Tersedia: <https://products.unitedtractors.com/id/brand/bomag/single-drum-rollers/?sector=al> [19 September 2023]