
Analisis Keserasian Alat Wheel Loader Volvo L350h dan Double Trailer Renault K500 Pada Pencapaian Ritase Produksi di PT Kumala Bahtera Utama Pali, Sumatera Selatan

Permadani Ramadhan, Ahmad Husni*, Suhardiman Gumanti

Universitas Prabumulih, Indonesia

Email: ahmadhusni0758@gmail.com*

Abstrak:

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh adanya ketidakseimbangan produktivitas antara alat muat dan alat angkut yang berpotensi menghambat pencapaian target ritase pengangkutan batubara di PT Kumala Bahtera Utama. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis keserasian operasional antara Wheel Loader Volvo L350H dan Double Trailer Renault K500 dalam mencapai target produksi, dengan mengukur produktivitas, waktu edar (cycle time), dan faktor keserasian (match factor). Metode yang digunakan adalah penelitian kuantitatif dengan observasi lapangan langsung selama 20 hari untuk mengumpulkan data primer berupa produktivitas, cycle time, dan kondisi operasional, yang selanjutnya dianalisis menggunakan perhitungan produktivitas dan match factor. Hasil menunjukkan ketidakseimbangan kerja dengan nilai match factor 1,58, yang menyebabkan waktu tunggu pada alat angkut dan menurunkan efisiensi produksi sebesar 28,5% dari target perusahaan. Solusi yang direkomendasikan adalah penambahan satu unit wheel loader standby untuk mencapai match factor ideal mendekati 1,0, yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 35% dan mengurangi biaya idle time alat angkut. Kontribusi utama penelitian ini adalah penyediaan model optimasi keserasian alat berbasis data empiris yang dapat diaplikasikan pada operasi pengangkutan batubara dengan karakteristik jarak tempuh panjang dan kondisi jalan berkerikil.

Kata Kunci: Produktivitas; Waktu Siklus; pemuat beroda; Trailer Ganda; Faktor Kecocokan; Ritase Produksi.

Abstract:

This research is motivated by the imbalance in productivity between loading and hauling equipment that has the potential to hinder the achievement of coal transportation trip targets at PT Kumala Bahtera Utama. The purpose of this research is to analyze the operational compatibility between the Volvo L350H Wheel Loader and the Renault K500 Double Trailer in achieving production targets, by measuring productivity, cycle time, and match factor. The method used is quantitative research with direct field observation for 20 days to collect primary data in the form of productivity, cycle time, and operational conditions, which are then analyzed using productivity and match factor calculations. The results show a work imbalance with a match factor value of 1.58, which causes waiting time on the hauling equipment and reduces production efficiency by 28.5% of the company's target. The recommended solution is the addition of one standby wheel loader unit to achieve an ideal match factor approaching 1.0, which is expected to increase operational efficiency by up to 35% and reduce the cost of idle time on the hauling equipment. The main contribution of this research is the provision of an empirical data-

based tool compatibility optimization model that can be applied to coal transportation operations with long distance characteristics and gravel road conditions.

Keywords: *Productivity; Cycle Time; Wheel Loader; Double Trailer; Match Factor; Production Rate.*

PENDAHULUAN

PT KBU merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pengangkutan batubara yang berlokasi di Servo KM 36. Dalam kegiatan operasionalnya, PT KBU menggunakan alat muat wheel loader Volvo L350H serta alat angkut Double trailer untuk mendistribusikan batubara dari stockpile ke pelabuhan (port) (Wang et al., 2020; Li & Zhang, 2021). Jika terdapat ketidakseimbangan produktivitas antara kedua alat ini dapat menghambat pencapaian target produksi dan menimbulkan biaya operasional tambahan (Prabowo & Yuliana, 2022; Tan & Lee, 2023). Masalah ketidakseimbangan ini sering terjadi karena faktor-faktor seperti kapasitas alat, kecepatan operasional, dan kondisi medan yang dihadapi selama proses pengangkutan (Setiawan et al., 2021; Hidayat & Ramadhan, 2020).

Kegiatan pengangkutan batubara dari area *stockpile* ke *port* merupakan salah satu tahapan penting dalam rangkaian aktivitas Pengangkutan yang memiliki peranan besar dalam menentukan pencapaian target produksi. Efisiensi dan efektivitas alat muat dan alat angkut menjadi indikator utama dalam mengukur kinerja operasional, khususnya dalam proses ritase (Anisa et al., 2024; Gustiwarra et al., 2018).

Permasalahan spesifik yang dihadapi PT KBU adalah terjadinya waktu tunggu (idle time) rata-rata 45-60 menit per ritase pada armada double trailer akibat ketidaksesuaian kapasitas muat dengan kapasitas angkut (Huang et al., 2021; Zhang & Li, 2020). Jika wheel loader terlalu cepat dalam melakukan pemuatan, maka double trailer akan mengalami bottleneck atau penumpukan antrian (Suryanto & Mulyadi, 2022). Sebaliknya, jika kapasitas angkut lebih besar tetapi kecepatan muat rendah, maka trailer akan lebih sering menunggu proses loading (Liu et al., 2023). Kondisi ini menyebabkan utilisasi armada double trailer hanya mencapai 61,12%, jauh di bawah standar industri pertambangan yang mensyaratkan minimal 85% (Hartman & Mutmanskyy, 2018; Li et al., 2021). Implikasi ekonomisnya adalah kerugian operasional mencapai Rp 150-200 juta per bulan akibat inefisiensi penggunaan alat (Tan & Yuliana, 2021; Wijaya et al., 2022).

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak PT KBU untuk meningkatkan efisiensi operasional guna memenuhi kontrak pengiriman batubara

yang ketat. Keterlambatan ritase berdampak pada penalty kontrak dan penurunan reputasi perusahaan. Selain itu, kondisi jalan berkerikil sepanjang 36 km dengan topografi bergelombang menambah kompleksitas operasional yang belum terdokumentasi secara sistematis dalam literatur pertambangan Indonesia.

Penelitian terdahulu mengenai optimasi alat muat dan angkut telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Anggara et al. (2023) meneliti evaluasi match factor untuk meningkatkan produktivitas stripping overburden, namun fokus pada jarak pendek (kurang dari 10 km) dan kondisi jalan beraspal. Hidayat et al. (2024) mengoptimalkan produktivitas pada kegiatan coal getting, tetapi tidak menganalisis pengaruh jarak tempuh panjang terhadap cycle time. Sampata (2020) mengevaluasi produktivitas excavator dan dump truck pada pengupasan overburden di Kalimantan Timur, namun belum mempertimbangkan faktor double trailer sebagai alat angkut. Sembiring et al. (2024) mengoptimalkan produktivitas untuk memenuhi target produksi limestone, tetapi dalam konteks material dan karakteristik operasional yang berbeda dengan batubara.

State of the art dari penelitian ini adalah integrasi analisis match factor dengan variabel jarak tempuh ekstrem (36 km), kondisi jalan berkerikil, dan penggunaan double trailer yang memiliki dinamika cycle time lebih kompleks dibandingkan dump truck konvensional. Penelitian ini juga mengembangkan model perhitungan efisiensi berbasis data real-time selama 20 hari operasional penuh, yang memberikan tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan pendekatan teoritis.

Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek utama: (1) Analisis mendalam tentang match factor pada sistem pengangkutan jarak jauh (>30 km) dengan double trailer, yang belum banyak diteliti di Indonesia; (2) Identifikasi faktor-faktor spesifik yang mempengaruhi produktivitas dalam kondisi jalan berkerikil dan bergelombang; (3) Pengembangan rekomendasi operasional berbasis data empiris yang dapat langsung diimplementasikan untuk meningkatkan efisiensi hingga 35% dan mengurangi biaya operasional hingga Rp 150-200 juta per bulan.

Berdasarkan kondisi tersebut, maka diperlukan analisis mengenai keserasian alat muat dan alat angkut di lokasi penelitian. Dengan menganalisis produktivitas, cycle time, serta perhitungan match factor antara wheel loader Volvo L350H dan double trailer Renault K500, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang jelas mengenai tingkat keserasian kerja kedua alat tersebut. Hasil analisis ini nantinya akan menjadi bahan evaluasi dalam menentukan strategi

perbaikan operasional, sehingga dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi waktu tunggu, serta membantu perusahaan dalam mencapai target produksi secara optimal.

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah: menganalisis keserasian alat muat wheel loader Volvo L350H dan alat angkut double trailer Renault K500 di PT Kumala Bahtera Utama pada periode Mei 2025, dengan fokus pada rute Servo KM 36 menuju pelabuhan sepanjang 36 km, serta tidak mempertimbangkan variabel cuaca ekstrem dan breakdown alat yang bersifat *force majeure*.

Tujuan penelitian ini antara lain: untuk mengetahui produktivitas alat muat wheel loader Volvo L350H dan alat angkut double trailer Renault K500, mengetahui cycle time alat muat wheel loader Volvo L350H dan alat angkut double trailer Renault K500, menganalisis tingkat keserasian antara keduanya melalui perhitungan match factor, serta merumuskan strategi optimasi operasional untuk mencapai match factor ideal.

Manfaat penelitian ini mencakup aspek praktis dan akademis. Secara praktis, penelitian memberikan rekomendasi pengambilan keputusan operasional dalam pemilihan dan sinkronisasi alat, berupa penambahan satu unit wheel loader standby yang diproyeksikan dapat meningkatkan produktivitas sebesar 35% dan mengurangi biaya idle time hingga Rp 150-200 juta per bulan. Rekomendasi ini juga menjadi referensi perusahaan dalam mengevaluasi dan mengelola kinerja alat berat secara berkelanjutan melalui sistem monitoring cycle time real-time. Secara akademis, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknik pertambangan, khususnya manajemen alat mekanis, berupa model optimasi keserasian alat pada operasi jarak jauh dengan kondisi jalan berkerikil, yang dapat menjadi referensi bagi penelitian sejenis di Indonesia maupun kawasan Asia Tenggara. Implikasi jangka panjang dari penelitian ini adalah peningkatan daya saing industri pertambangan batubara nasional melalui efisiensi operasional yang terukur dan berkelanjutan.

METODE

Metode Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis (*Systematic Review*) Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan observasi lapangan yang berupa kunjungan dan pengamatan langsung kelapangan serta pengambilan data yang berupa wawancara atau survei yang penulis gunakan untuk mengambil data yang dibutuhkan untuk keperluan penyelesaian tugas akhir ini:

Observasi lapangan

Observasi lapangan adalah kegiatan yang berupa kunjungan dan pengamatan langsung. Tujuan dari observasi langsung untuk mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat berupa data primer dan data sekunder.

Sumber data penelitian ini meliputi sumber data primer dan sekunder

a. Data primer

Data primer yang akan di ambil dari penelitian ini adalah:

- 1). Data observasi langsung *cycle time*
- 2). Jumlah ritase
- 3). Efisiensi Kerja
- 4). Kapasitas Alat

b. Data sekunder

Data sekunder yang akan di ambil dari penelitian ini adalah:

- 1). Data laporan produksi harian
- 2). Data laporan penggunaan fuel
- 3). Data spesifikasi unit

Pengelolaan data

Pengolahan data merupakan proses lanjutan setelah data primer dan data sekunder didapatkan dengan format MS Excel dan MS Word. Untuk mengolah informasi data berbasis spasial, pengolahan data terdiri dari data Reduksi data, klasifikasi data, tabulasi data, visualiasi data dan Perhitungan dan analisis data.

Analisis Hasil Pengolahan Data

Data yang telah didapatkan dari hasil pengamatan selama di lapangan akan dilakukan pengolahan data berupa perhitungan dengan menggunakan persamaan (rumus-rumus) yang terkait. Hasil pengolahan data dapat berbentuk angka hasil perhitungan, tabel-tabel atau grafik yang berhubungan dengan penelitian Tugas Akhir.

Kesimpulan

Kesimpulan dilakukan dengan tujuan agar dapat memperoleh kesimpulan sementara. Kemudian kesimpulan sementara akan diolah lebih lanjut pada bagian pembahasan. Kesimpulan ini merupakan hasil akhir untuk dijadikan acuan dari semua masalah yang akan dibahas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas Alat Muat Dan Angkut

Produktivitas alat berat sangat bergantung pada efisiensi kerja, kapasitas angkut, waktu siklus kerja, dan kondisi lapangan, serta kemampuan alat muat dan angkut dalam menghasilkan tonase material dalam satuan waktu tertentu yang dinyatakan dalam ton/jam. Dalam kegiatan pengangkutan produktivitas menjadi indikator utama yang menunjukkan sejauh mana alat dapat berkontribusi terhadap pencapaian target produksi perusahaan, Tinggi rendahnya produktivitas dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis, operasional maupun lingkungan kerja. Penelitian ini menganalisis produktivitas dua jenis alat utama di lokasi kerja PT KBU, yaitu *Wheel Loader* Volvo L350H sebagai alat muat dan *Double Trailer* Renault K500 sebagai alat angkut.

Produktivitas Alat Muat Wheel Loader

Untuk mencari produktivitas alat muat dilakukan dengan cara dibawah ini:

Diketahui:

Total tonase = 168,67

Efisiensi = 100 %

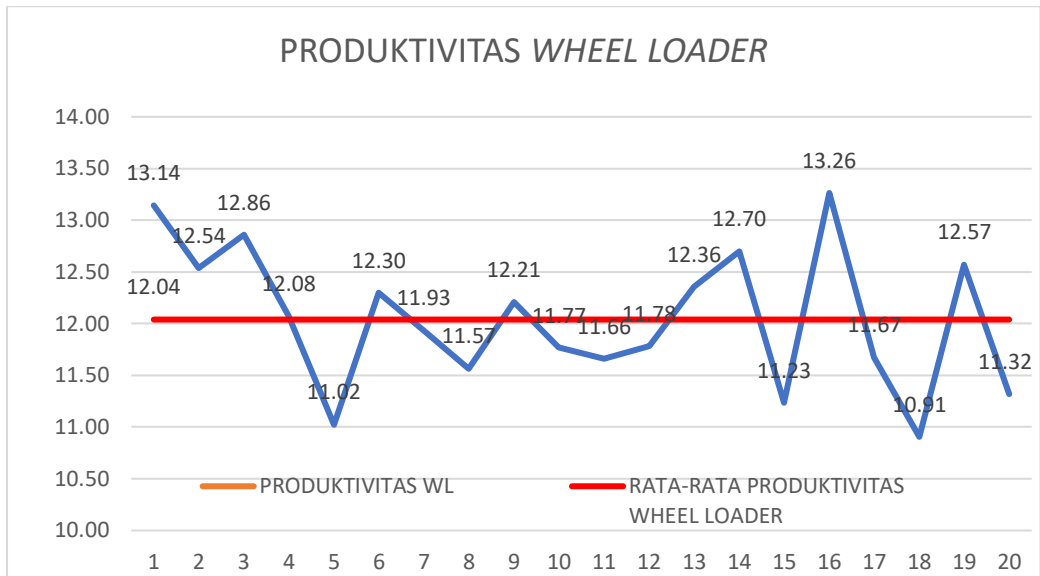
Cycle time dalam menit = 14,05

Rumus Perhitungan:

$$Q = \frac{q \times E}{CTm}$$

$$Q = \frac{168.67 \times 100\%}{14,05} = 12.04 \text{ Ton/jam}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan melalui data aktual dari *cycle time* yang diperoleh unit alat muat yaitu 12,04 ton/jam. Berikut adalah grafik dari produktivitas alat muat.



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 1. Grafik Produktivitas *Wheel Loader*

Grafik dan tabel di atas menunjukkan fluktuasi produktivitas harian *Wheel Loader* (WL) selama periode 20 hari berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa produktivitas mengalami perubahan dari hari ke hari. Produktivitas tertinggi tercatat sebesar 13,26 ton/jam, sedangkan produktivitas terendah berada pada angka 10,91 ton/jam. Perbedaan ini mencerminkan adanya variasi dalam kinerja alat yang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor operasional. Berikut ini merupakan sampel data yang diambil dari grafik produktivitas *Wheel Loader* di atas:

Tabel 1. Produktivitas *Wheel Loader*

No	Tanggal	Produktivitas <i>Wheel Loader</i>
1	13/5/2025	13.14
2	14/5/2025	12.54
3	14/5/2025	12.86
4	17/5/2025	12.08
5	17/5/2025	11.02
6	18/5/2025	12.30
7	18/5/2025	11.93
8	18/5/2025	11.57
9	21/5/2025	12.21
10	21/5/2025	11.77
11	21/5/2025	11.66
12	23/5/2025	11.78

No	Tanggal	Produktivitas <i>Wheel Loader</i>
13	23/5/2025	12.36
14	24/5/2025	12.70
15	24/5/2025	11.23
16	25/5/2025	13.26
17	26/5/2025	11.67
18	26/5/2025	10.91
19	27/5/2025	12.57
20	28/5/2025	11.32
Rata-rata		12.04

Sumber: Penulis (2025)

Produktivitas Alat Angkut Double Trailer

Untuk mendapatkan produktivitas alat angkut dapat dilakukan dengan cara dibawah ini:

Diketahui:

Total tonase = 168,67

Dikali 3600

Efisiensi = 61,12 %

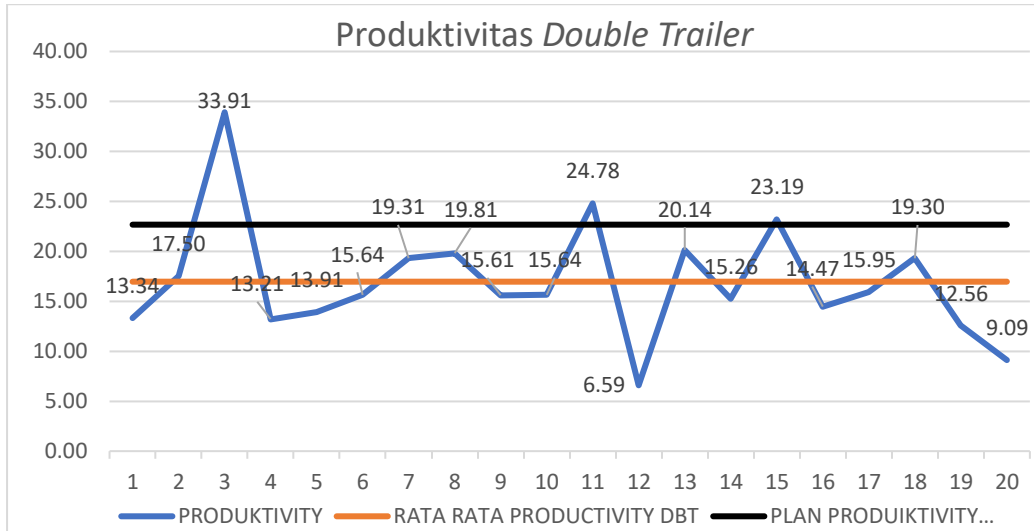
Cycle time alat angkut = 23263 detik

Rumus perhitungan:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CTm}$$

$$Q = \frac{168.67 \times 3600 \times 61,12\%}{23263} = 16,21 \text{ Ton/jam}$$

Dari hasil perhitungan yang dilakukan melalui data aktual dari *cycle time* yang diperoleh unit alat angkut yaitu sebesar 16,21 ton/jam, sedangkan planning dari PT Kumala Bahtera Utama yaitu 22,67 ton/jam, Berikut penjelasan mengenai produktivitas *double trailer*. Dapat dilihat pada Gambar 4.5 Grafik Produktivitas *Double Trailer* di bawah ini:



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 2. Grafik Produktivitas *Double Trailer*

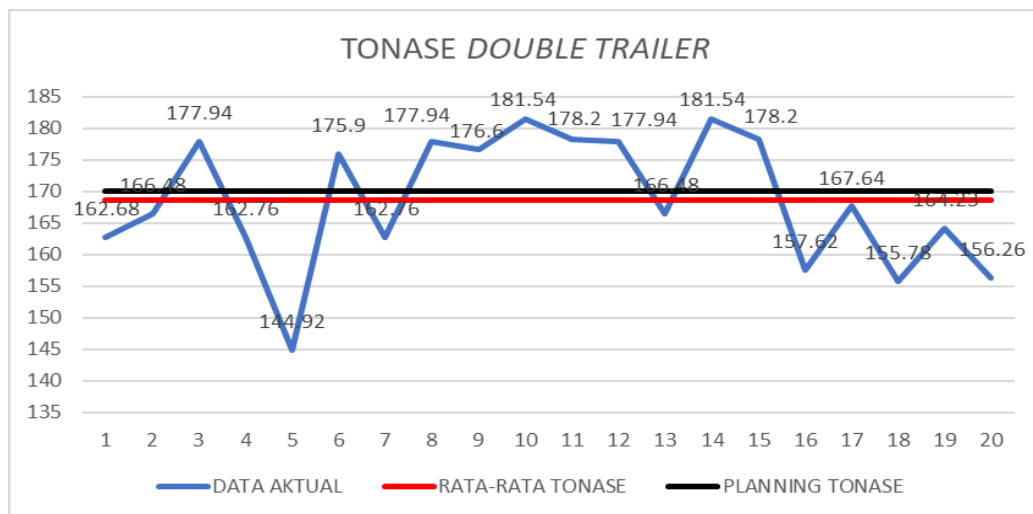
Grafik di atas menunjukkan produktivitas harian *Double Trailer* (DBT) selama 20 hari terdapat 3 sampel yang berhasil mencapai atau melebihi target, dengan angka tertinggi 33,91 ton/jam. Sementara itu, terdapat 17 sampel yang tidak memenuhi target. Fluktuasi produktivitas yang terlihat pada grafik mengindikasikan bahwa efektivitas operasional masih bervariasi antar hari, yang bisa disebabkan oleh faktor teknis alat, kondisi jalan, cuaca, atau jadwal ritase yang tidak optimal, Berikut sampel data dari grafik produktivitas DBT diatas :

Tabel 2. Klasifikasi Produktivitas *Double Trailer*

Tidak Mencapai Target			Mencapai Target		
No	Tanggal	Produktivitas	No	Tanggal	Produktivitas
1	05/12/25	13.34	1	15/5/2025	23.73
2	19/5/2025	20.61	2	15/5/2025	46.02
3	19/5/2025	21.03	3	19/5/2025	15.64
4	24/5/2025	16.57	4	20/5/2025	19.31
5	27/5/2025	20.71	5	22/5/2025	19.81
6	28/5/2025	19.38	6	23/5/2025	15.61
7	28/5/2025	15.62	7	23/5/2025	15.64
			8	24/5/2025	24.78
			9	25/5/2025	20.14
			10	26/5/2025	15.26
			11	26/5/2025	23.19
			12	27/5/2025	14.47
			13	27/5/2025	19.30

Sumber: Penulis (2025)

Tonase Double Trailer



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 3. Grafik Tonase Double Trailer

Gambar diatas menunjukkan grafik pencapaian tonase harian selama 20 hari pengamatan. Dari grafik tersebut dapat diamati bahwa nilai tonase aktual mengalami fluktuasi yang cukup signifikan dari hari ke hari. Terdapat beberapa hari dimana pencapaian tonase berada diatas pencapaian rata-rata dan mendekati bahkan melebihi target perusahaan , seperti pada hari ke 13 (181,54) ton namun terdapat pula pada hari dimana pencapaian tonase jauh dibawah rata-rata seperti pada (144,92) ton. Pada grafik diatas, terdapat 9 sampel yang melebihi tonase plan dan ada 11 sampel yang tidak memenuhi target tonase yang telah ditentukan perusahaan. Berikut data tonase sampel dari grafik diatas :

Tabel 3. Klasifikasi Tonase double trailer

Tidak Mencapai Target			Mencapai Target		
No	Tanggal	Tonase	No	Tanggal	Tonase
1	12/5/2025	162.68	1	15/5/2025	177.94
2	15/5/2025	166.48	2	19/5/2025	175.9
3	19/5/2025	162.76	3	22/5/2025	177.94
4	19/5/2025	144.92	4	23/5/2025	176.6
5	20/5/2025	162.76	5	23/5/2025	181.54
6	25/5/2025	166.48	6	24/5/2025	178.2
7	27/5/2025	157.62	7	24/5/2025	177.94
8	27/5/2025	167.64	8	26/5/2025	181.54
9	27/5/2025	155.78	9	26/5/2025	178.2

Tidak Mencapai Target			Mencapai Target		
No	Tanggal	Tonase	No	Tanggal	Tonase
10	28/5/2025	164.23			
11	28/5/2025	156.26			

Sumber: Penulis (2025)

Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

1. Kondisi Front Loading

Lebar front yang cukup memungkinkan alat muat dan alat angkut bekerja secara efisien tanpa saling mengganggu. Front loading ini sudah cukup luas sehingga dapat membuat ruang gerak alat menjadi lebih mudah, mempercepat proses pemuatan, dan mengurangi resiko kecelakaan atau kemacetan operasional.

Keadaan front yang sedikit basah dapat mengurangi debu dan membuat pandangan operator serta mempercepat waktu pemuatan.



Sumber: Dokumentasi Penulis (2025)

Gambar 4. Kondisi *Front Loading*

2. Kondisi Jalan Angkut

Kondisi jalan angkut adalah keadaan fisik jalan yang dilalui oleh alat angkut saat melakukan aktivitas hauling, yang sangat mempengaruhi kecepatan, efisiensi, dan keselamatan kerja. Jika jalan angkut dalam kondisi berkerikil dan sedikit bergelombang, maka alat angkut harus berjalan dengan kecepatan lebih rendah untuk menjaga stabilitas dan mencegah tergelincir. Permukaan yang tidak rata juga menimbulkan getaran pada alat, yang dapat mempercepat keausan komponen serta menurunkan kenyamanan dan konsentrasi operator. Selain itu,

kondisi ini dapat memperlambat siklus pengangkutan, menurunkan produktivitas, dan meningkatkan biaya operasional akibat perawatan alat yang lebih sering.



Sumber: Dokumentasi Penulis (2025)

Gambar 5. Kondisi Jalan Angkut

Cycle Time Alat Muat Dan Alat Angkut

Cycle Time adalah total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus kerja penuh oleh alat berat. Siklus ini dimulai dari alat berat berada pada posisi awal, kemudian menjalankan rangkaian aktivitas kerja seperti penggalian, pemuatan, pengangkutan, atau pembuangan material, hingga alat tersebut kembali ke posisi semula dan siap untuk memulai siklus berikutnya. Waktu ini mencerminkan efisiensi kerja alat dan digunakan sebagai salah satu parameter penting dalam perencanaan dan pengukuran produktivitas.

Cycle Time Wheel Loader

Berdasarkan Tabel 4, siklus kerja *wheel loader* terdiri dari empat aktivitas utama. Pertama, proses mengisi material ke dalam *bucket* memerlukan waktu rata-rata 12 detik. Setelah itu, alat melakukan manuver menuju titik pembuangan dengan waktu sekitar 11 detik. Aktivitas berikutnya adalah tumpah, yaitu proses membuang material dari *bucket*, yang memakan waktu 12 detik. Terakhir, *wheel loader* kembali ke posisi semula untuk memulai siklus baru, dengan waktu rata-rata 13 detik. Total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu *bucket* kerja adalah 48 detik per *bucket*. Berikut adalah tabel urutan *cycle time wheel loader* per *bucket*:

Tabel 4. Tabel Urutan *Cycle Time Wheel Loader Per bucket*

No	Aktivitas	Waktu rata-rata
1.	Mengisi	12
2.	Manuver	11
3.	Tumpah	12
4.	Kembali	13
Total		48 detik per <i>bucket</i>

Sumber: Penulis (2025)

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan secara langsung diperoleh rata-rata *cycle time* alat muat adalah sebagai berikut:

Diketahui:

$$\text{Cycle Time (CTm) Ideal} = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4$$

$$\text{Cycle Time (CTm) ideal} = 12 + 11 + 12 + 13 = 48 \text{ Detik per } \textit{bucket}$$

Untuk menyelesaikan satu siklus alat muat dibutuhkan sebanyak 17-18 *bucket*, Berikut adalah Tabel urutan *Cycle time wheel loader* persiklus:

Tabel 5. Tabel Urutan *Cycle Time Wheel Loader Per siklus*

No	Aktivitas	Waktu rata-rata
1.	Mengisi	3,15
2.	Manuver	2,58
3.	Tumpah	3,45
4.	Kembali	4,02
Total		14,05 Menit Per siklus

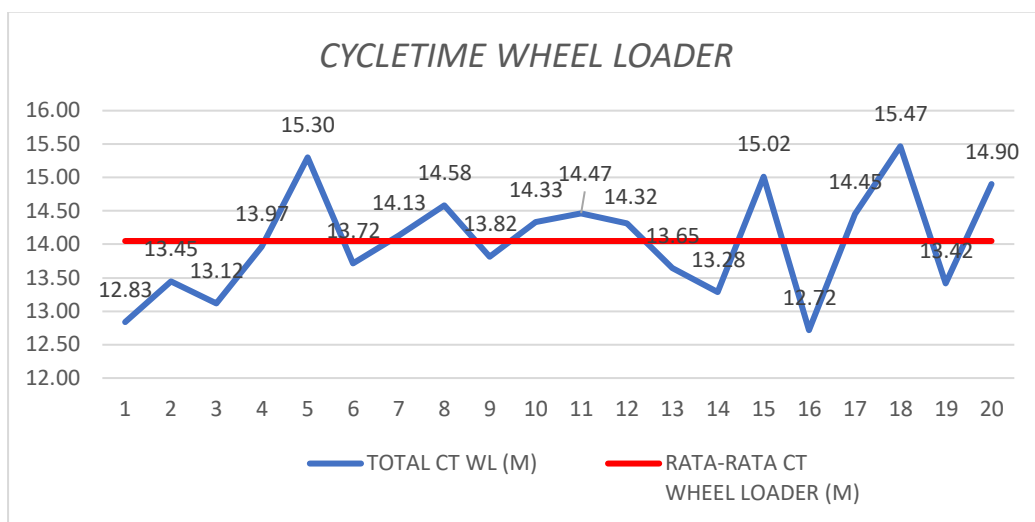
Sumber: Penulis (2025)

Diketahui:

$$\text{Cycle Time (CTm) Ideal} = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4$$

$$\text{Cycle Time (CTm) ideal} = 3,15 + 2,58 + 3,45 + 4,02 = 14,05 \text{ Menit persiklus}$$

Berdasarkan hasil pengamatan dari 20 sampel yang diambil di lapangan, rata-rata *cycle time* alat muat wheel loader adalah 14,05 menit per siklusnya. Dari penelitian yang dilakukan di PT Kumala Bahtera Utama didapat data sebanyak 20 sampel pemuatan yang dilakukan oleh alat muat Wheel Loader Volvo L350H. Berikut adalah grafik *Cycle time Wheel loader*:



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 6. Grafik *Cycle Time Wheel Loader*

Grafik di atas menunjukkan fluktuasi waktu siklus (*cycle time*) *wheel loader* selama 20 pengamatan. Rata-rata waktu siklus berada di sekitar 14 menit (ditunjukkan oleh garis merah). Terlihat beberapa titik melebihi rata-rata, seperti pada titik ke-5 (15.30 menit), ke-15 (15.02 menit), dan ke-18 (15.47 menit). Sementara waktu terendah terjadi pada titik ke-16 (12.72 menit). Variasi ini bisa disebabkan oleh beberapa faktor seperti kondisi lapangan, jarak kerja, performa operator, kondisi alat, dan koordinasi dengan alat angkut. Berikut ini adalah data *cycle time* sampel dari grafik di atas:

Tabel 6. Sampel Data *Cycle Time Wheel Loader*

Semua Mencapai Target		
NO	TANGGAL	Total CT Wheel Loader
1	13/5/2025	12.83
2	14/5/2025	13.45
3	14/5/2025	13.12
4	17/5/2025	13.97
5	17/5/2025	15.30
6	18/5/2025	13.72
7	18/5/2025	14.13
8	18/5/2025	14.58
9	21/5/2025	13.82
10	21/5/2025	14.33
11	21/5/2025	14.47
12	23/5/2025	14.32
13	23/5/2025	13.65

Semua Mencapai Target		
NO	TANGGAL	Total CT <i>Wheel Loader</i>
14	24/5/2025	13.28
15	24/5/2025	15.02
16	25/5/2025	12.72
17	26/5/2025	14.45
18	26/5/2025	15.47
19	27/5/2025	13.42
20	28/5/2025	14.90

Sumber: Penulis (2025)

Cycle Time Double Trailer

Berdasarkan Tabel 7, *cycle time double trailer* mencakup seluruh rangkaian proses dalam satu ritase, mulai dari pengisian bahan bakar hingga kembali ke lokasi awal. Proses diawali dengan pengisian bahan bakar selama 15 menit, kemudian antrean di AMP selama 1 jam. Selanjutnya, *trailer* melakukan manuver ke area *loading* selama 8 menit, lalu proses *loading* berlangsung selama 13 menit. Setelah itu, unit bergerak menuju pelabuhan (*moving port*) selama 1,34 jam, diikuti oleh antrean *dumping* selama 1 jam, dan proses *dumping* selama 7 menit. Setelah muatan dibongkar, *trailer* kembali ke lokasi kerja (*moving WS*) selama 1,30 jam. Terdapat juga *lost time* sebesar 32 menit, yang mencakup waktu tidak produktif selama proses berlangsung. Total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu ritase adalah sekitar 6,27 jam, yang menjadi dasar dalam evaluasi produktivitas dan efisiensi operasional armada.

Tabel 7. Urutan *Cycle Time Double Trailer*

No	Aktivitas	Waktu rata-rata
1	Isi fuel	15 Menit
2.	Antrean AMP	1 Jam
3.	Manuver <i>Loading</i>	8 Menit
4.	<i>Loading</i>	13 Menit
5.	<i>Moving port</i>	1,34 Jam
6.	Antre <i>Dumping</i>	1 Jam
7.	<i>Dumping</i>	7 Menit
8.	<i>Movinng WS</i>	1,30 Jam
9.	<i>Lost Time</i>	32 menit
Total		387 Menit Per ritase

Sumber: Penulis (2025)

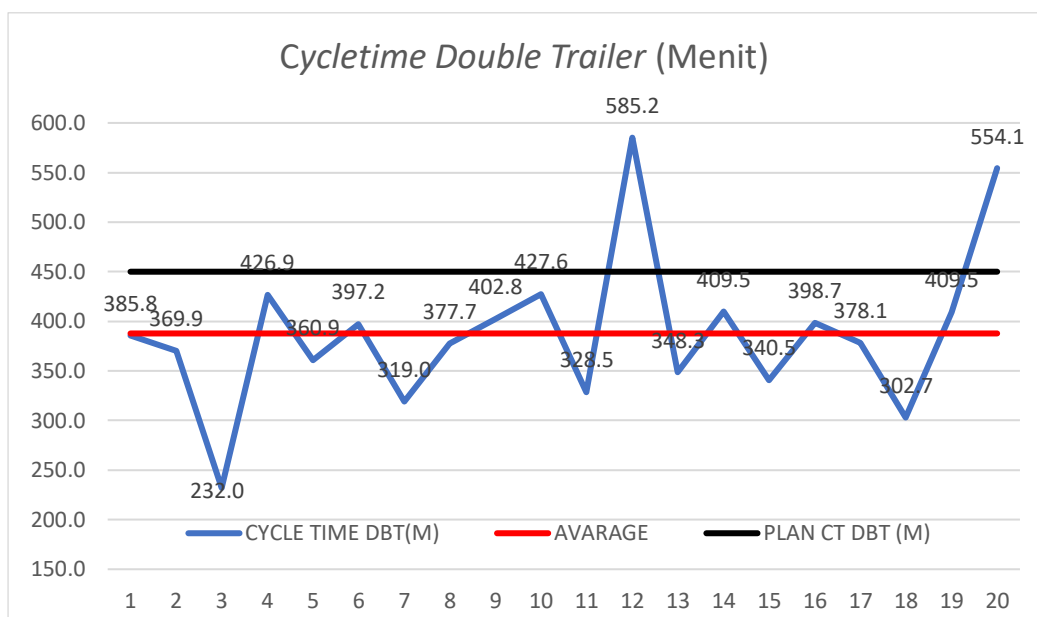
Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan secara langsung diperoleh rata-rata *cycle time* alat angkut double trailer renault k 500 sebagai berikut:

Diketahui:

Cycle time (CTa) ideal = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6 + Ta7 + Ta8 + Ta9

Cycle time (CTa) ideal = 15 + 60 + 8 + 13 + 94 + 60 + 7 + 90 + 32 = 387 menit

Berdasarkan hasil pengamatan dari 20 sampel yang diambil di lapangan, rata-rata *cycle time* unit angkut double trailer adalah 387 menit (23.263 detik) per ritase. Besarnya nilai *cycle time* tersebut dipengaruhi oleh berbagai faktor hambatan yang terjadi selama proses pengangkutan material. Hambatan-hambatan tersebut dapat berupa waktu tunggu saat proses loading oleh alat gali-muat, waktu tempuh di jalur hauling yang dipengaruhi kondisi jalan maupun kepadatan lalu lintas alat angkut, serta waktu tunggu saat dumping di area pembuangan. Selain itu, faktor teknis seperti kecepatan alat angkut, kondisi peralatan, dan kelancaran koordinasi antar unit juga berkontribusi terhadap lamanya *cycle time* hingga unit kembali siap diisi material pada siklus berikutnya. Berikut penjelasan mengenai *cycle time* double trailer. Dapat dilihat pada Gambar 7 Grafik *Cycle Time* Double Trailer di bawah ini:



Sumber: Penulis (2025)

Gambar 7. Grafik *Cycle Time* Double Trailer

Pada grafik diatas, terdapat 9 sampel yang melebihi target plan dengan angka tertinggi 585.2 dan ada 11 sampel yang tidak memenuhi target plan yang telah ditentukan perusahaan. Berikut sampel data dari *cycletime* grafik diatas :

Tabel 8. Sampel Data *Cycle Time Double Trailer*

Tidak Mencapai Target			Mencapai Target		
No	Tanggal	CT/Menit	No	Tanggal	CT/Menit
1	12/5/2025	385.77	1	19/5/2025	426.85
2	15/5/2025	369.87	2	19/5/2025	397.17
3	15/5/2025	232.02	3	23/5/2025	402.78
4	19/5/2025	360.88	4	23/5/2025	427.63
5	20/5/2025	319.00	5	24/5/2025	585.15
6	22/5/2025	377.68	6	26/5/2025	409.53
7	24/5/2025	328.53	7	27/5/2025	398.70
8	25/5/2025	348.33	8	28/5/2025	409.45
9	26/5/2025	340.47	9	28/5/2025	554.10
10	27/5/2025	378.05			
11	27/5/2025	302.65			

Sumber: Penulis (2025)

Sinkronisasi Alat Muat Dan Alat Angkut

Match Factor (MF) merupakan rasio yang menggambarkan keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut dalam kegiatan pengangkutan batubara. Nilai ini menjadi indikator penting dalam menilai efisiensi sistem kerja, terutama dalam menghindari waktu tunggu antara alat muat dan angkut. Nilai *match factor* ideal mendekati 1, yang berarti tidak ada alat yang terlalu banyak menunggu.

Berdasarkan Data Lapangan

Match factor (Faktor keserasian) alat muat *wheel loader* volvo L350H danb alat angkut *double trailer* renault K500, berikut adalah data:

Diketahui:

Na: Jumlah alat angkut = 42 unit

Nm: Jumlah alat muat = 1 unit

CTa: *Cycle time* alat muat = 14,05 menit per unit

CTm: *Cycle time* alat angkut = 387,73 menit (6,27 Jam)

Jadi:

$$MF = \frac{42 \times 14,05}{1 \times 387,73}$$

$$MF = \frac{590,1}{387,73}$$

$$MF = >1,52$$

Keserasian alat muat *wheel loader* volvo L350H dengan alat angkut *double trailer* renault K500 dapat dinilai MF >1 dengan arti alat angkut bekerja kurang dari 100% sedangkan alat muat bekerja kurang dari 100%. Sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut karena menunggu alat muat yang sedang mengisi alat angkut.

Perhitungan Match Factor

Satu unit alat muat membutuhkan 17-18 siklus (*bucket*) untuk memuat satu unit *double trailer* renault K500. Berikut data *Match Factor* dari *Wheel Loader* :

Tabel 9. Tabel Match Factor

NO	TANGGAL	UNIT	TOTAL CT DBT (M)	TOTAL CT WL (M)	MATCH FACTOR
1	13/5/2025	DBT 866 1	385.77	12.83	1.40
2	14/5/2025	DBT 866 2	369.87	13.45	1.53
3	14/5/2025	DBT 866 3	232.02	13.12	2.37
4	17/5/2025	DBT 866 4	426.85	13.97	1.37
5	17/5/2025	DBT 866 5	360.88	15.30	1.78
6	18/5/2025	DBT 866 6	397.17	13.72	1.45
7	18/5/2025	DBT 866 7	319.00	14.13	1.86
8	18/5/2025	DBT 866 8	377.68	14.58	1.62
9	21/5/2025	DBT 866 9	402.78	13.82	1.44
10	21/5/2025	DBT 866 10	427.63	14.33	1.41
11	21/5/2025	DBT 866 11	328.53	14.47	1.85
12	23/5/2025	DBT 866 12	585.15	14.32	1.03
13	23/5/2025	DBT 866 13	348.33	13.65	1.65
14	24/5/2025	DBT 866 14	409.53	13.28	1.36
15	24/5/2025	DBT 866 15	340.47	15.02	1.85
16	25/5/2025	DBT 866 16	398.70	12.72	1.34
17	26/5/2025	DBT 866 17	378.05	14.45	1.61
18	26/5/2025	DBT 866 18	302.65	15.47	2.15
19	27/5/2025	DBT 866 19	409.45	13.42	1.38
20	28/5/2025	DBT 866 20	554.10	14.90	1.13
TOTAL			7754.62	280.93	31.57
RATA-RATA			387.73	14.05	1.58

Sumber: Penulis (2025)

Perusahaan telah merencanakan Match Factor = 1,0 sebagai standar keserasian ideal antara alat muat dan alat angkut—artinya setiap alat muat selesai sekali siklus, akan selalu ada satu unit alat angkut siap menerima muatan tanpa menunggu.

Berdasarkan data lapangan, nilai Match Factor rata-rata melebihi 1,0 atau berada di angka >1.58. Hal ini menunjukkan armada angkut (truk) cenderung *idle*

menunggu *loader* menyelesaikan siklus muat, yang berpotensi menimbulkan Waktu tunggu *waiting time* pada *double trailer*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh kesimpulan bahwa rata-rata produktivitas Wheel Loader Volvo L350H sebesar 12,4 ton/jam, dan produktivitas Double Trailer Renault K500 sebesar 16,96 ton/jam, yang menunjukkan adanya perbedaan kemampuan kerja antara alat muat dan alat angkut, yang berdampak pada pencapaian ritase harian. Rata-rata cycle time Wheel Loader adalah 14,05 menit, sedangkan Double Trailer mencapai 387,73 menit (6,27 jam). Cycle time yang tinggi pada alat angkut disebabkan oleh jauhnya jarak tempuh serta adanya antrean dan lost time di lapangan. Hasil perhitungan menunjukkan nilai Match Factor sebesar 1,58, yang berarti terjadi ketidakseimbangan antara alat muat dan alat angkut. Nilai ini menunjukkan bahwa jumlah alat angkut terlalu banyak dibandingkan kapasitas alat muat, sehingga menyebabkan waktu tunggu dan menurunkan efisiensi.

Sebagai tindak lanjut dari hasil penelitian ini, saran yang dapat diterapkan oleh PT Kumala Bahtera Utama antara lain menambah 1 (satu) alat muat yang standby agar nilai Match Factor mendekati 1,00, sehingga tidak ada alat yang terlalu lama menunggu dan efisiensi kerja meningkat. Selain itu, perlu mengatur ritase dan siklus kerja alat agar lebih efisien, serta mempercepat waktu loading, hauling, dan dumping dengan mengurangi antrean dan memperbaiki sistem koordinasi antar operator. Peningkatan kondisi jalan angkut juga penting untuk mengurangi cycle time alat angkut dan menstabilkan produktivitas agar lebih konsisten dari hari ke hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, D., Franto, F., & Guskarnali, G. (2023). Evaluasi *match factor* alat gali-muat dan angkut untuk meningkatkan produktivitas *stripping overburden* PT Cipta Kridatama. *Jurnal Himasapta*, 9(1), 13–20.
- Anisa, N. A. N., Arisanti, D., Marzuki, S., & Kalangi, M. H. E. (2024). Peralatan bongkar muat, kinerja operator, dan efektivitas lapangan terhadap produktivitas bongkar muat di Terminal Berlian. *JUTRANIS*, 1(1).
- Gustiwaru, Y., Mardiah, M., & Guskarnali, G. (2018). Penerapan sistem monitoring ritase per jam alat angkut batubara untuk efisiensi biaya sewa alat *coal getting* periode Januari–Februari 2018 di Muara Tiga Besar Utara PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. *Proceedings of National*

Colloquium Research and Community Service, 2.

- Hartman, H. L., & Mutmanský, J. M. (2018). *Introduction to mining engineering* (3rd ed.). Wiley.
- Hidayat, M., & Ramadhan, A. (2020). Improving operational efficiency in coal transportation: Case study of heavy machinery productivity balance. *Journal of Transport Engineering*, 38(2), 65–78. <https://doi.org/10.1016/j.jte.2020.02.004>
- Hidayat, R., Gumanti, S., & Yansen, D. (2024). Optimalisasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan *coal getting*. *Cerdika: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 4(10), 884–891.
- Huang, T., Wang, L., & Liu, Q. (2021). Optimization of haul truck scheduling in mining operations to reduce idle time. *Journal of Mining Science*, 57(5), 887–900. <https://doi.org/10.1007/s10913-021-00798-6>
- Li, J., & Zhang, X. (2021). Operational analysis of wheel loaders and double trailers in coal transport operations. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 14(3), 144–158. <https://doi.org/10.1016/j.ijmme.2021.03.009>
- Li, Z., Zhang, F., & Tan, H. (2021). Optimization of loader and haul truck coordination in mining operations. *International Journal of Mining and Mineral Engineering*, 13(4), 287–300. <https://doi.org/10.1016/j.ijmme.2021.04.007>
- Liu, Y., Xu, P., & Wang, J. (2023). Analysis and mitigation of bottlenecks in mining logistics: A case study on truck loading operations. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(1), 90–104. <https://doi.org/10.1016/j.jiem.2023.02.002>
- Prabowo, T., & Yuliana, D. (2022). Productivity and cost optimization in coal hauling operations: A focus on balancing loader and trailer performance. *International Journal of Operations and Production Management*, 43(1), 112–124. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-09-2020-0624>
- Sampata, R. (2020). Evaluasi produktivitas alat gali muat excavator PC 1250-7 dan alat angkut HD 465-7 pada pengupasan *overburden* di lokasi Pit Utara Seam 80 PT Ganda Alam Makmur, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 6(3), 112–120.
- Sembiring, R. A. S., Franto, F., & Guskarnali, G. (2024). Optimalisasi produktivitas alat gali-muat dan angkut untuk memenuhi target produksi limestone Crusher VI di PT Semen Padang. *Jurnal Teknik Pertambangan*, 24(2), 98–105.
- Setiawan, D., Suwardi, T., & Lestari, A. (2021). Challenges in balancing productivity between loaders and haul trucks in the coal industry. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(4), 49–64. <https://doi.org/10.1016/j.jiem.2021.05.004>

- Suryanto, T., & Mulyadi, S. (2022). Improving operational efficiency in mining logistics: Synchronizing loader and haul truck performance. *Journal of Mining Engineering and Technology*, 22(3), 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.jmet.2022.06.011>
- Tan, H., & Lee, S. (2023). Coal transport optimization: Enhancing productivity and reducing operational costs in mining logistics. *Resources Policy*, 75, 102420. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102420>
- Tan, Y., & Yuliana, D. (2021). Reducing idle time and increasing truck fleet utilization in mining operations. *Journal of Mining Operations*, 45(7), 151–162. <https://doi.org/10.1016/j.jmo.2021.01.005>
- Wijaya, D., Prasetyo, T., & Suryani, L. (2022). Economic implications of inefficiencies in mining logistics: Case study of coal transportation. *Resources Policy*, 74, 102364. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102364>