

ANALISIS PRODUKTIVITAS EXCAVATOR VOLVO EC480DL PADA KEGIATAN *LOADING* BATUBARA DI PT. BUKIT ASAM BERDASARKAN *CYCLE TIME* DAN EFISIENSI KERJA

Sarmidi¹ ✉, Nurbaiti¹, Yulius Mases¹, Siti Nurjanah¹, Ni Wayan Desi Purwanti¹

¹Teknik Pengoperasian Alat Tambang, Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam, Sumatera Selatan, 31712, Indonesia

✉sarmidi@akipba.ac.id

Received 2 April 2026, Revised 3 June 2026, Accepted 22 June 2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat gali muat *Excavator* Volvo EC480DL pada kegiatan *loading* batubara di Pit 2 Bangko Barat PT. Bukit Asam Tbk. Produktivitas alat berat merupakan parameter penting dalam menentukan keberhasilan operasi penambangan, khususnya dalam pencapaian target produksi. Metode penelitian yang digunakan meliputi studi literatur, observasi lapangan, serta pengumpulan data primer dan sekunder. Parameter yang dianalisis meliputi waktu edar (*cycle time*), kapasitas bucket, faktor pengisian bucket (*bucket fill factor*), *swell factor*, dan efisiensi kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata *cycle time* alat sebesar 20 detik dengan efisiensi kerja sebesar 69%. Berdasarkan parameter tersebut, diperoleh nilai produktivitas sebesar 239 ton/jam. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa produktivitas alat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain kondisi front loading, kondisi jalan hauling, serta keterbatasan waktu kerja efektif. Meskipun demikian, hasil produksi bulanan menunjukkan bahwa target produksi yang ditetapkan perusahaan dapat tercapai. Oleh karena itu, peningkatan produktivitas dapat dilakukan melalui perbaikan kondisi operasional di lapangan, peningkatan keterampilan operator, serta optimalisasi waktu kerja efektif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi dan pengambilan keputusan dalam upaya peningkatan kinerja alat gali muat pada kegiatan penambangan batubara.

Kata Kunci: Produktivitas, Excavator, Loading Batubara, Cycle Time, Efisiensi Kerja

1. PENDAHULUAN

Kegiatan pertambangan batubara merupakan salah satu sektor strategis dalam mendukung kebutuhan energi nasional serta memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian

negara. Dalam operasionalnya, kegiatan penambangan melibatkan serangkaian proses yang saling terintegrasi, mulai dari pengupasan lapisan tanah penutup, penggalian, pemuatan, hingga pengangkutan material menuju *stockpile* [1]. Salah satu tahapan yang memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan produksi adalah proses pemuatan (*loading*), yang umumnya menggunakan alat gali muat berupa *excavator* [2]. Produktivitas alat gali-muat menjadi indikator utama dalam mengevaluasi kinerja operasional tambang [3], karena secara langsung memengaruhi pencapaian target produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Salah satu alat yang banyak digunakan dalam kegiatan ini adalah *Excavator Volvo EC480DL* yang dikenal memiliki kapasitas *bucket* besar dan kemampuan kerja yang tinggi [4], [5].

Produktivitas alat berat tidak hanya dipengaruhi oleh spesifikasi teknis alat, tetapi juga oleh berbagai faktor operasional di lapangan. Parameter utama yang memengaruhi produktivitas antara lain waktu edar (*cycle time*), kapasitas bucket, faktor pengisian bucket (*bucket fill factor*), *swell factor*, serta efisiensi kerja [6], [7], [8]. Produktivitas alat gali muat dapat dihitung berdasarkan kombinasi parameter-parameter tersebut, di mana semakin kecil nilai *cycle time* dan semakin tinggi efisiensi kerja, produktivitas alat akan semakin optimal. Selain itu, kondisi front loading, kondisi jalan hauling, serta keterampilan operator juga berperan penting dalam menentukan kinerja alat di lapangan [9], [10].

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji produktivitas alat mekanis pada kegiatan pertambangan. Efisiensi kerja dan kondisi operasional memiliki pengaruh signifikan terhadap produktivitas alat gali muat dan alat angkut [11], [12]. Sementara itu, waktu edar (*cycle time*) merupakan salah satu faktor dominan dalam menentukan tingkat produktivitas alat, di mana penurunan waktu siklus kerja dapat

meningkatkan output produksi secara signifikan [13], [14]. Penelitian lain juga menekankan pentingnya faktor pengisian *bucket* dan kondisi material dalam menentukan volume aktual material yang dapat dimuat dalam satu siklus kerja [15]. Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih bersifat umum dan belum secara spesifik mengkaji kondisi operasional aktual di lokasi tambang tertentu.

Berdasarkan kondisi di lapangan, terdapat indikasi bahwa produktivitas alat gali muat belum selalu mencapai kondisi optimal akibat adanya berbagai kendala teknis maupun non-teknis, seperti kondisi *front loading* yang kurang ideal, keterbatasan waktu kerja efektif, serta variasi keterampilan operator. Selain itu, belum dilakukan analisis yang komprehensif mengenai keterkaitan antara parameter operasional seperti *cycle time*, efisiensi kerja, dan faktor pengisian *bucket* terhadap produktivitas alat secara aktual. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian yang lebih mendalam untuk mengevaluasi kinerja alat gali muat serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi produktivitasnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat gali muat *Excavator* Volvo EC480DL pada kegiatan loading batubara, mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja alat, serta mengevaluasi kondisi operasional di lapangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tepat dalam upaya meningkatkan efisiensi dan produktivitas alat berat pada kegiatan penambangan batubara.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif analitis yang bertujuan untuk mengevaluasi produktivitas alat gali muat *excavator* Volvo EC480DL pada kegiatan loading batubara di Pit 2 Bangko Barat PT. Bukit Asam Tbk. Pendekatan ini dilakukan dengan mengolah data hasil pengamatan lapangan untuk memperoleh nilai produktivitas aktual serta menganalisis faktor-faktor yang memengaruhinya.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dengan melakukan pengukuran waktu edar (*cycle time*) alat gali muat, yang meliputi waktu penggalian (*digging*), waktu ayunan saat bucket berisi (*loaded swing*), waktu pembuangan material (*dumping*), serta waktu ayunan kosong (*empty swing*). Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap jumlah pengisian bucket ke alat angkut, kondisi front loading, serta aktivitas operasional alat. Data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, seperti kapasitas bucket alat, data waktu kerja, serta target produksi yang telah ditetapkan.

Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur untuk memahami konsep produktivitas alat berat dan faktor-faktor yang memengaruhinya. Selanjutnya dilakukan observasi lapangan untuk mengumpulkan data operasional secara langsung. Data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan menggunakan rumus produktivitas alat gali muat, yaitu berdasarkan parameter *cycle time*, kapasitas *bucket*, *bucket fill factor*, *swell factor*, dan efisiensi kerja. Efisiensi kerja dihitung

dengan membandingkan waktu kerja efektif terhadap waktu kerja tersedia.

Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata *cycle time*, efisiensi kerja, serta produktivitas alat dalam satuan ton per jam. Hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan target produksi yang telah ditetapkan untuk mengetahui tingkat pencapaian kinerja alat. Selain itu, dilakukan analisis terhadap faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas, baik faktor teknis maupun non-teknis, untuk memberikan rekomendasi perbaikan kinerja alat di lapangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan melalui metode observasi langsung di lapangan, khususnya pada area front loading. Pengamatan difokuskan pada alat gali-muat *Excavator* Volvo EC480DL dengan mengikuti siklus kerja (*ritase*) operator secara langsung. Waktu siklus (*cycle time*) pada alat gali-muat mencakup beberapa tahapan, yaitu waktu penggalian material (*digging*), waktu ayunan saat bucket berisi (*loaded swing*), waktu pembuangan material (*dumping*), dan waktu ayunan kosong (*empty swing*).

3.2 Pengolahan Data

Data hasil pengamatan langsung di lapangan kemudian dianalisis menggunakan formula perhitungan yang telah ditentukan. Perhitungan waktu siklus (*cycle time*) pada unit alat gali-muat *Excavator* Volvo EC480DL dilakukan berdasarkan hasil pencatatan aktivitas operasional di PIT 2 tambang banko barat.

Perhitungan Alat gali muat *Excavator* Volvo EC480DL yang digunakan untuk memuat material batubara dapat ditentukan dengan rumus di bawah ini:

$$C_{tm} = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \quad (1)$$

Berdasarkan data tersebut *cyle time* dapat diketahui dengan nilai modus (nilai yang sering muncul) di dapatkan rata-rata *cycle time* untuk alat gali muat *Excavator* Volvo EC480DL di pit 2 tambang banko barat yaitu 20 detik.

3.3 Jumlah Pengisian Alat Gali Muat Ke Alat Angkut

Pengisian *bucket* dapat dihitung dengan cara melakukan pengamatan langsung berapa banyaknya pengisian yang dilakukan oleh alat gali-muat *Excavator* Volvo EC480DL ke vessel alat angkut dump truck volvo 420fx. Hasil pengamatan dan pengolahan data didapatkan rata-rata pengisian dari excavator volvo 480dl ke vessel dump truck volvo 420fx yaitu sebanyak 10-11 kali pengisian untuk satu dump truck.

3.4 Perhitungan Efisiensi Kerja

Kegiatan operasional untuk memproduksi batubara di pit 2, tambang banko barat, PT. Bukit Asam Tbk. telah menetapkan jadwal waktu kerja dari hari senin sampai dengan hari minggu. Kegiatan penambangan batubara dilakukan oleh kontraktor PT. Putra Perkasa Abadi dan PT. Bukit Asam Kreatif dengan 2 shift kerja per hari, kegiatan berlangsung selama 12 jam setiap shiftnya dengan waktu istirahat 1 jam per shift. Penjelasan

mengenai variabel-variabel yang digunakan pada persamaan perhitungan produktivitas dan efisiensi kerja. Selain itu, seluruh persamaan juga telah diberikan nomor persamaan untuk memudahkan pembaca dalam memahami dan merujuk formula yang digunakan dalam penelitian. Adapun penjelasan variabel yang telah ditambahkan adalah sebagai berikut:

We = Waktu kerja efektif (jam)
Wt = Waktu kerja tersedia (jam)
Ek = Efisiensi kerja (%)
Ctm= Cycle time alat gali muat (detik)
Kb = Kapasitas bucket excavator (m³)
Bff = Bucket fill factor (%)
Sf = Swell factor
Qm = Produktivitas alat gali muat (ton/jam)
Qmb= Produksi bulanan (ton)

REVIEW EWH – MTD Juni 2025

OVERBURDEN		EWH		
	PLAN	MTD	ACH MTD (%)	
SPPH95 PIT2 RESTORASI	15,28	15,29	100%	
SPPH 17518 PIT2	15,23	12,83	84%	
SPPH 17443-1 PIT2	15,23	15,51	102%	
SPPH 95 PIT2	15,28	15,90	104%	

COAL GETTING		EWH		
	PLAN	MTD	ACH MTD (%)	
SPPH 95 PIT2	15,28	15,59	102%	

Jalur	Rain				Slippery				
	Plan	Actual Total Hours	Frequency	Ach %	Plan	Actual Total Hours	Frequency	Ach %	
Cipularang - MBZ	58,55	59,04	20	99%	22,89	20,18	14	113%	OB
Jagorawi - Kapalbetung	58,55	60,41	20	97%	22,89	22,92	15	100%	
Karawaci - Kapalbetung	58,55	50,84	16	115%	22,89	10,22	11	224%	
Bocimi - Kapalbetung	58,55	59,86	20	98%	22,89	19,90	15	115%	
Average MTD Juni 2025	58,55	57,89	19	101%	22,89	18,86	14	121%	

Jalur	Rain				Slippery				
	Plan	Actual Total Hours	Frequency	Ach %	Plan	Actual Total Hours	Frequency	Ach %	
Cipularang - MBZ	58,55	59,00	20	99%	22,89	16,81	14	136%	COAL
Karawaci - Kapalbetung	58,55	49,04	16	119%	22,89	13,79	12	166%	
Bocimi - Kapalbetung	58,55	27,09	10	216%	22,89	7,09	6	323%	
Average MTD Juni 2025	58,55	48,60	15	120%	22,89	13,86	11	165%	

Gambar 1. Data Plan EWH

Dengan data tersebut efisiensi kerja dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Ek = We/Wt \times 100\% \quad (2)$$

$$Ek = 15,28/22 \times 100\%$$

$$Ek = 69\%$$

$$Ek = 69 \% / 100\%$$

$$Ek = 0,69$$

3.5 Perhitungan Produktifitas Alat Gali Muat

Berikut merupakan hasil analisis data produktivitas alat gali-muat Excavator Volvo EC480DL pada kegiatan penambangan di pit 2 tambang bangko barat.

$$Qm = (3600/Ctm) \times Kb \times Bff \times Sf \times Ek \quad (3)$$

$$Ctm = 20 \text{ detik}$$

$$Kb = 2,9 \text{ m}^3$$

$$Bff = 90\%$$

$$Sf = 0,74$$

$$Ek = 0,69$$

$$Qm = (3600/20) \times 2,9 \times 90\% \times 0,74 \times 0,69$$

$$Qm = 239 \text{ ton/jam}$$

Tabel 1. Data Produksi Bulan Juni

	Total Produksi BB	Realisasi Produksi BB	Presentase Ketercapaian
PT. BAK	203.000,00 Ton	212.531,07 Ton	104,7 %
	467.000,00 Ton	516.094,15 Ton	110,51 %
SWK 1	670.000,00 Ton	728.625,22 Ton	108,75 %

Berikut ini disajikan hasil analisis data produksi bulanan dari alat gali-muat excavator volvo ec480dl yang digunakan dalam kegiatan penambangan di Pit 2, Tambang Bangko Barat.

Qmb = Produksi

Qm = Produktifitas

EWB = Waktu efektif kerja

na = Bulan Juni

nb = Jumlah alat yang produksi

$$Qmb = Qm \times EWB \times na \times nb \quad (4)$$

$$Qmb = 239 \times 15,28 \times 30 \times 2$$

$$Qmb = 219.115,02 \text{ ton}$$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas alat gali muat excavator Volvo EC480DL dipengaruhi oleh beberapa parameter operasional utama, yaitu cycle time, efisiensi kerja, bucket fill factor, swell factor, dan kapasitas produksi alat. Implikasi dari penelitian ini terhadap bidang pertambangan adalah pentingnya pengendalian parameter operasional alat berat untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi kegiatan loading batubara. Pada parameter cycle time (Ctm), peningkatan produktivitas dapat dilakukan melalui perbaikan kondisi front loading agar manuver alat lebih optimal, pengurangan waktu tunggu dump truck, penataan area kerja sehingga jarak ayunan bucket menjadi lebih pendek, serta pelaksanaan perawatan rutin alat untuk mengurangi keterlambatan operasional. Semakin kecil cycle time alat, maka produktivitas alat gali muat akan semakin meningkat.

Pada parameter efisiensi kerja (Ek), peningkatan produktivitas dapat dilakukan dengan mengurangi hambatan kerja yang dapat dihindari, meningkatkan disiplin waktu kerja operator, mengoptimalkan koordinasi antara alat gali muat dan alat angkut, serta menyusun jadwal kerja dan pergantian shift yang lebih efektif. Efisiensi kerja yang tinggi akan meningkatkan waktu kerja efektif alat sehingga produksi dapat lebih optimal. Pada parameter bucket fill factor (Bff), peningkatan dapat dilakukan melalui peningkatan keterampilan operator dalam teknik penggalian dan pengisian bucket, penyesuaian metode digging dengan karakteristik material, serta menjaga kondisi front agar material lebih mudah digali. Bucket fill factor yang optimal akan meningkatkan volume material yang termuat dalam setiap siklus kerja alat.

Sementara itu, pada parameter swell factor (Sf), produktivitas dapat ditingkatkan dengan mengendalikan fragmentasi material agar volume pengembangan material lebih stabil serta menyesuaikan metode pembongkaran dan pemuatan material sesuai kondisi lapangan. Pengendalian swell factor yang baik akan membantu memperoleh volume material yang lebih

sesuai dengan kapasitas alat. Selain itu, peningkatan kapasitas produksi alat dapat dilakukan dengan menyesuaikan jumlah alat angkut terhadap kapasitas excavator agar tidak terjadi antrian maupun idle time, serta melakukan monitoring produktivitas secara berkala sebagai bahan evaluasi kinerja alat. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan hasil perhitungan produktivitas alat gali muat, tetapi juga memberikan rekomendasi teknis yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kinerja operasional alat berat pada kegiatan penambangan batubara.

Berdasarkan data aktual di lapangan, excavator Volvo EC480DL memiliki rata-rata cycle time sebesar 20 detik dengan efisiensi kerja sebesar 69%, sehingga diperoleh produktivitas aktual sebesar 239 ton/jam. Untuk memperkuat analisis penelitian, dilakukan perbandingan antara data aktual operasional di lapangan dengan spesifikasi standar (factory specification) dari unit excavator Volvo EC480DL. Berdasarkan spesifikasi factory dari Volvo Construction Equipment, excavator Volvo EC480DL memiliki kapasitas bucket standar sekitar 2,1–3,8 m³ dengan cycle time operasional yang secara teoritis dapat berada pada kisaran 16–18 detik pada kondisi kerja ideal. Selain itu, efisiensi kerja alat pada kondisi optimal umumnya dapat mencapai lebih dari 80%.

Apabila dibandingkan dengan kondisi aktual di lapangan, cycle time aktual sebesar 20 detik menunjukkan adanya selisih waktu kerja dibandingkan kondisi ideal *factory*. Demikian pula, efisiensi kerja aktual sebesar 69% masih berada di bawah efisiensi optimal alat. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor operasional di lapangan, seperti kondisi front loading yang kurang ideal, waktu tunggu alat angkut, kondisi material batubara, hambatan operasional, serta keterampilan operator dalam pengoperasian alat. Gap antara spesifikasi factory dan kondisi aktual ini menunjukkan bahwa produktivitas alat masih dapat ditingkatkan melalui optimalisasi parameter operasional. Upaya peningkatan tersebut dapat dilakukan dengan memperbaiki kondisi area kerja agar manuver alat lebih efisien, mengurangi delay time, meningkatkan koordinasi antara alat gali muat dan alat angkut, melakukan preventive maintenance secara rutin, serta meningkatkan kemampuan operator melalui pelatihan teknis. Dengan adanya perbandingan antara spesifikasi factory dan kondisi aktual di lapangan, hasil penelitian menjadi lebih komprehensif karena rekomendasi peningkatan produktivitas didasarkan pada data pembandingan yang jelas dan terukur. Hal ini juga menunjukkan tingkat pencapaian kinerja aktual alat terhadap standar performa yang direkomendasikan oleh pabrikan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, produktivitas alat gali muat excavator Volvo EC480DL pada kegiatan loading batubara di Pit 2 Bangko Barat PT. Bukit Asam Tbk. diperoleh sebesar 239 ton/jam dengan rata-rata cycle time 20 detik dan efisiensi kerja 69%. Produktivitas alat dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu waktu edar (cycle time), efisiensi kerja, kondisi front loading, kondisi jalan hauling, serta keterampilan operator. Faktor-faktor tersebut berkontribusi terhadap kinerja alat dalam

proses pemuatan batubara. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kinerja alat gali muat secara umum telah mampu mencapai target produksi bulanan yang ditetapkan perusahaan. Namun demikian, peningkatan produktivitas masih dapat dilakukan melalui optimalisasi waktu kerja efektif, perbaikan kondisi operasional di lapangan, serta peningkatan keterampilan operator.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Bukit Asam Tbk. yang telah memberikan izin dan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini, sehingga kegiatan pengambilan data di lapangan dapat berjalan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam (AKIPBA) atas dukungan akademik yang diberikan selama proses penelitian. Selain itu, penulis mengapresiasi kontribusi seluruh pihak di lokasi penelitian yang telah membantu dalam pengumpulan data dan memberikan arahan selama kegiatan berlangsung.

REFERENSI

- [1] S. E. Fitri Setiabudi, *Internal Audit untuk Industri Pertambangan Batubara: Pendekatan Praktis dan Pengalaman Lapangan*. Penerbit KBM Indonesia, 2025.
- [2] S. G. Ercelebi and A. Bascetin, "Optimization of shovel-truck system for surface mining," *J. South. Afr. Inst. Min. Metall.*, vol. 109, no. 7, pp. 433–439, 2009.
- [3] I. Nuryanneti, S. Nurjanah, and E. Prasetyo, "Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Shovel Komatsu PC 3000 Di Penambangan Pit 2 Swakelola 1 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk.," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*, vol. 3, no. 2, pp. 283–289, 2025.
- [4] M. A. Erliyah, "analisis produktivitas penggunaan alat berat excavator pada penambangan pasir di desa kediri kecamatan kediri kabupaten lombok barat," *Natural Resources And Enviromental Management*, vol. 2, no. 2, 2024.
- [5] R. S. Reddy *et al.*, "Optimization of Shovel-Dumper Combination-A Case Study," *International Journal of Vehicle Structures & Systems*, vol. 16, no. 3, pp. 472–477, 2024.
- [6] F. Kahandanie and D. M. R. Kartika, "Optimalisasi Produktivitas Alat Berat Galian Dan Timbunan Konstruksi Perumahan Balikpapan," *Jurnal Multidisiplin Dehasen (MUDE)*, vol. 4, no. 2, pp. 309–318, 2025.
- [7] A. Kaprina, S. Winarto, and Y. C. S. Purnomo, "Analisa Produktifitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Syariah Dan Ilmu Hukum Iain Tulungagung," *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2018.
- [8] F. Y. Mokoagow and B. Anondho, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Excavators Pada Pekerjaan Galian Di Solo Dan Manado," *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, pp. 123–132, 2023.
- [9] A. Assidiqi and J. W. Rosalinda, "Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut pada Kegiatan

Pengupasan Overburden untuk Mencapai Target Produksi Optimizing Productivity of Digging-Loading and Hauling Equipment on Overburden Stripping Activity to Achieve Production Targets,” *Jurnal GEOSAPTA*, vol. 8, no. 02, 2022.

- [10] S. Sarmidi, I. Nuryanneti, and R. D. Prayoga, “Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Excavator Volvo 480 dan Alat Angkut Dump Truck Volvo 400 Pada Penambangan Batubara Di PIT 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk.,” *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains*, vol. 1, no. 2, pp. 53–60, 2023.
- [11] N. U. Utami, H. Hatinurhaliza, M. B. Kurniawan, and D. P. Aqila, “Analisis Efektivitas Sinkronisasi Alat Gali-Muat dan Angkut Terhadap Produktivitas Tambang Batubara di PT Cakra Bumi Energi, Muara Enim, Sumatera Selatan,” *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, vol. 17, no. 1, pp. 1155–1162, 2025.
- [12] W. G. M. Sinaga and A. Sinaga, “Analisis Sensitivitas Produktivitas Alat Berat Terhadap Faktor Cuaca dan Kondisi Jalan Di Area Tambang: Sensitivity Analysis of Heavy Equipment Productivity to Weather Factors and Road Conditions in The Mining Area,” *Jurnal Teknik Pertambangan*, vol. 26, no. 1, pp. 24–30, 2026.
- [13] S. M. Zahra, “Analisis Pengaruh Sudut Swing terhadap Cycle Time Alat Gali Muat pada Kegiatan Overburden Removal Di PT Kalimantan Prima Persada, Jobsite Indexim,” *Journal PEP Bandung*, vol. 3, no. 1, pp. 66–85, 2026.
- [14] D. Sjarifudin, “Peningkatan produktivitas alat muat sekelas OHT CAT 777 di pertambangan batubara dengan pendekatan quality control circle,” *Jurnal Teknik Industri*, 2016.
- [15] Z. Zalsabila, A. S. Munir, and S. Bakri, “Studi Perhitungan Alat Gali Muat dan Alat Angkut untuk Keperluan Kegiatan Barging pada PT Wita Prapanca Mineral,” *Journal of Mining Insight*, vol. 3, no. 4, pp. 108–113, 2025.