



Analisis Produktivitas Batubara Alat Gali Muat Excavator Caterpillar 345 dan Alat Angkut Dump Truck Axors di PT Dizamatra Powerindo Site Lahat Sumatera Selatan

Akhramdani Akhramdani, Reni Arisanti, Dedi Yansen

Universitas Prabumulih, Indonesia

Email: reniarisanti17@gmail.com

Abstrak:

Penelitian ini dilakukan di PT Dizamatra Powerindo, Site Lahat, untuk menganalisis produktivitas alat gali muat (excavator Caterpillar 345) dan alat angkut (dump truck Axors). Dalam kegiatan operasional tambang, efisiensi dan keserasian antara alat gali muat dan alat angkut sangat penting untuk mencapai produktivitas yang optimal. Salah satu indikator penting dalam mengukur keserasian alat adalah match factor, yang mencerminkan seberapa baik alat gali muat dan alat angkut saling mendukung dalam proses operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas excavator Caterpillar 345 dan dump truck Axors, serta untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas dan keserasian kerja antara kedua alat tersebut, guna memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan efisiensi produksi di PT Dizamatra Powerindo, Site Lahat. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan pengumpulan data primer berupa waktu edar alat (cycle time) dan jarak angkut, serta data sekunder berupa spesifikasi alat dan kondisi tambang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa produktivitas excavator sebesar 239,13 Ton/jam dan dump truck sebesar 34,85 Ton/jam, dengan efisiensi kerja 65%. Match factor aktual sebesar 0,73 menunjukkan ketidakseimbangan kerja antara alat gali muat dan alat angkut, yang mengakibatkan waktu tunggu bagi alat gali muat dan menurunnya efisiensi. Dengan penambahan 2 unit dump truck, nilai match factor dapat ditingkatkan di angka 1 yaitu 1,02. Yang mencerminkan keserasian optimal antar alat. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas meliputi kondisi medan kerja, kualitas jalan angkut, serta pola pemuatan. Penelitian ini memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan keserasian alat dan efektivitas produksi di lapangan.

Kata Kunci: Produktivitas, excavator Caterpillar 345, dump truck Axors, match factor, efisiensi kerja, tambang, keserasian alat, cycle time, jarak angkut.

Abstract:

This study was conducted at PT Dizamatra Powerindo, Site Lahat, to analyze the productivity of the loading equipment (Caterpillar 345 excavator) and hauling equipment (Axors dump truck). In mining operations, the efficiency and compatibility between the loading and hauling equipment are crucial for achieving optimal productivity. One important indicator for measuring equipment compatibility is the match factor, which reflects how well the loading and hauling equipment support each other in the operational process. This study aims to analyze the productivity of the Caterpillar 345 excavator and Axors dump truck, as well as to identify the factors affecting the productivity and work compatibility between the two equipment, to provide technical recommendations for improving production efficiency at PT Dizamatra Powerindo, Site Lahat.

The method used is a descriptive quantitative approach with primary data collection in the form of cycle time and hauling distance, along with secondary data such as equipment specifications and mining conditions. The results show that the productivity of the excavator is 239.13 tons/hour and the dump truck is 34.85 tons/hour, with an operational efficiency of 65%. The actual match factor of 0.73 indicates an imbalance in the workload between the loading and hauling equipment, resulting in waiting time for the excavator and decreased efficiency. By adding two dump trucks, the match factor can be increased to 1, which reflects optimal compatibility between the equipment. Factors influencing productivity include worksite conditions, road quality, and loading patterns. This study provides technical recommendations to improve equipment compatibility and production effectiveness on-site.

Keywords: Productivity, Caterpillar 345 excavator, Axors dump truck, match factor, work efficiency, mine, equipment compatibility, cycle time, transport distance

PENDAHULUAN

Batubara adalah bahan bakar hydro-carbon padat yang terbentuk dari tumbuhan-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama. Kegiatan penambangan batubara merupakan suatu proses yang kompleks dan membutuhkan koordinasi yang baik antara berbagai alat mekanis untuk mencapai efisiensi kerja yang optimal (Agung Setiawan et al., 2018; Fizarro et al., 2021; Muhammad Fahmi & Zaenal, 2022; Purwanto, 2015; Samosir et al., 2019; Saputra et al., 2022). Salah satu faktor kunci dalam proses coal getting adalah keserasian antara alat gali muat dan alat angkut. Keserasian ini sangat penting karena akan mempengaruhi efektivitas dan produktivitas kerja di lapangan. Apabila terjadi ketidakserasian antara alat gali muat dan alat angkut, maka proses pemindahan material dari front penambangan ke tempat penumpukan akan mengalami hambatan, yang pada akhirnya dapat menurunkan produktivitas dan menyebabkan waktu kerja menjadi tidak efektif (Oktaviana & Seto, 2017; Prihastono & Ekoanindiyo, 2022; Rachman et al., 2023).

Dalam praktiknya, kondisi ideal di lapangan sering kali sulit dicapai. Berbagai kendala teknis maupun non-teknis dapat menyebabkan tidak sinkronnya kerja antara alat gali muat dan alat angkut. Salah satu contohnya adalah adanya kerusakan pada salah satu unit alat berat, keterlambatan dalam perawatan, hingga kondisi medan yang berat pada area front penambangan. Medan yang tidak rata, kemiringan yang tinggi, serta adanya endapan batubara yang diselimuti oleh lapisan tanah penutup yang keras dapat memperlambat kinerja alat, baik dalam proses penggalian maupun pengangkutan.

Penelitian ini fokus pada analisis produktivitas alat gali muat Caterpillar 345 dan alat angkut dump truck Axors di PT Dizamatra Powerindo, Site Lahat, Sumatera Selatan. Penelitian ini mengangkat masalah penting terkait keserasian alat antara alat gali muat dan alat angkut yang berpengaruh signifikan terhadap

efisiensi dan produktivitas operasi pertambangan batubara. Penelitian sebelumnya, seperti yang disampaikan oleh Priyono et al. (1992), menekankan pentingnya koordinasi yang baik antara alat berat untuk mengoptimalkan produksi. Namun, penelitian yang membahas interaksi spesifik antara alat gali muat dan alat angkut di sektor pertambangan batubara masih terbatas. Sebagai contoh, penelitian oleh Fitri et al. (2020) mengkaji efisiensi alat berat dalam operasi pertambangan tetapi tidak fokus pada keserasian operasional antara jenis mesin tertentu. Begitu juga dengan penelitian Tirtawijaya et al. (2021) yang mengkaji produktivitas secara umum, namun tidak mengidentifikasi tantangan terkait sinkronisasi alat.

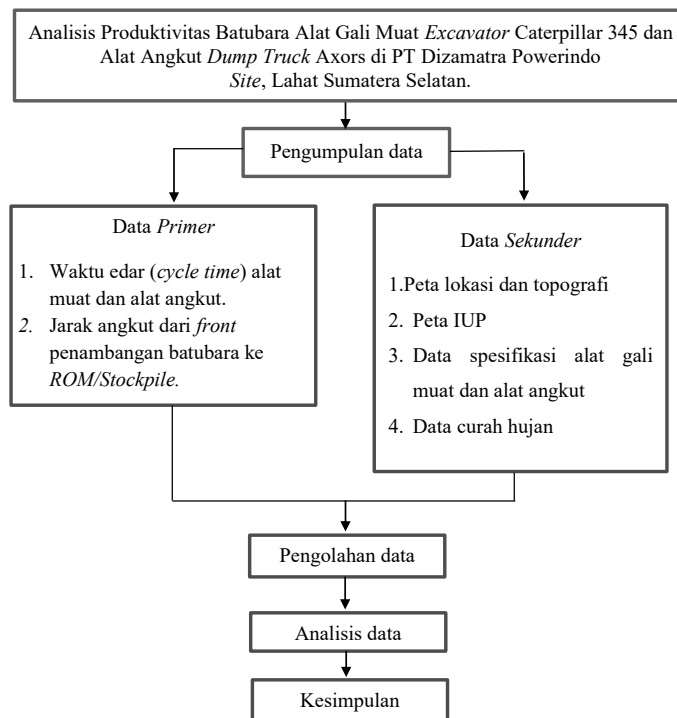
Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis menganggap penting untuk melakukan Analisis Produktivitas Batubara Alat Gali Muat Excavator Caterpillar 345 dan Alat Angkut Dump Truck Axors di PT Dizamatra Powerindo Site Lahat, Sumatera Selatan. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai kinerja alat serta rekomendasi perbaikan untuk mendukung pencapaian target produksi secara optimal.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif untuk menghitung produktivitas dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja mesin, serta memberikan rekomendasi praktis untuk meningkatkan efisiensi operasional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada literatur akademik tentang kinerja alat pertambangan dan membantu praktisi industri untuk mengoptimalkan mesin mereka demi produktivitas yang lebih baik dan efisiensi yang lebih tinggi. Dengan mengidentifikasi faktor kunci yang mempengaruhi keserasian alat dan menawarkan solusi yang tepat, penelitian ini memiliki nilai praktis yang signifikan bagi perusahaan tambang dan pembuat kebijakan di sektor pertambangan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Desa Kebur, Kecamatan Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan, tepatnya di Pit 4 Bottom PT Dizamatra Powerindo, dengan durasi penelitian selama satu bulan, dari tanggal 06 Januari hingga 06 Februari 2025. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, yang melibatkan beberapa tahapan penelitian. Dimulai dengan observasi lapangan, di mana peneliti melakukan kunjungan langsung dan pengamatan untuk mengumpulkan data primer dan sekunder yang relevan. Data primer yang dikumpulkan berupa waktu edar (cycle time) alat gali muat dan alat angkut, serta jarak angkut dari front penambangan ke Run Of Mine (ROM) atau stockpile. Data sekunder diperoleh dari literatur yang mencakup peta lokasi, topografi, IUP, curah

hujan, dan spesifikasi alat. Pengumpulan data dilakukan melalui studi pustaka untuk memperoleh informasi teoretis dan studi lapangan untuk pengamatan langsung. Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan dengan menggunakan rumus-rumus yang relevan untuk menghitung produktivitas alat dan keserasian alat gali muat dengan alat angkut, serta menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas. Hasil dari pengolahan data kemudian digunakan untuk menyusun kesimpulan sementara yang mengarah pada kesimpulan akhir dari penelitian ini. Penelitian ini juga menyertakan bagan alir yang menggambarkan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian untuk mempermudah pemahaman alur proses penelitian yang dijalankan. Bagan alir penelitian dari kegiatan penelitian yang dilakukan dengan tahapan dari penelitian Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Sumber: Peneliti (2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Di dalam kegiatan pemuatan dan pengangkutan batubara dari *front* penambangan ke *ROM/Stokpile 2* pada PT Dizamatra Powerindo Site Lahat yang dilakukan pada 06 Januari 2025 – 06 Februari 2025 menggunakan *excavator* Caterpillar 345 dengan kapasitas *bucket* 2,5 m³ fungsional dari *excavator* yaitu untuk melakukan pemuatan ke alat angkut sedangkan unit yang digunakan alat angkut yaitu *dump truck* Axors dengan kapasitas *vessel* 22 ton.

Cycle Time Excavator Caterpillar 345

Waktu Parameter *Digging excavator* Caterpillar 345

Jumlah Data (n) = 30 (Lampiran A1)

Min = 5,16 detik

Max = 8,73 detik
 $= 1 + 3,3 \log n$
 $= 5,87$

Jumlah Kelas = 6
 $= \frac{8,73 - 5,16}{6}$

Interval Kelas = 0,59

Tabel 1. Frekuensi *Digging*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
5,16 – 5,75	7	23,33	5,45	38,18
5,75 – 6,34	7	23,33	6,04	42,31
6,36 – 6,95	5	16,67	6,65	33,25
6,95 – 7,55	3	10,00	7,24	21,73
7,55 – 8,13	4	13,33	7,84	31,36
8,14 – 8,73	4	13,33	8,43	33,74
Total	30	100	41,69	200,59

Sumber: Penulis, (2025).

Nilai rata-rata waktu *digging* alat gali muat adalah:

$$= \frac{fi \times xi}{30}$$

$$= \frac{200,59}{30} = 6,68 \text{ detik}$$

Maka dari contoh perhitungan di atas dapat disimpulkan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat yaitu 18,46 detik. Untuk perhitungan parameternya selengkapnya bisa di lihat pada (lampiran A).

Cycle Time Dump Truck Axors

Waktu Parameter *Manuver Loading DT Axors*

Jumlah data (n) = 30 (Lampiran B.1)

Min = 26,42 Detik

Max = 36,81 Detik

$$= 1 + 3,3 \log n$$

$$= 5,87$$

Jumlah Kelas = 6

$$= \frac{36,81 - 26,42}{6}$$

Interval Kelas = 1,73

Tabel 2. Frekuensi *Manuver Loading*

Kelas	Frequency (fi)	Persentase	Nilai Tengah(xi)	fi * xi
26,42 – 28,15	2	6,67	27,28	54,57
28,15 – 29,88	8	26,67	29,01	232,12
29,88 – 31,61	17	56,67	30,74	522,66
31,61 – 33,34	2	6,67	32,47	64,95
33,34 – 35,07	1	3,33	34,20	34,20
35,07 – 36,81	0	0,00	35,93	0,00
Total	30	100	189,63	908,5

Sumber: Penulis, (2025)

Nilai rata-rata waktu *manuver loading* alat angkut adalah:

$$= \frac{fi \times xi}{30}$$

$$= \frac{908,5}{30} = 30,28 \text{ Detik}$$

Maka dari contoh perhitungan diatas dapat disimpulkan waktu edar (*cycle time*) alat angkut yaitu 1140,08 detik atau bisa dikoversikan ke menit menjadi 19.00 menit. Untuk perhitungan parameter-parameternya selengkapnya bisa di lihat pada (lampiran B).

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan apresiasi terhadap prestasi kerja atau perbandingan antara waktu kerja yang digunakan dengan waktu yang tersedia (Dua & Rumerung, 2022; Hamsinah, 2018; Lestari & Fatmarida, 2023; Mahulae, 2020; Munandar et al., 2019). Untuk mengetahui efisiensi kerja dari produksi alat *excavator* dan *dump truck*, harus diketahui terlebih dahulu waktu kerja yang

terdapat di PT Cipta Kridatama yang melakukan kegiatan *coal getting* di PT Dizamatra Powerindo.

Tabel 3. Efisiensi Kerja

Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
Shift 1		
06:00 – 12:00	Waktu Kerja	6 Jam
12:00 – 13:00	Waktu Istirahat	1 Jam
13:00 – 18:00	Waktu Kerja	5 Jam
Total Waktu Kerja		11 Jam
Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (Jam)
Shift 2		
18:00 – 00:00	Waktu Kerja	6 Jam
00:00 – 01:00	Waktu Istirahat	1 Jam
01:00 – 06:00	Waktu Kerja	5 Jam
Total Waktu Kerja		11 Jam

Sumber: Penulis, (2025)

Pada hari Jumat, istirahat siang dimulai dari jam 11.00 – 13.00 WIB sehingga jam kerja berkurang menjadi 21 jam.

Rata - rata jam efektif kerja menjadi :

$$\text{Jam kerja Harian} = \frac{(22 \times 6) + (21 \times 1) \text{ jam/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}}$$

$$\text{Jam kerja Harian} = \frac{132 \text{ jam} + 21 \text{ jam/minggu}}{7 \text{ hari/minggu}}$$

$$\text{Jam kerja Harian} = \frac{153}{7} = 21,85 \text{ jam}$$

$$\text{Jam kerja Harian} = 1,311 \text{ menit}$$

Tabel 4. Hambatan Kerja

Hambatan	Aktual / 1 Shift (Menit)
Hambatan yang Dapat dihindari	
- Terlambat Kerja	20
- Istirahat Terlalu Lama	10
- Berhenti Kerja Lebih Awal	10
Total	40
Hambatan yang Tidak Dapat dihindari	
- Inspeksi Unit	10
- Re-Fueling	15
- Perbaikan Dan Kerusakan Alat ditempat (Kerusakan Ringan)	25
- Perbaikan Front	15
- Slippery	120
Total	185

Total Keseluruhan Waktu

40+185=225

Sumber: Penulis, (2025)

$$\begin{aligned}\text{Waktu Kerja Efektif} &= 1.311 \text{ Menit} - 225 \text{ Menit} \times 2 \text{ Shift} \\ &= 1.311 - 450 \\ &= 861 \\ \text{Efisiensi Kerja} &= 861/1.311 \\ &= 0,65 \times 100\% \\ &= 65\%\end{aligned}$$

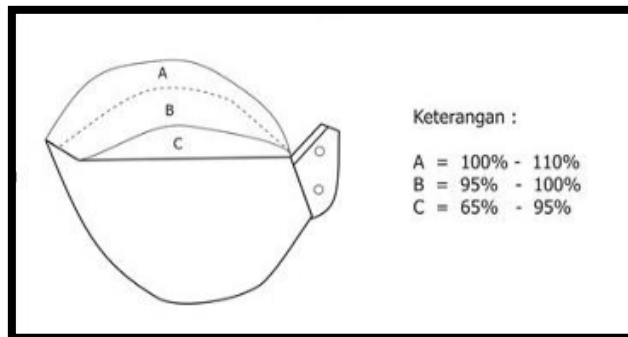
Bucket Fill Factor

Bucket fill factor adalah perbandingan antara *volume* material-material aktual didalam *bucket* dan *volume* kapasitas teoritis pada alat mekanis:

$$\text{Bff} = \frac{\text{kapasitas vassel/jumlah passing}}{\text{kapasitas bucket}} \times 100\%$$

$$\text{Bff} = \frac{22/9}{2,5} \times 100 \%$$

$$\text{Bff} = 0,98\%$$



Gambar 2. Ilustrasi *Fill Factor*

Sumber: *Face Fair Future*, (2021).

Swell Factor

Menurut Prodjosumarto, P., 1993, suatu material yang terdapat didalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik sehingga detik bagian atau ruang-ruang kosong yang terisi udara akan tetapi jika material tersebut digali dari tempat aslinya maka akan terjadi faktor pengembangan, *swell factor* yang ada di PT Dizamatra Powerindo dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. *Swell Factor*

Parameter Material dan <i>Constanta Productivity</i>	
Material	<i>Swell Factor</i>
<i>Blasting Material</i>	0,77
<i>Feeding Material</i>	0,80
<i>Ripping Material</i>	0,77
<i>Mud Material</i>	0,83

Sumber: PT Cipta Kridatama *site* Dizamatra Powerindo

Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas alat gali muat dapat dihitung setelah melakukan pengumpulan data secara aktual di *front* batubara dengan mencatat dan menghitung *cycle time* alat gali muat. Perhitungan produktivitas alat gali muat *excavator* Caterpillar 345 dapat menggunakan persamaan rumus:

$$Q = \frac{3600}{CTa} \times Kb \times Bff \times Sf \times Ek \dots \dots \dots (4.1)$$

Keterangan:

Efisiensi Kerja (EK)	= 65%
<i>Bucket Fill Factor</i> (BFF)	= 98 %
Kapasitas <i>Bucket</i> (KB)	= 2.5 m ³
<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,77
<i>Cycle Time</i> Alat gali muat (CTm)	= 18,46 detik

Diketahui:

$$Q = \frac{3600}{18,46 \text{ detik}} \times 2,5 \text{ m}^3 \times 98 \% \times 0,77 \times 65\%$$

$$Q = 239,13 \text{ Ton/jam}$$

Perhitungan Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut dapat dihitung setelah melakukan pengumpulan data secara aktual di *front* batubara dengan mencatat dan menghitung *cycle time* alat angkut. Perhitungan produktivitas alat angkut *dump truck* Axors dapat menggunakan persamaan rumus:

$$Q = Na \times \frac{60}{CTa} \times Kb \times BFF \times SF \times EK \dots \dots \dots (4.2)$$

Keterangan:

Jumlah <i>Passing</i> (Na)	= 9 kali
Waktu edar alat angkut (Cta)	= 19,00 menit
Kapasitas <i>bucket</i> (Kb)	= 2,5 m ³
<i>Bucket Fill Factor</i> (BFF)	= 98 %
Efisiensi kerja (Ek)	= 65%
<i>Swell Factor</i> (SF)	= 0,77

Diketahui:

$$Q = 9 \times \frac{60}{19,00 \text{ menit}} \times 2,5 \text{ m}^3 \times 98 \% \times 0,77 \times 65 \%$$

$$= 34,85 \text{ Ton/jam}$$

Menganalisis Keserasian Kinerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut *Match Factor Aktual*

Untuk mengetahui keserasian alat gali muat dan alat angkut dapat menggunakan persamaan berikut:

Rumus:

$$MF = \frac{Na \times n \times Ctm}{Nm \times Cta} \dots\dots\dots(4.3)$$

Diketahui:

Jumlah alat angkut (Na)	= 5 unit
Jumlah alat gali muat (Nm)	= 1 unit
Jumlah <i>passing</i> (n)	= 9 kali
Waktu edar alat angkut (Cta)	= 1140,08 detik
Waktu edar alat gali muat (Ctm)	= 18,46 detik

Jadi:

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

$$MF = \frac{5 \times 9 \times 18,46}{1 \times 1140,08}$$

$$MF = 0,73$$

Jadi *match factor* kerja dari alat gali muat dan alat angkut adalah 0,73 artinya terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat sehingga bekerja kurang maksimal, jika ingin mendapatkan sinkronisasi alat mendekati angka 1 harus dilakukan penambahan 2 (dua) unit alat angkut, maka efisiensi kerjanya akan meningkat, dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

Waktu edar alat gali muat	= 18,46 detik
Waktu edar alat angkut	= 1140,08 detik
Jumlah alat angkut	= 7 unit

Jumlah alat gali muat = 1 unit

Jumlah *passing* = 9 kali

Jadi:

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

$$MF = \frac{7 \times 9 \times 18,46}{1 \times 1140,08}$$

$$MF = 1,02$$

Dari hasil perhitungan di atas, nilai aktual *match factor* yang diperoleh dari *excavator* Caterpillar 345 dan *dump truk axors* mendekati angka 1 yaitu sebesar 0,87 dengan menggunakan 1 (satu) unit alat gali muat *excavator* Caterpillar 345 dan 7 (Tujuh) unit alat angkut *dump truck* Axors pada jarak tempuh 3400 meter. Jadi sebagai analisis disini untuk mendapatkan sinkronisasi alat dengan mendekati angka 1 maka penulis menambahkan 2 unit alat angkut.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat antara lain sebagai berikut.

Kondisi Front loading

Kondisi lapangan akan sangat berpengaruh pada kinerja alat gali muat dan alat angkut, pada saat penulis melakukan penelitian kondisi lapangan berair dan banyak *spoil* bisa dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Kondisi *Front* Penambangan

Sumber: Penulis (2025)

Kondisi Jalan Angkut

Kondisi jalan angkut dari *front* penambangan ke *ROM/Stokpile 2* sudah cukup baik dengan lebar jalan 20 meter. Akan tetapi ada saat berdebu ketika jalan terlalu kering maka akan dilakukan penyiraman secara berkala.



Gambar 4. Kondisi Jalan Angkut

Sumber: Penulis (2025)

Kondisi Cuaca

Hujan dapat membuat jalan licin, dan bisa menghentikan operasi sementara pada saat sesudah hujan jalan biasanya menjadi licin dan sedikit berlumpur. penurunan daya cengkram, ban alat berat kehilangan traksi memperlambat proses pengangkutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa produktivitas aktual excavator Caterpillar 345 mencapai 239,13 ton/jam, sedangkan produktivitas aktual dump truck Axors sebesar 34,85 ton/jam dengan jarak angkut 3.400 meter dari side wall barat ke ROM/Stokpile 2. Hasil analisis keserasian kerja alat (*match factor*) menunjukkan nilai aktual sebesar 0,73, kondisi ini masih jauh dari tingkat keserasian kerja yang ideal mendekati angka 1, sehingga diperlukan penambahan unit dump truck pada saat hauling agar produktivitas dapat meningkat. Selain itu, kinerja alat gali muat dan alat angkut dipengaruhi oleh beberapa faktor eksternal, antara lain kondisi front loading yang tidak kering, kondisi jalan yang licin pada saat hujan dan berdebu pada musim kemarau, serta kondisi cuaca dengan frekuensi hujan yang cukup tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Setiawan, M. R., Widodo, S., & Asmiani, N. (2018). Analisis capital budgeting untuk menilai kelayakan investasi dalam usaha penambangan batubara pada PT. Tuah Globe Mining Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Geomine*, 6(1). <https://doi.org/10.33536/jg.v6i1.176>
- Dua, I. L., & Rumerung, J. J. (2022). Kajian efisiensi dan efektivitas kerja karyawan bidang administrasi pada PT. Manado Media Grafika. *Jurnal MAPB*, 4(1).
- Fizarro, A., M., & S. (2021). Tingkat keekonomian kegiatan penambangan batubara PT. Citra Tobindo Sukses Perkasa berdasarkan metode discounted cash flow. *Jurnal Pertambangan*, 5(1). <https://doi.org/10.36706/jp.v5i1.62>
- Hamsinah, H. (2018). Pengaruh produktivitas, efisiensi dan kepuasan kerja terhadap perputaran karyawan bagian marketing Lempuk Syako Makassar. *Inovasi*, 5(1), 28–46. <https://doi.org/10.32493/inovasi.v5i1.y2018.p28-46>
- Lestari, S., & Fatmarida, L. (2023). Pengaruh efisiensi kerja dan motivasi kerja terhadap kinerja sales PT. Paragon Technology and Innovation. *Kinerja*, 5(2). <https://doi.org/10.34005/kinerja.v5i02.2705>
- Mahulae, D. Y. D. (2020). Analisis pengaruh efisiensi modal kerja, likuiditas, dan solvabilitas terhadap profitabilitas. *Jurnal Manajemen dan Akuntansi Medan*, 2(1). <https://doi.org/10.47709/jumansi.v2i1.2101>
- Muhammad Fahmi, & Zaenal. (2022). Perancangan desain pit penambangan batubara untuk memenuhi target produksi pada PT. X. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 2(1). <https://doi.org/10.29313/jrtp.v2i1.787>
- Munandar, A., Nurul Huda, & Mohamad Vebby Arirangga. (2019). Efisiensi penggunaan modal kerja pada PT. Holcim Tbk. *Jurnal Manajemen dan Keuangan*, 8(1).
- Oktaviana, A., & Seto, B. (2017). Perancangan tata letak mesin produksi untuk mengurangi biaya material handling pada industri logam. *Gaung Informatika*, 10(3).
- Prihastono, E., & Ekoanindiyo, F. A. (2022). Perancangan ulang tata letak produksi untuk mengurangi biaya material handling dengan pendekatan from to chart dan activity relationship chart. *Matrik: Jurnal Manajemen dan Teknik Industri Produksi*, 22(2). <https://doi.org/10.30587/matrik.v22i2.2741>
- Prodjosumarto, P. (1993). *Pemindahan tanah mekanis*. Institut Teknologi Bandung.
- Purwanto, R. D. (2015). Dampak sosial ekonomi dan lingkungan penambangan batubara ilegal di Desa Tanjung Lalang Kecamatan Tanjung Agung Kabupaten Muara Enim. Fakultas Sosial dan Ilmu Politik.
- Rachman, A., Widyaningrum, D., & Rizqi, A. W. (2023). Perancangan tata letak fasilitas untuk meminimalkan jarak material handling pada pabrik pupuk organik PT. Petrokopindo Cipta Selaras dengan metode ARC dan ARD. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 9(1). <https://doi.org/10.24014/jti.v9i1.22853>

- Samosir, O. I., Trides, T., & Dinna, F. (2019). Analisis investasi dan kelayakan ekonomi pada kegiatan penambangan batubara PT Pinggan Wahana Pratama job site PT Singlurus Pratama, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 7(1).
- Saputra, A. R., Ningsih, Y. B. B., & Suwardi, F. R. (2022). Coal losses pada kegiatan penambangan batubara di PT. X Sumatera Selatan. *Jurnal Pertambangan*, 5(4). <https://doi.org/10.36706/jp.v5i4.951>