



Analisis Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut pada Kegiatan Pengangkutan Batubara di PT Lematang Coal Lestari (LCL)

Aditya Aditya, Ridho Yovanda*, Dedi Yansen

Universitas Prabumulih, Indonesia

Email: ridhoyovanda18@gmail.com*

Abstrak

Produktivitas alat mekanis di PT Lematang Coal Lestari (LCL) diduga belum optimal, ditunjukkan oleh belum tercapainya target produksi batubara sebesar 150.000 ton/bulan. Ketidakseimbangan kerja antara alat gali muat dan alat angkut serta kondisi operasional lapangan diduga menjadi faktor penghambat utama. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat produktivitas alat gali muat dan alat angkut, mengevaluasi keserasian kerja (Match Factor) antara kedua alat tersebut, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas dalam kegiatan pengangkutan batubara. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan untuk memperoleh *cycle time* excavator Sany SY500H dan dump truck Tonly TL849, kondisi jalan, serta hambatan kerja. Data sekunder meliputi spesifikasi alat dan profil perusahaan. Data dianalisis dengan perhitungan produktivitas, efisiensi kerja, dan Match Factor. Hasil analisis menunjukkan produktivitas alat gali muat sebesar 310,83 ton/jam dan alat angkut 208,40 ton/jam. Nilai Match Factor 0,67 mengindikasikan ketidakseimbangan dimana alat angkut bekerja 100% sementara alat gali muat menganggur menunggu. Efisiensi kerja secara keseluruhan hanya 76%. Faktor penghambat utama adalah kondisi jalan hauling $\pm 1,4$ km yang menanjak dan berlumpur serta pola pemuatan *single back-up*. Temuan penelitian ini merekomendasikan perlunya penambahan unit alat angkut, perbaikan infrastruktur jalan, dan optimasi pola operasi untuk meningkatkan keserasian kerja, efisiensi, dan pencapaian target produksi.

Kata Kunci: Produktivitas Alat Gali Muat, dan Alat Angkut, Penambangan, Batubara

Abstract

The productivity of mechanical tools at PT Lematang Coal Lestari (LCL) is suspected to be not optimal, as shown by the unachieved coal production target of 150,000 tons/month. The work imbalance between the excavation equipment and the means of transport as well as the operational conditions of the field are suspected to be the main inhibiting factors. This study aims to analyze the productivity level of loading and unloading tools and transportation tools, evaluate the work compatibility (Match Factor) between the two tools, and identify factors that affect productivity in coal transportation activities. This study uses a descriptive quantitative method with a case study approach. Primary data was collected through direct observation in the field to obtain the cycle time of the Sany SY500H excavator and the Tonly TL849 dump truck, road conditions, and work obstacles. Secondary data includes tool specifications and company profiles. The data was analyzed by calculating productivity, work efficiency, and Match Factor. The results of the analysis showed that the productivity of loading excavation equipment was 310.83 tons/hour and transportation equipment was 208.40 tons/hour. A Match Factor value of 0.67 indicates an imbalance where the transport equipment is working 100% while the idle loading tool is waiting. The overall work efficiency is only 76%. The main inhibiting factors are the uphill and muddy ± 1.4 km hauling road conditions and the single back-up loading pattern. The findings of this study recommend the need to add transportation units, improve road infrastructure, and optimize operating patterns to improve work harmony, efficiency, and achievement of production targets.

Keywords: Productivity of Excavating Equipment, and Means of Transport, Mining, Coal

PENDAHULUAN

Batubara merupakan sumber energi terpenting yang banyak dimanfaatkan untuk pembangkitan listrik bahkan hampir setengah konsumsi batubara domestik dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik (IEA, 2022; World Bank, 2021), selain dimanfaatkan juga sebagai sumber energi utama dalam mendukung operasional kegiatan industri (Kharina et

al., 2022). Keberadaan batubara masih diandalkan sebagai modal dasar pembangunan yaitu sebagai sumber energi utama untuk penyediaan listrik dan penghasil devisa negara (Sari & Huda, 2019; Susanti et al., 2020). Kondisi tersebut dapat dilihat dari infrastruktur energi di Indonesia yang sebagian besar terdiri dari pembangkit listrik berbahan bakar batubara, yang menyediakan sekitar 60% dari kapasitas pembangkit listrik nasional (Dutu, 2016; Pahlevi, 2024).

PT LCL merupakan kontraktor yang bergerak dalam bidang penambangan dimana umumnya menjalin kerjasama dengan owner perusahaan lain yang memiliki Izin Usaha Pertambangan (IUP) (Saputra & Abdullah, 2019). Perusahaan ini memiliki kegiatan di wilayah IUP milik PT. MPC sebagai kontraktor pengupasan *overburden* dan *coal getting* (Rifai, 2021). Umumnya setelah proses *coal getting*, akan melakukan *hauling* ke area *dump station* milik GHEMMI yaitu sebagai bahan bakar PLTU perusahaan tersebut (Hasan, 2022; Kecojovic & Komljenovic, 2021; Zhang et al., 2021).

Produksi adalah hal utama pada tahapan bidang usaha pertambangan (Prasmoro & Hasibuan, 2018; Satriawan, 2021). Tahapan dalam proses penambangan batubara ada pula yang berperan penting dalam menentukan kelangsungan usaha pertambangan yaitu pengolahan batubara (Nurzulla, 2020). Menurut Rahman (2022), produktivitas merupakan serangkaian kegiatan yang dibutuhkan dalam mencapai target produksi yang optimal pada aktivitas alat berat. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi nilai dari produktivitas alat seperti jam kerja, jam operasional alat, waktu edar alat, ukuran mangkuk (*bucket*) alat muat, faktor pengisian mangkuk (*bucket fill factor*), efisiensi kerja, serta faktor pengembangan (*swell factor*).

Penelitian terdahulu oleh Nurzulla (2020) menekankan pentingnya pengolahan batubara dalam menentukan kelangsungan usaha pertambangan, sementara Rahman (2022) mengidentifikasi berbagai faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat seperti jam kerja, waktu edar, dan efisiensi kerja. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan analisis produktivitas dan keserasian kerja alat secara spesifik di lokasi PT LCL, dengan mempertimbangkan kondisi operasional yang unik seperti kondisi front penambangan, jalan angkut, dan pola pemuatan yang diterapkan.

Penelitian ini mengambil judul tentang produktivitas alat diharapkan dapat memahami dan mengetahui produktivitas alat dalam proses pengangkutan batubara di PT Lematang Coal Lestari (LCL) yang optimal.

Penelitian ini berfokus pada analisis produktivitas alat gali muat dan alat angkut dalam kegiatan pengangkutan batubara di PT Lematang Coal Lestari (LCL), dengan batasan masalah meliputi evaluasi produktivitas alat, nilai keserasian kerja, efisiensi kerja, serta identifikasi faktor penghambat produktivitas dari front penambangan hingga *dump station* (Ristić et al., 2020; Ramadhani et al., 2022). Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis produktivitas alat gali muat dan alat angkut, mengetahui nilai keserasian kerja antara keduanya, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas alat selama proses pengangkutan batubara (Shukla et al., 2019; Kumi-Boateng & Meider, 2021). Manfaat penelitian dibagi menjadi dua aspek, yaitu secara teoritis untuk memperkaya pemahaman dan pengetahuan mengenai analisis produktivitas alat yang dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa dan pihak terkait (Akbar & Isniarno, 2023; Andi, 2019), serta secara praktis untuk memberikan masukan bagi perusahaan dalam meningkatkan efisiensi dan pencapaian target produksi di masa mendatang (Abdelrahman et al., 2020; Zhang et al., 2021).

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Penelitian kuantitatif digunakan untuk mengukur dan menganalisis data numerik seperti *cycle time*, produktivitas, efisiensi, dan *match factor*. Sementara itu, pendekatan studi kasus diterapkan untuk menganalisis secara mendalam dan komprehensif performa alat

mekanis pada kasus spesifik di lokasi penambangan batubara PT Lematang Coal Lestari (LCL).

Observasi Lapangan

Tujuan dari observasi lapangan, bertujuan untuk pengumpulan data yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir. Data yang dapat kumpulkan berupa data primer dan sekunder.

Pengambilan data

Berikut data primer dan sekunder yang dibutuhkan:

1. Data primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti atau pengumpul data dari sumber aslinya. Data primer dapat berupa:

- a. Data *cycle time* alat gali muat
- b. Data *cycle time* alat angkut
- c. Kondisi *area front* jalan angkut batubara
- d. Jumlah alat gali muat dan alat angkut kegiatan *hauling* batubara

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan oleh orang lain atau lembaga lain bukan oleh peneliti itu sendiri. Data sekunder dapat berupa:

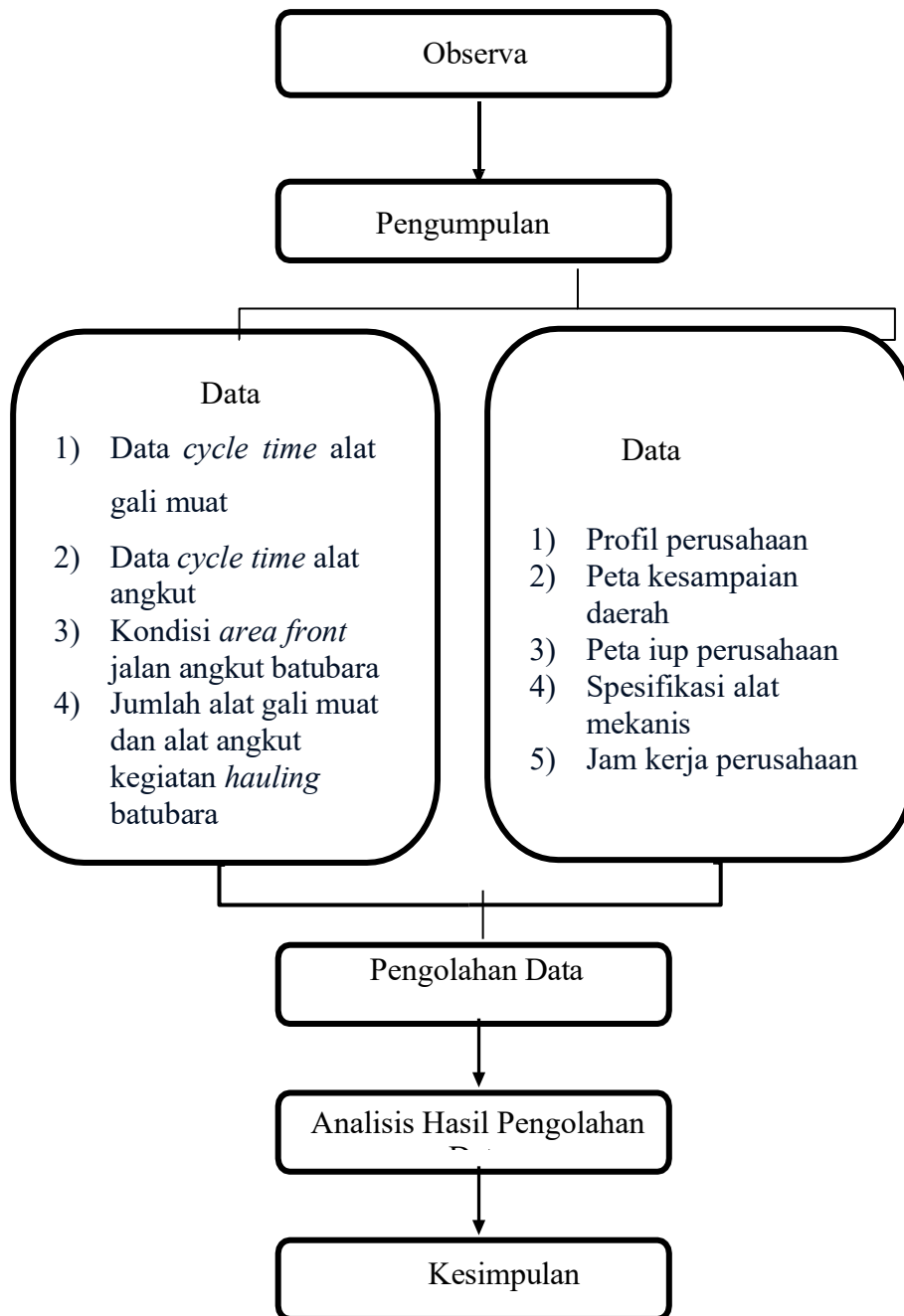
- a. Profil perusahaan
- b. Peta kesampaian daerah
- c. Peta iup perusahaan
- d. Spesifikasi alat mekanis
- e. Jam kerja perusahaan

Lokasi Dan Waktu Kegiatan Penelitian

Rencana pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di PT Lematang Coal Lestari (LCL) berlokasi di gunung raja, kecamatan rambang niru, kabupaten muara enim, sumatera selatan. Dan rencana kegiatan dilakukan selama 1 bulan lebih, dimulai 15 April – 02 Juni pada 2025.

Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ini adalah struktur kegiatan penelitian dari tahapan observasi, pengumpulan data, pengolahan data, analisis hasil data, dan kesimpulan. untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Gambar 1.1 sebagai berikut.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
Sumber: Penulis (2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Analisis produktivitas alat gali muat dan alat angkut bertujuan untuk mengetahui hasil dari perhitungannya. Dimana hasil ini untuk menunjukkan produktivitas alat di PT Lematang Coal Lestari (LCL) sudah optimal atau belum. Sehingga hal ini bisa untuk dijadikan evaluasi bagi perusahaan untuk memenuhi target produksi. Kegiatan pemuatan dan pengangkutan menggunakan excavator sany sy500h dengan kapasitas bucket 2,5 m³ dan dump truck tonly tl849 dengan kapasitas vessel 20 m³. Agar mengetahui dan memperkirakan produktivitas dari kedua alat mekanis ini, maka dapat melakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan 3.1 dan 3.2.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di PT Lematang Coal Lestari (LCL), terdapat waktu edar alat gali muat excavator Sany SY500H yang memiliki 4 siklus terdiri dari waktu *digging time*, *swing load time*, *dumping time*, dan *swing empty time*. dan waktu edar alat angkut *dump truck* Tonly TL859R dengan 6 siklus yang terdiri dari manuver kosong, *loading*, *hauling* isi, manuver isi, *dumping*, *hauling* kosong. Berdasarkan data waktu edar yang telah didapat maka di lakukanlah perhitungan seperti berikut:

Cycle Time Alat Gali Muat Excavator Sany SY500H

Cycle time alat gali muat dapat dihitung dengan menggunakan rumus seperti yang telah dijelaskan pada rumus 3.6. berikut adalah perhitungan parameter distribusi frekuensi *cycle time* alat gali muat dalam (detik).

Jumlah data (n)	= 30
Minimum	= 17,55
Maximum	= 19,48
Jumlah kelas	= $1 + 3,3 \log n$
Jumlah kelas	= 5,87 → 6
Interval kelas	= $\frac{\text{Maksimum} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah Kelas}}$
Interval kelas	= 0,32

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Cycle Time Alat Gali Muat

Kelas	Frekuensi (fi)	persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
17,55 – 17,87	3	10,00%	17,71	53,13
17,88 – 18,20	3	10,00%	18,04	54,12
18,21 – 18,53	14	46,67%	18,37	257,18
18,54 – 18,86	4	13,33%	18,7	74,80
18,87 – 19,19	3	10,00%	19,03	57,09
19,20 – 19,52	3	10,00%	19,36	58,08
Total	30	100,00%	111,21	554,40

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned}
 \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\
 &= \frac{554,40}{30} \\
 &= 18,48 \text{ (s)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa *cycle time* alat gali muat yaitu 18,48 detik. Untuk data parameter frekuensi *cycle time* alat gali muat selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A.

Cycle Time Alat Angkut Tonly Tl849

Waktu edar (*cycle time*) alat angkut dalam perhitungannya dapat menggunakan rumus

sebagaimana telah dijelaskan pada rumus 3.7 berikut merupakan perhitungan parameter *cycle time* alat angkut (menit).

Jumlah data (n)	= 30
Minimum	= 13,64
Maximum	= 15,57
Jumlah kelas	= $1 + 3,3 \log n$
Jumlah kelas	= 5,87 $\square$ 6
Interval Kelas	= $\frac{\text{Maksimum} - \text{Minimum}}{\text{Jumlah kelas}}$
Interval kelas	= 0,32

Tabel 2. Distribusi Frekuensi *Cycle Time* Alat Angkut

Kelas	Frekuensi (fi)	persentase	Nilai tengah (xi)	fi*xi
13,64 – 13,96	4	13,33%	13,8	55,20
13,97 – 14,29	3	10,00%	14,13	42,39
14,30 – 14,62	4	13,33%	14,46	57,84
14,63 – 14,95	8	26,67%	14,79	118,32
14,96 – 15,28	8	26,67%	15,12	120,96
15,29 – 15,61	3	10,00%	15,45	46,35
Total	30	100,00%	87,75	441,06

Sumber: Penulis, 2025

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata} &= \frac{fi \times xi}{n} \\ &= \frac{441,06}{30} \\ &= 14,70 \text{ (Si)} \\ &= 882 \text{ (S)} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas disimpulkan bahwa *cycle time* alat angkut yaitu 882 detik. Untuk data parameter frekuensi *cycle time* alat angkut lebih lengkap dapat di lihat pada Lampiran B.

Efisiensi Kerja

PT Lematang Coal Lestari (LCL) menetapkan waktu kerja karyawan dengan 3 shift kerja perharinya. Dimana kegiatan operasi produksi dilakukan dari hari senin sampai hari minggu atau setiap hari. berdasarkan waktu kerjanya berikut dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 3. Waktu Kerja Karyawan

<i>Shift 1</i>		
Jadwal	Keterangan	Waktu/jam
07.00 – 12.00	Waktu kerja	5
12.00 – 13.00	Waktu istirahat	1
13.00 – 15.00	Waktu kerja	2
<i>Shift 2</i>		
Jadwal kerja	Keterangan	Waktu/jam
15.00 – 18.00	Waktu kerja	3
Jadwal kerja	Keterangan	Waktu/jam
18.00 – 19.00	Waktu istirahat	1
19.00 – 23.00	Waktu kerja	4

Shift 3		
Jadwal kerja	Keterangan	Waktu/jam
23.00 – 04.00	Waktu kerja	5
04.00 – 05.00	Waktu istirahat	1
05.00 – 07.00	Waktu kerja	2
Total keseluruhan waktu jam kerja		21

Sumber: Wahyu Santoso, 2025

Waktu yang tersedia untuk operasi kegiatan penambangan adalah 21 jam/harinya. Untuk hari jumat, jam istirahat siang dimulai dari jam 11.00 sampai 13.00 WIB sehingga jam kerja berkurang menjadi 20 jam. Perhitungan berikut untuk menunjukkan rata-rata jam efektif menjadi:

$$\begin{aligned}
 \text{Jam Tersedia} &= \frac{(21 \text{ jam} \times 6 \text{ hari}) + (20 \text{ jam} \times 1 \text{ hari})}{7 \text{ hari/minggu}} \\
 &= \frac{126 \text{ jam/minggu} + 20 \text{ jam/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}} \\
 &= 20,86 \text{ jam} \rightarrow 1.251,6 \text{ menit/hari}
 \end{aligned}$$

Efisiensi kerja pada alat gali muat dan alat angkut dapat diketahui dengan mengetahui hambatan apa saja yang dapat mempengaruhi efisiensi kerja. Jika efisiensi kerjanya rendah maka produktivitas alat juga menjadi kurang optimal. Total waktu kerja dalam 3 shift adalah 21 jam perharinya. Sedangkan jika ditotalkan untuk 1 bulan waktu yang tersedia untuk produksi adalah 625,8 jam /bulannya dimana seharusnya waktu tersebut bisa dimanfaatkan dengan semaksimal mungkin. Waktu hambatan pada PT Lematang Coal Lestari (LCL) dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini

Tabel 4. Hambatan yang Terjadi di Lapangan

Hambatan	Aktual 1 shift Si)	
Hambatan yang dapat dihindari		
Keterangan	Menit	
Keterlambatan bekerja	15	
Istirahat lebih lama	10	
Hambatan yang dapat dihindari		
Keperluan operator	6	
Terlalu awal istirahat	15	
Total A	46 menit	
Hambatan yang tidak dapat dihindari		
Keterangan	Menit	
Pengisian <i>fuel</i>	15	
Hujan	40	
<i>Safety talk</i>	5	
P2H	10	
Perbaikan <i>front</i> kerja	25	
Total B	(40 Si/hujan + 25 Si/perbaikan <i>front</i> kerja) = 65 menit Jadi, 30 total B + 65 menit	
Total seluruhnya	46 total A + 30 total B = 76 total keseluruhan + 65 menit = 131	

Sumber: Penulis, 2025

$$\text{waktu kerja efektif} = 1.251,6 - 76 \text{ total A} / \text{total B} \times 3 \text{ shift}$$

$$= 1.251,6 - (228 \text{ total A dan B/ } 3\text{shift} + 65 \text{ menit total B})$$

$$= 1.251,6 - 293$$

$$= 958,6 \square 15 \text{ jam/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi kerja} &= 1.003,6/1.251,6 \times 100\% \\ &= 76\% \end{aligned}$$

Berarti dalam satu hari bekerja waktu efektifnya sekitar 958,6 menit atau 15 jam/hari dan efisiensi kerja adalah 76 %

Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas *excavator* Sany Sy500h dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut.

Diketahui:

$$C_{tm} = 18,48 \text{ detik (tabel 4.1)} \quad C_b = 2,5 \text{ m}^3 \text{ (lampiran C)} \quad F_f = 0,85 \text{ (lampiran E)}$$

$$S_f = 0,76 \text{ (lampiran F)}$$

$$E_f = 0,76$$

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

dari hasil perhitungan yaitu:

$$Q_m = \left(\frac{3600}{18,48} \right) \times 2,5 \times 0,85 \times 0,76 \times 1,3$$

$$Q_m = 310,83 \text{ ton/jam}$$

$$Q_m/\text{hari} = 310,83 \times 15 \text{ jam/hari} \quad Q_m/\text{hari} = 4.662,45 \text{ ton/hari}$$

$$Q_m/\text{bulan} = 4.662,45 \times 30 \text{ hari} \quad Q_m/\text{bulan} = 139.873,5 \text{ ton/bulan}$$

Hasil dari analisis menunjukkan bahwa produktivitas *excavator* Sany SY500H untuk batubara dengan densitas $1,3 \text{ ton/m}^3$ yaitu 319,01 ton/jam. Target produksi bulanan perusahaan adalah 150.000,0 ton/bulan. Hal ini menunjukkan bahwa produktivitas alat gali muat masih belum memenuhi target bulan perusahaan. Hal ini dipengaruhi oleh efisiensi kerja yang masih rendah sehingga produktivitasnya belum optimal.

Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

perhitungan produktivitas *dump truck* Tonly T1849 dapat dicari sebagai berikut.

Diketahui:

$$C_{ta} = 882 \text{ detik (4.2)}$$

$$C_v = 20 \text{ m}^3 \text{ (lampiran D)}$$

$$F_f = 0,85 \text{ (lampiran E)}$$

$$S_f = 0,76 \text{ (lampiran F)}$$

$$E_f = 0,76$$

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

dari hasil perhitungan yaitu:

$$Q_{ta} = \frac{3600 \times 20 \times 0,76 \times 0,85 \times 0,76 \times 1,3}{882}$$

$$Q_{ta} = 52,10 \text{ ton/jam} \times 4 \text{ unit}$$

$$Q_{ta} = 208,40 \text{ ton/jam}$$

$$Q_{ta}/\text{hari} = 208,40 \times 15 \text{ jam/hari}$$

$$Q_{ta}/\text{hari} = 3.126,00$$

$$Q_{ta}/\text{bulan} = 3.126,00 \times 30 \text{ hari} \quad Q_{ta}/\text{bulan} = 93.780,00 \text{ ton/bulan}$$

hasil dari analisis produktivitas alat angkut untuk batubara dengan densitas $1,3 \text{ ton/m}^3$ adalah 208,40 ton/jam. dalam memenuhi target bulanan perusahaan, produktivitas alat angkut ini

menunjukkan belum memenuhi target produksi yang seharusnya targetnya adalah 150.000,0 ton/bulan.

Nilai Keserasian Kerja Antara Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Keserasian kerja suatu alat merupakan bagian penting dalam produksi terutama di pertambangan. Keserasian kerja alat ini bertujuan untuk mengetahui apakah alat *dump truck* sudah ideal dalam melayani 1 unit *excavator*. Hal ini karena dapat berpengaruh terhadap produktivitas alat tersebut waktu edar dibutuhkan untuk keserasian kerja alat.

Faktor keserasian atau match factor alat gali muat *excavator* Sany Sy500h dan alat angkut *dump truck* Tonly Tl849 dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.5 berikut perhitungannya.

Diketahui:

Nm = 1 unit

CTm = 18,48 detik (tabel 4.1)

CTa = 882 detik (tabel 4.2)

Na = 4 unit

n = 8 kali pengisian

dari hasil perhitungan yaitu:

$$Mf = \frac{Na \times n \times CTm}{Nm \times CTa}$$

$$Mf = \frac{4 \times 8 \times 18,48}{1 \times 882}$$

$$Mf = \frac{591,36}{882}$$

$$Mf = 0,67$$

Keserasian alat gali muat sany sy500h dengan alat angkut tonly tl849 didapat nilai 0,67 MF $\square$ 1 artinya adalah alat gali muat bekerja kurang dari 100% sedangkan alat angkut bekerja 100% hal ini disebabkan oleh kurangnya jumlah alat angkut untuk melayani 1 unit alat gali muat. Sehingga, menyebabkan waktu tunggu bagi alat gali muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.

Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengangkutan Batubara

Produktivitas alat gali muat dan alat angkut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya seperti kondisi front, jalan angkut, efisiensi kerja. Berikut penjelasan lebih lengkap faktor yang dapat mempengaruhi tersebut.

1. Kondisi Front Penambangan

Kondisi area *front* tentu dapat mempengaruhi kinerja dari alat gali muat dan alat angkut. Kondisi *front* yang baik seperti jalan angkut yang tidak berdebu saat kemarau dan tidak berlumpur saat hujan, maka alat mekanis dapat bekerja lebih optimal. Untuk mengatasi kondisi *front* saat di keadaan hujan seperti saat melakukan penelitian. Maka dilakukan perawatan jalan dengan menggunakan motor grader. Motor grader ini bertugas untuk meratakan area front yang bergelombang terutama untuk area jalan angkutnya, berlumpur dan licin akibat beban dari alat mekanis yang melintasinya, karena kondisi area *front* seperti ini dapat membahayakan operator saat mengemudi alat berat tersebut. dan pada saat memasuki musim kemarau maka dilakukan penyiraman secara berkala dengan menggunakan water truck di sepanjang jalan angkut. Untuk lebih lengkapnya motorgrader dapat dilihat pada lampiran 5.

2. Jalan Hauling Batubara

Dari hasil observasi diketahui panjang jalan angkut dari area loading point menuju area dump station jaraknya $\square$ 1,4 km dengan jumlah alat yang digunakan pada saat pengamatan adalah alat gali muat 1 unit yaitu excavator sany sy500h dan alat angkut dump truck tonly tl849

sebanyak 4 unit, serta kondisi jalan yang menanjak.

3. Pola Pemuatan

Pola pemuatan yang dilakukan, menggunakan pola pemuatan top loading. Dimana excavator menempatkan diri diatas material dan posisi dump trucknya berada dibawahnya untuk melakukan pengisian material ke dalam vessel dump truck. Metode ini digunakan agar operator dapat melakukan pemuatan material lebih cepat dan akurat sehingga dapat mengurangi waktu siklus pemuatan.

Selain itu pola alat gali muat menggunakan pola antrian single *back up*, dimana posisi alat angkut memposisikan hanya pada satu tempat baris saja sehingga *dump truck* menunggu untuk pemuatan yang dilakukan oleh excavator, setelah *dump truck* pertama sudah terisi penuh, *dump truck* selanjutnya mengambil tempat untuk melakukan pemuatan pada posisi yang sama dengan *dump truck* pertama tadi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis di front penambangan, dapat disimpulkan bahwa produktivitas alat gali muat excavator Sany SY500H mencapai 310,83 ton/jam (139.873,5 ton/bulan), sementara produktivitas alat angkut dump truck Tonly TL849 hanya sebesar 208,40 ton/jam (93.780 ton/bulan), sehingga keduanya belum mampu memenuhi target produksi perusahaan sebesar 150.000 ton/bulan akibat efisiensi kerja yang masih rendah yaitu 76%. Nilai keserasian kerja (Match Factor) sebesar 0,67 ($MF < 1$) mengindikasikan ketidakseimbangan kerja dimana alat gali muat hanya bekerja di bawah kapasitas optimal (kurang dari 100%) karena harus menunggu ketersediaan alat angkut yang justru beroperasi pada kapasitas penuh (100%), sehingga menimbulkan waktu tunggu yang mengurangi produktivitas keseluruhan. Faktor utama yang mempengaruhi rendahnya produktivitas ini adalah kondisi front penambangan dan jalan hauling batubara sejauh $\pm 1,4$ km dengan medan menanjak serta pola pemuatan single back up yang tidak optimal, sehingga diperlukan upaya perbaikan pada manajemen operasional dan kondisi infrastruktur untuk meningkatkan efisiensi dan mencapai target produksi.

REFERENSI

- Abdelrahman, A., Mohamed, A., & El-Hassan, M. (2020). Analysis of fuel consumption and greenhouse gas emissions in mining haul trucks. *International Journal of Mining Science and Technology*, 30(6), 781–789. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2020.07.008>
- Akbar, T. M., & Isniarno, N. F. (2023). Kajian pengaruh geometri jalan terhadap konsumsi bahan bakar alat angkut pada jalan tambang quarry batu andesit di PT Silva Andia Utama Desa Giri Asih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. *Bandung Conference Series: Mining Engineering*, 3(1), 194–202.
- Andi. (2019). *Optimalisasi produksi alat muat dan angkut di PT Bukit Asam Tbk* [Skripsi, Universitas Sriwijaya].
- Dutu, R. (2016). Challenges and policies in Indonesia's energy sector. *Energy Policy*, 98, 513–519. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.009>
- Hasan, H. (2022). The effect of road grade on dump truck fuel consumption. *SAE Technical Paper*, 2022-01-5030. <https://doi.org/10.4271/2022-01-5030>
- International Energy Agency. (2022). *Coal 2022: Analysis and forecast to 2025*. <https://www.iea.org/reports/coal-2022>
- Kecojevic, V., & Komljenovic, D. (2021). Impact of haul road conditions on mining truck fuel consumption and greenhouse gas emissions. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 35(8), 581–595. <https://doi.org/10.1080/17480930.2020.1840067>

- Kharina, A., Bansal, T., & Shearer, C. (2022). Indonesia's coal power transition: Assessing stranded asset risks and implications for energy policy. *Energy Reports*, 8, 2104–2115. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.073>
- Kumi-Boateng, B., & Meider, A. (2021). Evaluation of fuel consumption and haulage productivity of mining trucks in open-pit mines. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 38, 187–198. <https://doi.org/10.1007/s42461-020-00319-7>
- Nurzulla, K. S. (2020). *Evaluasi kinerja unit peremuk batubara* [Skripsi, Universitas Sriwijaya]. <https://repository.unsri.ac.id/>
- Pahlevi, M. A. (2024). Analisis kontribusi batubara dalam bauran energi nasional Indonesia. *Jurnal Energi dan Sumber Daya Mineral*, 15(1), 45–56.
- Prasmoro, A. V., & Hasibuan, S. (2018). Optimasi kemampuan produksi alat berat dalam rangka produktifitas dan keberlanjutan bisnis pertambangan batubara: Studi kasus area pertambangan Kalimantan Timur. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 10(1), 1–16.
- Rahman, A. S. (2022). *Analisa produktivitas alat gali-muat dan alat angkut dalam menangani penggalan overburden di PT Adaro Indonesia* [Skripsi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah].
- Ramadhani, A. D., Mustofa, A., & Melati, S. (2022). Optimalisasi fuel ratio alat gali muat dan alat angkut PT Borneo Alam Semesta. *Jurnal Himasapta*, 7(3), 157–160.
- Rifai, I. (2021). *Analisis konsumsi bahan bakar dump truck pada penambangan batu andesit PT Harmak Indonesia, Desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta* [Disertasi, UPN "Veteran" Yogyakarta].
- Ristić, V., Ignjatović, D., & Marinković, D. (2020). Productivity analysis of haulage equipment in surface mining. *Tehnika*, 75(2), 215–222. <https://doi.org/10.5937/tehnika2002215R>
- Saputra, A., & Abdullah, R. (2019). Analisis kontrak kerjasama antara pemegang IUP dan kontraktor dalam kegiatan penambangan batubara. *Jurnal Hukum dan Pertambangan*, 4(2), 101–110.
- Sari, D. P., & Huda, N. (2019). Coal utilization and its impact on Indonesia's energy security. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(6), 449–456. <https://doi.org/10.32479/ijeep.8362>
- Satriawan, D. D. (2021). Pengelolaan usaha pertambangan mineral dan batubara pasca berlakunya Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja. *Jurnal Esensi Hukum*, 3(2), 123–133.
- Shukla, A., Jain, R., & Tiwari, G. (2019). Influence of vehicle load and operating practices on fuel consumption in mining haul trucks. *Energy*, 181, 222–231. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.05.153>
- Susanti, E., Prasetyo, A., & Santosa, H. (2020). Coal-fired power plants and their contribution to Indonesia's electricity supply. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 469(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/469/1/012001>
- World Bank. (2021). *Indonesia economic prospects: Boosting the recovery*. World Bank Group. <https://documents.worldbank.org>
- Zhang, X., Wu, Q., & Luo, Y. (2021). Optimization of truck dispatching and fuel consumption in large-scale open-pit mines. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128057. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128057>