Jurnal Inovasi Global
Vol. 3, No. 9, September 2025
ISSN: 3032-2723; E-ISSN: 3031-0512
https://jig.rivierapublishing.id/index.php/rv/index

Evaluasi Efisiensi *Cycle Time* Terhadap Produktivitas Alat Angkut Dt 50 Pada Operasi *Hauling* Batubara PT. Kumala Bahtera Utama

Ahmad Rizki Hasibuan, Ridho Yovanda*, Syelly Eka Permatasari
Universitas Prabumulih, Indonesia
Email: ridhoyovanda18@gmail.com*

Abstrak:

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan efisiensi *cycle time* produksi pada kegiatan *hauling* menggunakan *Dump Truck* Shacman X3000 di PT. Kumala Bahtera Utama. *Cycle time* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus kerja *hauling*, mulai dari proses pemuatan, pengangkutan, pembongkaran muatan, hingga kembali ke titik awal. Penelitian dilakukan melalui observasi lapangan, pengumpulan data primer dan sekunder, serta analisis perbandingan antara *cycle time* aktual dengan rencana perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *cycle time* aktual mencapai 4 jam 59 menit, lebih tinggi dari rencana 4 jam per siklus. Rata-rata produktivitas aktual sebesar 8,65 ton/jam, berada di bawah target 13,25 ton/jam. Ketidakefisienan disebabkan oleh antrean saat pemuatan dan pembongkaran, waktu tunggu (*waiting time*), serta *lost time* seperti waktu istirahat dan pemeriksaan unit. Upaya perbaikan yang direkomendasikan meliputi pengaturan ulang jadwal rotasi unit, penerapan sistem antrean digital, optimalisasi layout jalur *hauling*, serta pemanfaatan teknologi *GPS* dan sistem monitoring waktu secara *real-time*. Simulasi tanpa hambatan menunjukkan potensi produktivitas hingga 20 ton/jam. Hasil ini menegaskan pentingnya pengelolaan waktu operasional untuk meningkatkan efisiensi dan pencapaian target produksi.

Kata Kunci: *Cycle time*, Produktivitas, Efisiensi, *Hauling*, Shacman X3000, PT Kumala Bahtera Utama.

Abstract:

This study aims to evaluate the efficiency of production cycle time in hauling activities using the Shacman X3000 Dump Truck at PT. Kumala Bahtera Utama. Cycle time is the time required to complete one hauling work cycle, starting from the loading, transporting, unloading, until returning to the starting point. The study was conducted through field observations, primary and secondary data collection, and comparative analysis between the actual cycle time and the company's plan. The results showed that the average actual cycle time reached 4 hours 59 minutes, higher than the planned 4 hours per cycle. The average actual productivity was 8.65 tons/hour, below the target of 13.25 tons/hour. Inefficiencies were caused by queues during loading and unloading, waiting time, and lost time such as rest time and unit inspections. Recommended improvements include rearranging the unit rotation schedule, implementing a digital queuing system, optimizing the hauling route layout, and utilizing GPS technology and a real-time time monitoring system. A smooth simulation showed a potential productivity of up to 20 tons/hour. These

results emphasize the importance of operational time management to improve efficiency and achieve production targets.

Keywords: *Cycle time, Productivity, Efficiency, Hauling, Shacman X3000, PT Kumala Bahtera Utama.*

PENDAHULUAN

Industri pertambangan batubara di indonesia terus maju dan berkembang dengan pesat, salah satunya dalam sektor transportasi dan logistik. Jalur *hauling* servo lintas raya di sumatera selatan menjadi urat nadi distribusi batubara dari berbagai perusahaan tambang menuju *stockpile* dan pelabuhan. Operasi *hauling* di jalur Servo memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi, Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi kegiatan *coal hauling*, di antaranya adalah sarana seperti alat muat dan alat angkut yang digunakan (Bąk, Turek, Bednarczyk, & Jonek-Kowalska, 2024). Faktor ini berkaitan dengan kapasitas produksi alat, jumlah unit yang dioperasikan, serta durasi waktu operasional kegiatan *coal hauling* (Bao, Wang, & Zhang, 2020). Selain itu, prasarana berupa kondisi jalan *coal hauling* juga turut memberikan pengaruh signifikan terhadap kelancaran proses pemindahan batubara tersebut (Ilham Triono M *et al*, 2020)

PT. Kumala Bahtera Utama (KBU) sebagai salah satu perusahaan mitra angkutan batubara di jalur Servo Lintas Raya bertanggung jawab untuk menjaga ketepatan waktu pengangkutan demi mendukung pencapaian target produksi klien Baxter, Jooste, & Webber-Youngman, 2018). Dalam kegiatan pengangkutan, perusahaan menggunakan beberapa alat angkut salah satunya *Dump Truck* 50 dengan seri Shacman X3000, Dengan kegiatan operasi *hauling* dan pencapaiaan target produksi, pengangkutan memegang peranan yang sangat penting. (Aprilliana *et al*, 2023).

Sasaran Produksi yang ditetapkan oleh perusahaan untuk produksi batubara adalah 53 Ton dengan waktu 4 jam peritase. Alat mekanis yang digunakan dalam pengangkutan penelitian ini yaitu DT 50 dengan seri Shacman X3000, Dalam penelitian didapatkan beberapa *tonase* sudah memenuhi *planing* namun masih belum memenuhi produktivitas. Setelah diketahui penyebabnya dapat ditentukan upaya-upaya untuk memperbaiki kegiatan produksi. Hasil yang diperoleh setelah diperbaiki dapat diambil kesimpulan agar sasaran produksi dan produktivitas yang ditetapkan tercapai (Dafa Ramadhan Muhammad *et al*, 2023). Permasalahan penelitian ini adalah tingginya *cycle time* aktual yang mencapai 4 jam 59 menit, menyebabkan produktivitas aktual hanya sebesar 8,65 ton/jam, jauh di bawah target (Batbayar, Takahashi, & Oyunbat, 2023; Nday, Lane, & Mkhatshwa, 2019).

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan PT. KBU untuk mengoptimalkan efisiensi operasional guna memenuhi komitmen pengiriman dan meningkatkan keuntungan. Inefisiensi waktu yang terjadi tidak hanya menyebabkan terhambatnya pencapaian target produksi tetapi juga meningkatkan biaya operasional dan mengurangi daya saing perusahaan.

Penelitian sebelumnya oleh Aprilliana *et al*. (2023) menganalisis produktivitas alat angkut pada kegiatan pengangkutan batubara, sementara Mardana, Triono Ilham *et al*. (2020) mengevaluasi kegiatan *coal hauling* untuk menunjang ketercapaian target produksi. Namun, kesenjangan penelitian yang ada adalah belum adanya evaluasi mendalam terhadap faktor-faktor spesifik penyebab inefisiensi *cycle time* dan produktivitas pada *Dump Truck* Shacman X3000 di jalur Servo Lintas Raya, khususnya yang dioperasikan oleh PT. KBU.

Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus evaluasi yang komprehensif terhadap setiap elemen waktu dalam *cycle time*, identifikasi penyebab *lost time* dan *waiting time* yang spesifik di lokasi penelitian, serta memberikan rekomendasi perbaikan berbasis teknologi seperti sistem antrian digital dan *GPS tracking* untuk memantau *cycle time* secara *real-time*.

Melalui penelitian ini, akan dilakukan pengamatan langsung terhadap aktivitas *hauling Dump Truck* PT. KBU untuk mengetahui waktu aktual setiap segmen dalam satu siklus *hauling*, mengevaluasi efisiensinya dibandingkan waktu ideal, serta memberikan rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan untuk meningkatkan produktivitas alat angkut *Dump Truck* 50 dengan seri Shacman X3000.

Batasan masalah pada penelitian ini hanya mengevaluasi efisiensi *cycle time* terhadap produktivitas pada *Dump Truck* 50 Shacman X3000 yang dilakukan pada *site* Servo Lintas Raya Km 36 di Kabupaten Pali. Adapun Tujuan penulis dalam penelitian ini tentang Mengevaluasi dan efisiensi *cycle time* produksi pada operasi *hauling* yang dilakukan pada PT. Kumala Bahtera Utama yang bertujuan untuk mencapai beberapa hal sebagai berikut: Mengevaluasi produktivitas *Dump Truck* 50 dengan seri Shacman X3000 dalam kegiatan *hauling* PT. Kumala Bahtera Utama. Mengidentifikasi faktor-faktor penyebab inefisiensi produktivitas dalam proses *hauling*. Mengetahui upaya perbaikan efisiensi waktu alat angkut DT 50 Shacman X3000.

Manfaat yang didapat dari penelitian ini antara lain: Dapat menambah wawasan dan pengetahuan tentang permasalahan *cycle time* yang terjadi pada proses kegiatan *hauling* di PT. Kumala Bahtera Utama *site* Servo lintas raya.

Dapat menjadi dokumen dan sumber informasi bagi pembaca mengenai *cycle time* produksi *Dump Truck* 50 dengan seri Shacman X3000 dan memberikan solusi dan saran kepada Perusahaan tentang *cycle time* pada proses kegiatan *hauling*.

METODE

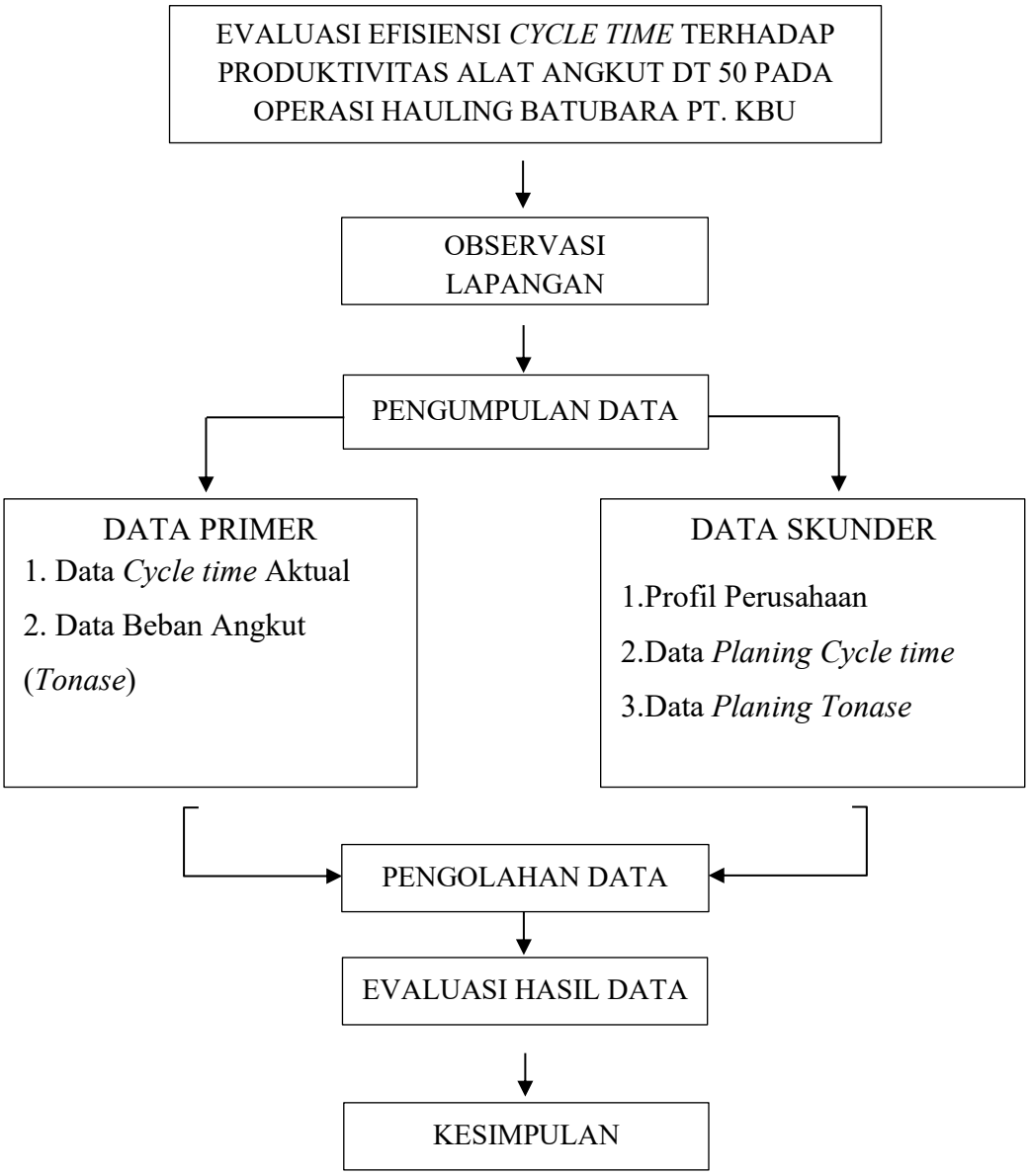
Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual dari *cycle time* kegiatan *hauling* serta mengevaluasi efisiensinya dibandingkan dengan standar perencanaan yang ditetapkan perusahaan. Data yang dikumpulkan berasal dari pengamatan langsung dan dihitung menggunakan metode matematis untuk memperoleh nilai produktivitas dan efisiensi.

Penelitian dilakukan di jalur *hauling* PT. Kumala Bahtera Utama, tepatnya di kawasan Servo Lintas Raya Km 36 Kabupaten PALI sampai dengan Km 0 Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. Waktu pengambilan data dilakukan selama bulan Mei 2025 dengan 20 siklus pengamatan.

Metode yang penulis gunakan untuk mengambil data yang dibutuhkan untuk penelitian ini adalah Observasi lapangan yang mana Pengamatan langsung Terhadap aktivitas *hauling* pada *Dump Truck* Shacman X3000 untuk mendapatkan data *cycle time* dan surat Detail Orderan (DO). Selanjutnya pengambilan data. Data-data yang dibutuhkan diantatranya Data primer adalah informasi yang dikumpulkan secara langsung dari responden melalui observasi di lapangan. Data penelitian tersebut Pengukuran Waktu *Cycle time*. Data Beban Angkut (*Tonase*). Serta Data sekunder adalah data yang didapat dilapangan yang pada dasarnya sudah ada. Data ini bisa didapat baik dari sumber berupa literatur atau dari instansi yang terkait diperusahaan. Data sekunder tersebut:

Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dari kegiatan penelitian yang dilakukan disesuaikan dengan tahapan dari penelitian. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Peneliti
Sumber: Penulis, 2025

Hasil dan Pembahasan

Evaluasi Produktivitas *Dump Truck* 50

Dalam konteks *hauling* pada PT. Kumala Bahtera Utama produktivitas *Dump Truck* dapat dihitung berdasarkan *tonase* material yang diangkut per satuan

waktu. Produktivitas dibedakan menjadi dua, yaitu produktivitas rencana (*plan*) dan produktivitas aktual.

1. Produktivitas *Plan*

Produktivitas rencana (*plan*) disusun berdasarkan asumsi waktu kerja ideal, *cycle time* yang stabil, dan tidak adanya hambatan teknis maupun operasional. *Plan* ini telah di tentukan oleh pihak Perusahaan pada *Dump Truck* 50 dengan *planning tonase* 53 ton setiap ritase. Sementara itu untuk ritasenya 6 ritase/hari dengan waktu *cycle time* 4 jam per ritase. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 Produktivitas *plan* berikut :

Tabel 1. Produktivitas *Plan*

Plan Tonase	**Waktu**	**Produktivitas *Plan***
53 Ton	4:00:00 Jam	13,25 Ton

Sumber: Penulis, (2025)

Dari data diatas di dapatkan bahwa produktivitas *plan* DT 50 PT. Kumala Bahtera Utama adalah 13,25 ton/jam.

2. Produktivitas Aktual

Produktivitas aktual merupakan data yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di lapangan. Dihitung dari jumlah *tonase* aktual yang berhasil diangkut dikali dengan efisiensi dan factor koreksi dibagi waktu kerja aktual. Data *tonase*, waktu, produktivitas aktual di perhitungan dapat dilihat pada tabel dilampiran, Sehingga didapatkan hasil pada tabel 2 Produktivitas Aktual berikut:

Tabel 2. Produktivitas Aktual

***Tonase* Aktual**	**Waktu Aktual**	**Produktivitas Aktual**
53,49	4 :59:13 Jam	8,65 Ton

Sumber: Penulis, (2025)

Dari data di atas, Rata-rata *tonase* aktual adalah 53,49 ton, menunjukkan bahwa unit DT 232 mampu melampaui kapasitas nominal dari *planning*, namun melihat Fluktasi pada data mencerminkan ketidak konsistenan dalam produktivitas yang menandakan adanya potensi inefisiensi dalam operasional *hauling* terutama pada waktu dan produktivitasnya (Chen, Liu, & Wang, 2023).

3. Perbandingan Data *Plan* Dan Aktual

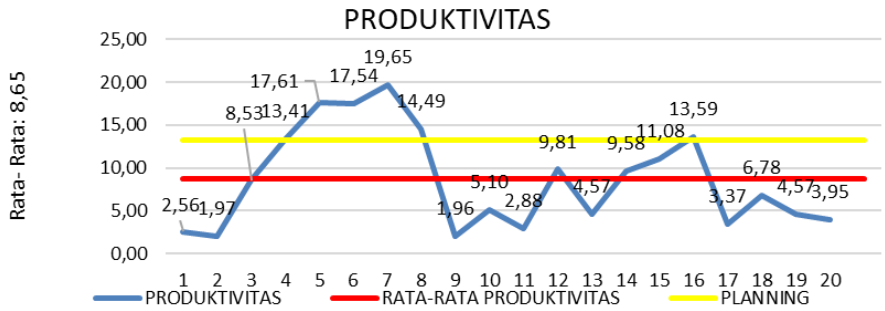
Perbandingan Data *Plan* dan Aktual menunjukan bahwa target produksi pada PT. Kumala Bahtera Utama masih belum terpenuhi. Faktor utamanya berada pada *cycle time* yang masih tinggi. *Cycle time* sangat berperan penting pada tahap produksi dengan alat angkut. Data perbandingan dapat dilihat pada Tabel 3 Perbandingan Data *Plan* dan Aktual berikut:

Tabel 3. Perbandingan Data *Plan* dan Aktual

Keterangan	Data *Plan*	Data Aktual
Produktivitas	13,25 ton/jam	8,65 Ton / Jam
Waktu siklus	4 jam	4 jam 59 Menit 13 Detik

Sumber: Penulis, (2025)

Data diatas menunjukan waktu per ritase aktual berada di 4 jam 59 menit berbanding dengan data *plan* 4 jam (Haultrax Technology, 2022). Waktu ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya waktu antrian yang Panjang, baik antri muat maupun antri dumping serta waktu *lose time*. Dengan meningkatkan *cycle time* dan waktu kerja efektif maka produktivitas juga akan meningkat. Data Perbandingan dapat dilihat Pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik Perbandingan Produktivitas
Sumber: Penulis, (2025)

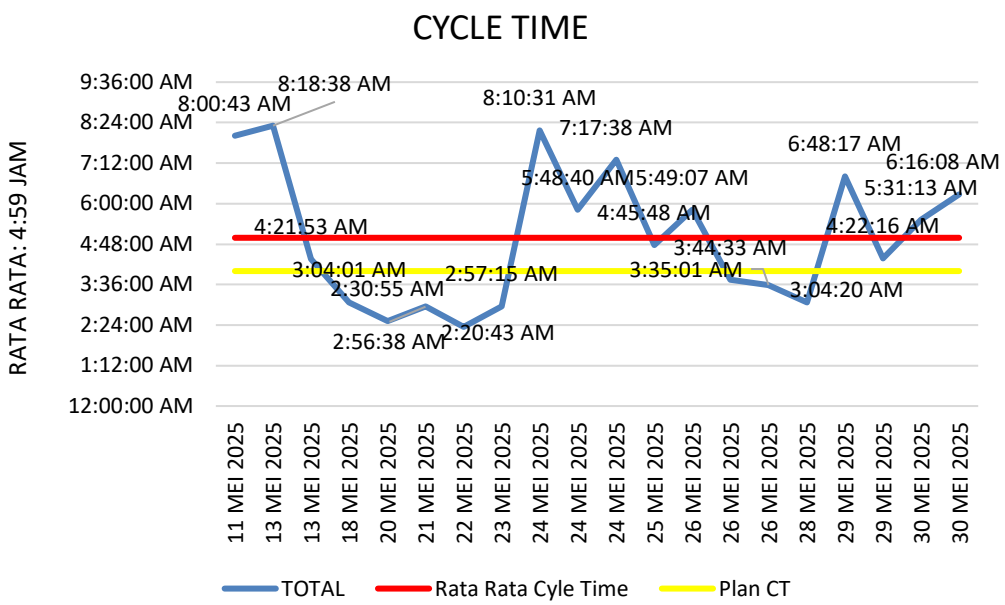
Grafik produktivitas aktual Shacman X3000 diatas menunjukan kinerja *hauling* dalam 20 sampel pengamatan. belum bisa mencapai target perusahaan

dikarenakan terhambat oleh waktu edar (*cycle time*) yang masih tinggi. Rata-rata produktivitas selama pengamatan adalah 8,65 ton/jam dengan demikian target aktual belum terpenuhi selisih antara 4,85 ton/jam lebih rendah dari rencana yang berada pada pada 13,25 ton/jam. Produktivitas tertinggi terjadi pada data ke tujuh dengan 19,7 ton/jam, jauh di atas target. Produktivitas terendah terjadi pada data kedua dengan 2,0 ton/jam (SPb-Giproshaht Consulting, 2024). Data kesembilan dan kesepuluh menunjukkan fluktasi yang mengindikasikan unit dengan antrean parah. Hanya 6 dari 20 data yang produktivitasnya memenuhi atau melampaui target menunjukkan adanya potensi inefisiensi dan perlu tindakan korektif lebih lanjut (Stević, Bašić, Moslem, & Zhong, 2024). Ketidak stabilan produktivitas ini berkorelasi erat dengan hasil evaluasi *cycle time*.

Produktivitas tinggi umumnya terjadi saat waktu tempuh dan antrean rendah. Sebaliknya, penurunan produktivitas berkaitan dengan antrean, *waiting time*, dan *lost time* yang tinggi. Oleh karena itu, evaluasi menyeluruh terhadap elemen-elemen waktu dalam *cycle time* sangat penting untuk mencapai target produktivitas secara konsisten (Kamrani, Topal, & Xu, 2025).

Identifikasi Penyebab Produktivitas Kurang Optimal

Cycle time merupakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus kerja *hauling*, mulai dari antri muatan, manuver, pengisian muatan, menuju port, antri bongkar, bongkar muatan, hingga kembali ke lokasi awal. Evaluasi *cycle time* harian *Dump Truck* (DT) 50 seri Shacman X3000 dilakukan untuk mengetahui efisiensi aktivitas *hauling* di PT. Kumala Bahtera Utama selama bulan Mei 2025. Dari hasil pengolahan data, total *cycle time* harian menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup signifikan. Berdasarkan grafik tren total *cycle time*, Waktu *cycle time* tertinggi terjadi pada tanggal 13 Mei dan 24 Mei 2025, yaitu mencapai lebih dari 8 jam, Sedangkan waktu *cycle time* terendah terjadi pada tanggal 22 Mei 2025, yaitu sekitar 2,4 jam. Grafik *cycle time* dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut:

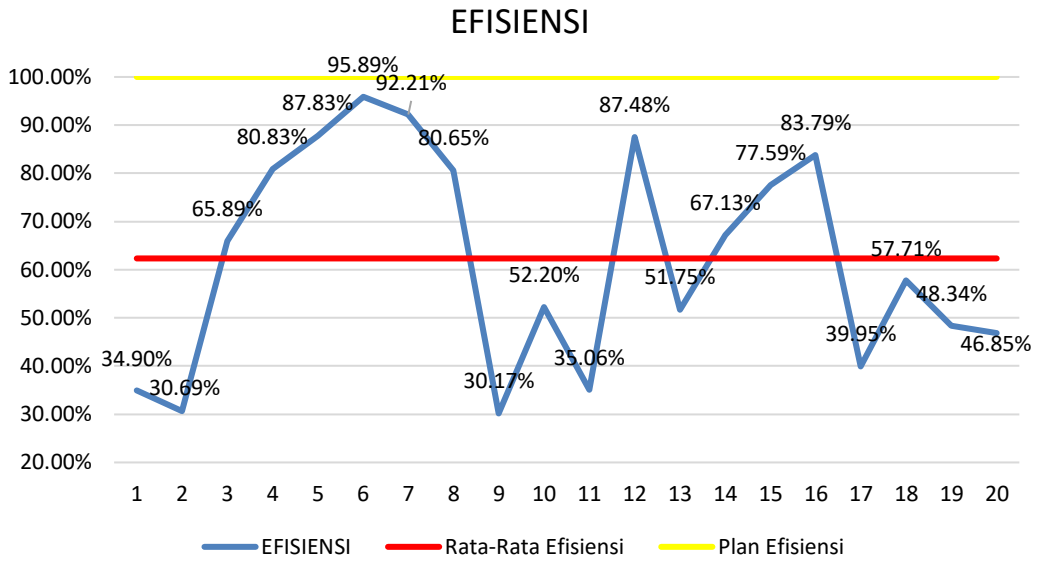


Sumber: Penulis, (2025)

Gambar 3. Grafik *Cycle time*

Berdasarkan analisis data perelemen waktu dalam siklus *hauling* di PT. Kumala Bahtera Utama beberapa faktor utama penyebab inefisisensi adalah:

1. Antrean Loading pada tanggal 13, 24, 29 Mei 2025 masing-masing mencapai lebih dari 1,5 jam, sedangkan untuk antrean dumping sangat signifikan pada tanggal 13 dan 24 Mei 2025, Hal ini menunjukan adanya bottlneck pada titik-titik transfer material, Baik saat pengisisan maupun pembongkaran muatan, hal ini dapat dipengaruhi oleh waiting *plan* produk batubara serta antrian dari banyaknya partai pada jalur Servo Lintas Raya.
2. Beberapa data mengalami *lose time* yang tinggi seperti tanggal 24 dan 30 mei 2025 dengan durasi 30 menit hingga 1 jam. *Lose time* ini berasal dari waktu istirahat dan cek tire pada unit 232. Berikut data efisiensi dari *tonase* dan *cycle time* yang telah dibuat dalam bentuk grafik, dapat dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini:



Sumber: Penulis, (2025)

Gambar 4. Grafik Efisiensi

Efisiensi operasional *hauling* dihitung berdasarkan perbandingan waktu kerja efektif terhadap total waktu kerja dalam satu siklus *hauling*. Grafik efisiensi harian menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup besar selama 20 kali pengamatan. Fluktuasi efisiensi mencerminkan bahwa proses *hauling* belum berjalan secara konsisten dan optimal. Perlu peningkatan dalam pengendalian waktu tidak produktif dan penguatan monitoring lapangan agar efisiensi tetap terjaga dalam kisaran ideal (Yang & Zhen, 2025).

Upaya Perbaikan Efisiensi

Berdasarkan hasil evaluasi dan identifikasi penyebab inefisiensi dapat direkomendasikan beberapa perbaikan yang dapat dilihat pada Tabel 4.4 Upaya Perbaikan Efisiensi sebagai berikut:

Tabel 4. Upaya Perbaikan Efisiensi

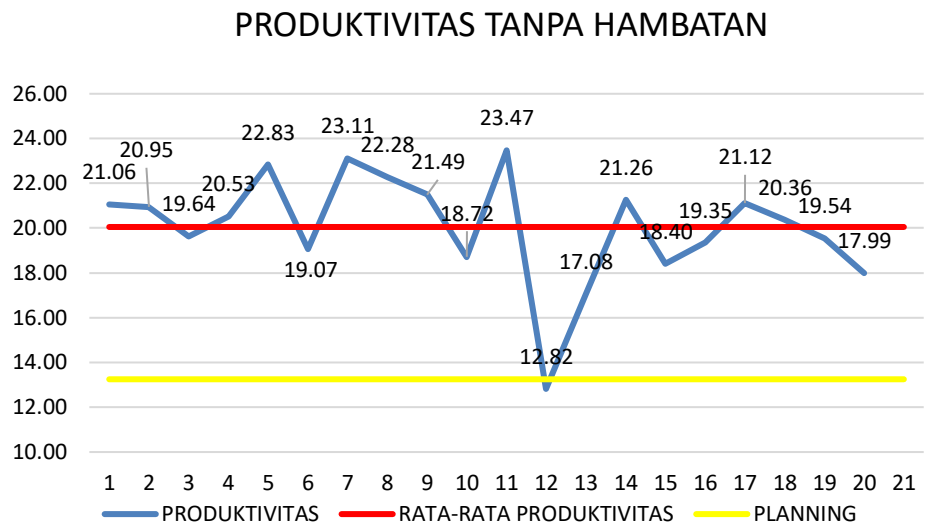
NNo	Aspek Perbaikan	Rekomendasi
11.	Manajemen Lalu lintas *Hauling* terutama pada antrian AMP.	Pengaturan jadwal rotasi serta mengupdate sistem antrian yang telah usang dimakan zaman menjadi sistem antrian berbasis *RFID* maupun aplikasi.

NNo	Aspek Perbaikan	Rekomendasi
22.	Waktu tunggu atau menunggu instruksi dumping.	Menempatkan pengatur lapangan,untuk membagi zona dumping antara partai dan jenis alat angkut agar mengurangi atau menghilangkan waktu antrian.
33.	*Lose time* atau waktu hilang.	Pemeriksaan harian unit dengan jadwal *preventiv* dan melakukan batas jadwal istrahat bagi para driver.
44.	Jadwal operasi dan rotasi unit	Penggunaan *GPS* pada unit untuk langsung memantau *cycletime*
55.	Tata letak antrian AMP dan loading.	Evaluasi ulang layout dan pengoptimalan jalur *hauling*.

Sumber: Penulis, (2025)

Berdasarkan hasil diatas terhadap operasi *hauling*, ditemukan beberapa aspek yang memengaruhi efisiensi *cycle time*. Salah satu permasalahan utama adalah manajemen lalu lintas di area AMP, khususnya pada saat terjadi antrian. Sistem antrian manual yang digunakan saat ini tidak lagi efektif dan perlu diperbarui dengan teknologi seperti *RFID* atau aplikasi berbasis digital untuk mempercepat rotasi armada (Pathan, Khan, & Ahmed, 2025). Selain itu, waktu tunggu saat dumping juga menjadi penyumbang signifikan terhadap keterlambatan. Hal ini dapat diatasi dengan pengaturan zona dumping berdasarkan jenis alat dan partai, serta penempatan pengatur lapangan yang bertugas mengarahkan lalu lintas dumping secara r*eal-time*. Permasalahan lain seperti *lose time* juga teridentifikasi, yang dapat dikurangi melalui pemeriksaan unit secara preventif dan pengaturan waktu istirahat pengemudi agar kinerja tetap optimal. Di sisi lain, distribusi beban kerja yang tidak merata mengharuskan adanya penjadwalan operasi dan rotasi unit yang adil dan sistematis (Yu, Zhang, & Topal, 2024). Terakhir, evaluasi terhadap layout AMP dan jalur *hauling* perlu dilakukan untuk memperlancar pergerakan alat berat dan menghindari penumpukan armada di area loading dan unloading. Secara keseluruhan, rekomendasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi *cycle time* dan produktivitas operasional *hauling* secara menyeluruh (Zhang, Xia, & Liu, 2024).

Dilihat dari upaya diatas dapat kita ambil waktu sesungguhnya dari suatu siklus dengan menghilangkan waktu hambatan-hambatan yang terjadi maka di dapatkan efisiensi dengan 100% sehingga produktivitasnya menjadi 20,06 ton/jam berbanding dengan 13,25 ton perjam maka produktivitas PT. Kumala Bahtera Utama telah memenuhi bahkan melampau target sekitar 7,25 ton/jam. Data tersebut telah di rekap dalam bentuk grafik pada Gambar 4.3 Grafik Produktivitas Tanpa Hambatan dibawah ini:



Gambar 4. Grafik Produktivitas Tanpa Hambatan
Sumber: Penulis, (2025)

Grafik Produktivitas diatas menunjukan nilai produktivitas harian yang secara keseluruhan jauh lebih tinggi, jika dibandingkan grafik produktivitas tanpa hambatan dengan hambatan pada tabel 4.3 Perbandingan Produktivitas. Rata-rata produktivitas tanpa hambatan sekitar 20 ton/jam sedangkan rata-rata produktivitas aktual dengan hambatan berada pada 8,65 ton/jam. Ini menunjukan bahwa potensi maksimal *hauling* bisa sangat tinggi bila hambatan seperti antrean, *lose time*, dan *waiting time* dieliminasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi di PT. Kumala Bahtera Utama selama bulan Mei 2025, Dapat disimpulkan hal-hal antara lain sebagai berikut: Hasil evaluasi Produktivitas aktual Dump Truck 50 seri Shacman X3000 sebesar 8,65 ton/jam

masih di bawah target produktivitas plan 13,25 ton/jam, selisih 4,85 ton/jam dengan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus hauling adalah 4 jam, 59 menit, 13 detik, lebih lama jika dibandingkan dengan *planning* perusahaan yang berada pada 4 jam. Sehingga berdampak pada produktivitas dan efisiensi kerja unit. Ketidak stabilan produktivitas berkorelasi erat dengan hasil *cycle time*. Produktivitas tinggi umumnya terjadi saat waktu tempuh dan antrean rendah. Sebaliknya, penurunan produktivitas berkaitan dengan antrean, *waiting time*, dan *lost time* yang tinggi. Upaya perbaikan dapat dilakukan dengan menghilangkan waktu hambatan-hambatan yang terjadi , sehingga produktivitasnya menjadi 20,06 ton/jam dan telah memenuhi bahkan melampau target sekitar 7,25 ton/jam

Daptar Pustaka

Aprilliana, dkk.2023. *Analisis Produktivitas alat angkut pada kegiatan pengangkutan batubara dari tempory stockpile menuju dump hopper di pt rifansi dwi putra site banko barat PT Bukit Asam,Tanjung enim,Sumatera selatan*. Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains,1 (2): 106-112.

Bąk, P., Turek, M. C., Bednarczyk, Ł., & Jonek-Kowalska, I. (2024). The optimal transportation option in an underground hard coal mine: A multi-criteria cost analysis. *Resources*, *13*(1), 14. https://doi.org/10.3390/resources13010014

Bao, H., Wang, S., & Zhang, R. (2020). Study on optimization of coal truck flow in open-pit mine. *Advances in Civil Engineering*, *2020*, 8848140. https://doi.org/10.1155/2020/8848140

Batbayar, B., Takahashi, J., & Oyunbat, P. (2023). Cycle time analysis of open pit mining dump trucks. *Scientific Research Publishing*, *127023*. https://doi.org/10.4236/ojapps.2023.138127

Baxter, J., Jooste, J. L., & Webber-Youngman, R. C. W. (2018). Optimization of the load-and-haul operation at an opencast colliery. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, *118*(5), 487-496. https://doi.org/10.17159/2411-9717/2018/v118n5a4

Chen, X., Liu, Y., & Wang, Z. (2023). Productivity estimation of battery trolley mining truck fleets. *International Journal of Mining Science and Technology*, *33*(8), 1023-1035. https://doi.org/10.1080/17480930.2023.2278013

Hamsinah, B. 2018. *Pengaruh Produktivitas, Efisiensi Dan Kepuasan Kerja Terhadap Perputaran Karyawan Bagian Marketing Lempuk Syako Makassar*. Jurnal Ilmiah Ilmu Manajemen, 5(1), 28-46.

Haultrax Technology. (2022, March 29). How cycle time efficiency can provide new insight and unlock productivity for mining operations. *Mining Technology*. https://www.mining-technology.com/sponsored/cycle-time-efficiency-new-insight-productivity-for-mining-operations/

Kamrani, E., Topal, E., & Xu, X. (2025). Enhancing sustainability in mining by reducing hauling energy consumption through optimization of distance and slope with semi-mobile in-pit crushers and conveyors. *Scientific Reports*, *15*(1), 1234. https://doi.org/10.1038/s41598-025-06534-4

Mardana, Triono Ilham dkk. 2020. *Evaluasi kegiatan Coal Hauling Untuk Menunjang Ketercapaian Target Produksi PT Tamtama Perkasa*. Jurnal Geosapta, 6(2): 85-85.

Nday, I. N. M., Lane, G., & Mkhatshwa, S. (2019). Optimization of the cycle time to increase productivity at Ruashi Mining. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, *119*(7), 603-610. https://doi.org/10.17159/2411-9717/2019/v119n7a7

Oemiati, nurnilam dkk. 2020. *Analisa Produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan lapisan tanah penutup*. Jurnal penelitian dan teknik sipil, 6 (3): 198-199.

Pathan, A. G., Khan, M. A., & Ahmed, S. (2025). Simulation optimization of shovel-truck system in open-pit mines considering rockmass parameters. *Journal of Advanced Transportation*, *2025*, 7939037. https://doi.org/10.1155/atr/7939037

Saerang, Rivando Brillian dkk. 2023. *Kajian Teknis Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Stockpile Bijih Nikel Di PT. Nusajaya Persadatama Mandiri, Site Matarape Kabupaten Morowali Sulawesi Tengah*. Jurnal Teknologi Pertambangan, 8 (2), 15-21.

SPb-Giproshaht Consulting. (2024). Productivity improvement of mining haulage system with simulation. *AnyLogic Case Studies*. https://www.anylogic.com/resources/case-studies/productivity-improvement-of-mining-haulage-system-using-simulation/

Stević, Ž., Bašić, A., Moslem, S., & Zhong, K. (2024). Multi-criteria system's design methodology for selecting open pits dump trucks. *Sustainability*, *16*(2), 863. https://doi.org/10.3390/su16020863

Supriyanto dkk. 2012. *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas (Studi Pada Karyawan Bagian Produksi PT Nusantara Building Industries)*. Jurnal Kajian Akuntansi dan Bisnis, 1(1): 2-2.

Yansah, Riski dkk. 2022. *Analisis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) dan Alat Angkut(Dumptruck.) Pada Galian Pekerjaan Jalan.* Jurnal Rekayasa, Teknologi dan Sains, 6 (2): 56-59.

Yang, L., & Zhen, L. (2025). Exact algorithm for autonomous dump truck routing in open-pit mines considering coal production. *Frontiers of Engineering Management*. https://doi.org/10.1007/s42524-025-4205-0

Yu, G., Zhang, X., & Topal, E. (2024). Optimal decarbonisation pathway for mining truck fleets. *Cleaner Environmental Systems*, *13*, 100170. https://doi.org/10.1016/j.cesys.2024.100170

Zhang, L., Xia, X., & Liu, H. (2024). Optimization of cycle time for loading and hauling trucks in open-pit mining. *Mining of Mineral Deposits*, *18*(1), 15-28. https://doi.org/10.33271/mining18.01.015