

Analisis Efisiensi Dump Truck dalam Pengangkutan Tanah pada Proyek Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B

Solihin^{a,1,*}, Paikun^{b,2}

^a Prodi Teknik Sipil Universitas Nusa Putra, Jl. Raya Cibolang No. 21, Kabupaten Sukabumi 43152

^b Fakultas Engineering, Computer dan Desain Universitas Nusa Putra, Jl. Raya Cibolang No. 21, Kabupaten Sukabumi 43152

¹ solihin21@nusaputra.ac.id*, 2 paikun@nusaputra.ac.id

* Corresponding Author

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas dump truck dalam pengangkutan tanah pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B. Masalah utama yang dihadapi adalah ketidakseimbangan dalam siklus kerja dump truck yang menyebabkan waktu tunggu yang signifikan, sehingga memengaruhi produktivitas alat berat secara keseluruhan. Metodologi penelitian ini menggunakan pendekatan survei lapangan untuk memperoleh data primer terkait jumlah dan performa alat berat, serta analisis kuantitatif terhadap waktu siklus dump truck, yang mencakup waktu muat, angkut, kembali, dan waktu tunggu. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu tunggu dump truck mencapai 65,67 menit dari total waktu siklus 162 menit, yang menunjukkan adanya ketidakefisienan signifikan dalam proses pengangkutan tanah. Evaluasi hasil penelitian ini menunjukkan bahwa produktivitas dapat ditingkatkan dengan mengurangi waktu tunggu dan mengoptimalkan koordinasi antara dump truck dan excavator. Rekomendasi yang diusulkan adalah peningkatan manajemen waktu siklus kerja alat berat dan perencanaan yang lebih efisien untuk mencapai produktivitas yang lebih optimal dan mempercepat penyelesaian proyek.

ABSTRACT

This study aims to analyze the productivity of dump trucks in soil transportation during the construction of the Jakarta-Cikampek Toll Road Section II B. The primary issue encountered is the imbalance in the dump truck work cycle, leading to significant idle time, which negatively impacts the overall productivity of the heavy equipment. The research methodology involves field surveys to collect primary data on the number and performance of the heavy equipment, as well as quantitative analysis of the dump truck cycle time, which includes loading, transporting, returning, and idle time. The analysis results show that the dump truck experiences 65.67 minutes of idle time out of a total cycle time of 162 minutes, indicating significant inefficiencies in the soil transportation process. The evaluation of these findings suggests that productivity can be enhanced by reducing idle time and improving coordination between the dump trucks and excavators. The study recommends optimizing the management of the equipment work cycle and improving planning processes to achieve higher productivity and expedite the project's completion.

KATA KUNCI

Produktivitas
Dump truck
Pengangkutan tanah
Pekerjaan tanah
Jalan tol

KATA KUNCI

Productivity
Dump truck
Soil transportation
Earthworks
Toll road



1. Pendahuluan

Proyek infrastruktur jalan tol berperan penting dalam mendukung kebutuhan transportasi masyarakat, terutama di area perkotaan dengan kepadatan lalu lintas yang tinggi [1]. Dalam proyek skala besar seperti ini, alat berat seperti dump truck memiliki peran esensial untuk mempercepat proses pengangkutan material tanah dari lokasi penggalian ke lokasi pembuangan [2]. Namun, seringkali terjadi ketidakefisienan dalam penggunaan dump truck yang mengakibatkan waktu tunggu yang panjang, memperlambat laju pekerjaan, dan meningkatkan biaya operasional [3].

Penelitian ini berfokus pada analisis produktivitas dump truck dalam pekerjaan pengangkutan tanah pada proyek konstruksi Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B. Penggunaan alat berat dalam pekerjaan tanah menghadapi tantangan besar dalam hal manajemen waktu dan koordinasi alat berat lainnya seperti excavator [4]. Salah satu masalah yang muncul adalah waktu tunggu dump truck yang lama akibat ketidakseimbangan antara waktu muat dan siklus kerja lainnya, yang berujung pada penurunan produktivitas dan perpanjangan durasi proyek [5].

Masalah utama dalam penelitian ini adalah ketidakefisienan produktivitas dump truck, khususnya terkait waktu tunggu yang berlebihan dalam siklus kerja alat berat [6]. Waktu tunggu ini terjadi karena ketidakseimbangan dalam durasi waktu muat, waktu angkut, waktu kembali, dan waktu tunggu dump truck, yang pada akhirnya memengaruhi produktivitas serta meningkatkan biaya operasional proyek. Untuk itu, penelitian ini bertujuan menganalisis produktivitas dump truck dan mengidentifikasi solusi untuk mengurangi waktu tunggu serta meningkatkan efisiensi operasional alat berat.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, pertanyaan riset yang diangkat adalah: (1) Bagaimana produktivitas dump truck dalam pengangkutan tanah pada proyek Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B? (2) Apa faktor utama yang menyebabkan ketidakefisienan dalam waktu siklus kerja dump truck? (3) Bagaimana cara mengurangi waktu tunggu dump truck dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan?

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas dump truck dengan fokus pada identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas dan efisiensi alat berat [7], Selain itu, penelitian ini juga bermaksud memberikan rekomendasi praktis yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi operasional dump truck, dengan mengoptimalkan koordinasi antara dump truck dan excavator, serta mengurangi waktu tunggu secara signifikan [8].

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah tercapainya peningkatan produktivitas dump truck, sehingga dapat mempercepat penyelesaian proyek konstruksi jalan tol dan menekan biaya operasional proyek [9], Kontribusi utama dari penelitian ini adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas alat berat dalam pekerjaan pengangkutan tanah [10], Rekomendasi dari penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan pada proyek jalan tol lainnya, serta menjadi acuan bagi manajemen proyek dalam pengambilan keputusan terkait manajemen alat berat [11].

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei lapangan dan analisis data [12], [13]. Tahapan metodologi yang digunakan dalam penelitian ini diuraikan lebih lanjut.

A. Pengumpulan Data Primer dan Sekunder

Data primer diperoleh melalui survei langsung di lapangan untuk mengukur kinerja dump truck dalam pengangkutan tanah pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B. Data yang dikumpulkan meliputi waktu siklus dump truck, yang terdiri dari waktu muat, waktu angkut, waktu buang, dan waktu kembali, serta waktu tunggu [14]. Selain itu, data mengenai jumlah dump truck dan alat berat lainnya yang terlibat juga akan direkam.

Data sekunder diperoleh dari literatur terkait produktivitas alat berat dalam proyek konstruksi, referensi standar produktivitas dari pabrik alat berat, dan laporan teknis proyek yang sedang berlangsung [15].

B. Pengukuran Waktu Siklus Dump Truck

Pengukuran dilakukan terhadap setiap tahapan dalam siklus kerja dump truck, yang mencakup: 1) Waktu muat (W_m) adalah waktu yang dibutuhkan excavator untuk memuat tanah ke dalam bak dump truck [16]. 2) Waktu angkut (W_a) adalah waktu yang dibutuhkan dump truck untuk mengangkut tanah dari lokasi penggalian ke lokasi pembuangan [17]. 3) Waktu buang (W_b) adalah waktu yang dibutuhkan dump truck untuk membuang tanah di lokasi pembuangan [18]. 4) Waktu kembali (W_k) adalah waktu yang dibutuhkan dump truck untuk kembali ke lokasi penggalian setelah

membuang tanah [19]. 5) Waktu tunggu (W_t) adalah waktu di mana dump truck harus menunggu sebelum melanjutkan siklus berikutnya [20]. Pengukuran waktu siklus dump truck dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$CT = W_m + W_a + W_b + W_k + W_t \quad (1)$$

Dimana; W_m adalah waktu muat, W_a adalah waktu angkut, W_b adalah waktu buang, W_k adalah waktu kembali, dan W_t adalah waktu tunggu.

C. Analisis Produktivitas Dump Truck

Analisis dilakukan untuk mengukur produktivitas dump truck berdasarkan rumus kapasitas produksi yang digunakan di lapangan menggunakan persamaan 2 [21].

$$Q = \frac{q \times E}{CT} \quad (2)$$

Di mana; Q adalah produktivitas dump truck (m^3/jam), q adalah kapasitas bak dump truck (m^3), $\frac{60}{Ct}$ = Waktu siklus/jam, CT adalah waktu tetap/waktu siklus, dan E adalah Efisiensi kerja.

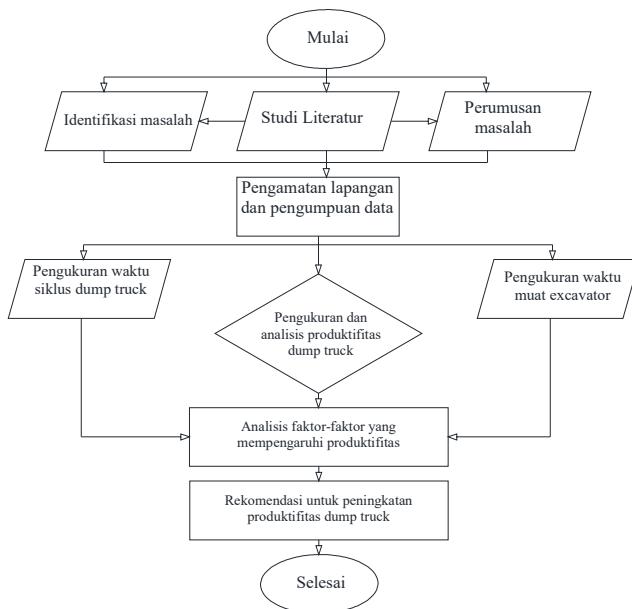
D. Evaluasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Setelah melakukan pengukuran waktu siklus dan menghitung produktivitas, dilakukan evaluasi terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas. Faktor-faktor tersebut mencakup efisiensi operator, kondisi medan, cuaca, kondisi alat, serta manajemen lapangan.

E. Rekomendasi untuk Peningkatan Produktivitas

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi, penelitian ini akan memberikan rekomendasi untuk meningkatkan produktivitas dump truck, terutama dalam pengurangan waktu tunggu dan optimasi siklus kerja dump truck dan excavator. Rekomendasi ini akan mencakup peningkatan manajemen alat berat dan perbaikan dalam pengaturan waktu operasional.

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data, yang mencakup data primer dari survei lapangan dan data sekunder dari literatur dan referensi teknis. Langkah berikutnya adalah pengukuran waktu siklus dump truck yang mencakup waktu muat, angkut, buang, kembali, dan tunggu. Setelah data siklus terkumpul, analisis produktivitas dump truck dilakukan untuk menghitung kapasitas pengangkutan yang efektif. Tahapan ini seperti dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur penelitian

Gambar alur penelitian menunjukkan pendekatan sistematis yang digunakan untuk menganalisis produktivitas dump truck. Diagram ini menggambarkan alur penelitian sebagai rangkaian langkah-langkah bertingkat, di mana setiap tahapan bergantung pada hasil dari tahap sebelumnya. Dimulai dengan pengumpulan data sebagai fondasi penelitian, setiap langkah berikutnya memperdalam analisis terhadap kinerja alat berat. Pada tahap akhir, evaluasi faktor-faktor dan rekomendasi digunakan untuk memberikan solusi langsung terhadap masalah yang diidentifikasi. Diagram ini menunjukkan pendekatan linear dan berfokus, menekankan pentingnya setiap tahap dalam menghasilkan rekomendasi berbasis data untuk peningkatan produktivitas alat berat dalam proyek jalan tol.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Waktu Siklus Dump Truck

Berdasarkan data yang ada pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B, waktu siklus dump truck dapat dihitung dengan mempertimbangkan beberapa komponen utama. Siklus dump truck terdiri dari waktu muat, waktu angkut, waktu buang, waktu kembali, dan waktu tunggu. Berdasarkan pengamatan dan pendataan dilapangan diketahui bahwa; kapasitas dump truck: $23,47 \text{ m}^3$, kecepatan dump truck (bermuatan): 30 km/jam, kecepatan dump truck (kosong): 50 km/jam, jarak angkut: 25 km, waktu muat (excavator): 15,33 menit, waktu buang: 1 menit, efisiensi kerja alat: 0,9, waktu tunggu: 65,67 menit. Maka waktu angkut (Wa) dapat dihitung menggunakan persamaan 3 dan waktu Kembali (Wk) dapat dihitung menggunakan persamaan 4.

$$Wa = \frac{25\text{km}}{30\text{km/jam}} \times 60 = 50 \text{ menit} \quad (3)$$

$$Wk = \frac{25\text{km}}{50\text{km/jam}} \times 60 = 30 \text{ menit} \quad (4)$$

Berdasarkan analisis data diatas maka waktu siklus dump truck dihitung berdasarkan persamaan 1 adalah:

$$CT = 15,33 + 50 + 1 + 30 + 65,67 = 162 \text{ menit}$$

Sehingga dapat diketahui bahwa setiap siklus dump truck membutuhkan waktu 162 menit atau 2,7 jam untuk satu kali perjalanan. Dari hasil analisis waktu siklus dump truck, terlihat bahwa waktu tunggu (65,67 menit) merupakan komponen yang signifikan dalam waktu siklus dump truck. Waktu tunggu ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan dalam koordinasi antara dump truck dan excavator, di mana dump truck harus menunggu excavator untuk menyelesaikan siklus muat berikutnya. Untuk meningkatkan produktivitas, diperlukan pengurangan waktu tunggu dengan cara meningkatkan efisiensi alat atau meningkatkan jumlah alat berat yang terlibat agar tidak terjadi antrian

3.2. Analisis waktu muat excavator

Berdasarkan data dari proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B, waktu muat excavator merupakan salah satu komponen penting dalam siklus pengangkutan tanah oleh dump truck. Waktu muat adalah waktu yang dibutuhkan oleh excavator untuk memuat tanah ke dalam bak dump truck. Diketahui bahwa kapasitas produksi excavator: $90 \text{ m}^3/\text{jam}$, dan kapasitas bak dump truck: $23,47 \text{ m}^3$, maka waktu muat dihitung dengan membagi kapasitas bak dump truck dengan kapasitas produksi excavator menggunakan persamaan 5.

$$Wm = \frac{\text{kapasitas bak dump truck}}{\text{kapasitas produksi excavator}} = \frac{23,47\text{m}^3}{90\text{m}^3/\text{jam}} = 15,65 \text{ menit} = 0,2608\text{jam} \quad (5)$$

Hasil ini menunjukkan bahwa excavator membutuhkan waktu rata-rata 15,65 menit untuk memuat satu dump truck. Waktu muat ini cukup seimbang dengan komponen waktu siklus lainnya, namun masih ada potensi untuk mempercepat proses ini melalui peningkatan keterampilan operator atau penggunaan excavator dengan kapasitas yang lebih besar.

3.3. Analisis produktivitas dump truck

Setelah menganalisis waktu siklus dump truck pada proyek pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B, langkah selanjutnya adalah menghitung produktivitas dump truck. Produktivitas alat berat sangat penting dalam menentukan berapa banyak material (dalam hal ini, tanah) yang dapat diangkut dalam satu jam kerja. Produktivitas dump truck dihitung berdasarkan waktu siklus yang telah diperoleh sebelumnya serta kapasitas muatan dump truck. Diketahui sebelumnya bahwa kapasitas bak truck adalah $23,47 \text{ m}^3$, waktu siklus adalah 2,7 jam, maka produktivitas dump truck dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$Q = \frac{23,47 \times 0,9}{2,7} = \frac{21,123}{2,7} = 7,82 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jadi, produktivitas dump truck dalam satu jam adalah $7,82 \text{ m}^3/\text{jam}$. Diketahui bahwa dump truck beroperasi selama 13 jam dalam satu hari, maka total volume tanah yang dapat diangkut per hari dihitung menggunakan persamaan 6.

$$\text{Produktifitas dump truck sehari} = 7,82 \times 13 \text{ jam} = 1101,66 \text{ m}^3/\text{hari} \quad (6)$$

Berdasarkan hasil analisis, produktivitas dump truck dalam mengangkut tanah adalah $7,82 \text{ m}^3/\text{jam}$, dengan total volume pengangkutan harian sebesar $101,66 \text{ m}^3/\text{hari}$. Produktivitas ini dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya; 1) Waktu tunggu sebesar 65,67 menit memberikan kontribusi signifikan terhadap rendahnya produktivitas. Jika waktu tunggu dapat dikurangi, produktivitas akan meningkat secara langsung, 2) Efisiensi alat yang diasumsikan sebesar 90% juga memainkan peran penting dalam produktivitas. Efisiensi ini bergantung pada keterampilan operator dan kondisi medan. Dengan total waktu siklus sebesar 162 menit, setiap dump truck dapat menyelesaikan sekitar 5 siklus penuh per hari. Meningkatkan jumlah siklus per hari, misalnya dengan mengurangi waktu tunggu, akan berdampak pada peningkatan volume pengangkutan tanah.

3.4. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktifitas

Produktivitas dump truck dalam proyek pengangkutan tanah pada pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, termasuk kondisi alat berat, keterampilan operator, kondisi medan, manajemen waktu, serta ketersediaan dan pemeliharaan alat. Dump truck yang beroperasi dengan kapasitas bak $23,47 \text{ m}^3$ dan efisiensi 90% mengalami waktu tunggu yang signifikan sebesar 65,67 menit per siklus. Kondisi medan yang buruk, seperti jalan berlumpur atau tidak rata, juga memperlambat kecepatan angkut dan kembali dump truck, yang pada akhirnya menurunkan produktivitas harian alat berat. Faktor cuaca seperti hujan turut memperburuk kondisi kerja di lapangan.

Manajemen proyek yang tidak optimal, termasuk ketidakseimbangan antara jumlah dump truck dan excavator, menyebabkan ketidakefisienan operasional yang mempengaruhi produktivitas secara keseluruhan. Selain itu, perawatan alat yang tidak memadai juga menjadi faktor penentu keberlangsungan operasi dump truck dan excavator. Untuk mengatasi masalah ini, perlu dilakukan peningkatan perencanaan dan penjadwalan yang lebih baik, perbaikan infrastruktur jalan di lapangan, serta pengelolaan lapangan yang lebih efektif guna meminimalkan waktu tunggu dan meningkatkan produktivitas.

3.5. Rekomendasi untuk Peningkatan Produktivitas Dump Truck

Berdasarkan analisis waktu muat dan waktu tunggu, rekomendasi utama adalah penambahan excavator untuk menyeimbangkan siklus kerja dump truck dan mengurangi waktu idle yang signifikan. Saat ini, waktu muat satu dump truck oleh excavator adalah 15,65 menit, sedangkan waktu tunggu dump truck mencapai 65,67 menit, menunjukkan adanya waktu idle sekitar 50 menit. Untuk menghitung jumlah excavator yang diperlukan, kita akan menyeimbangkan waktu muat dan siklus dump truck agar waktu tunggu dump truck minimal.

Waktu idle dump truck = $65,67 \text{ menit} - 15,65 \text{ menit} = 50 \text{ menit}$ (waktu tunggu yang ingin dikurangi per siklus), sehingga penambahan excavator dapat dihitung menggunakan persamaan 7.

$$\text{Excavator tambahan} = \frac{\text{total waktu tunggu} - \text{waktu muat}}{\text{waktu muat excavator}} = \frac{55,67 - 15,65}{15,65} \approx 3,2 \quad (7)$$

Agar produktifitas dump truck maksimal maka perlu penambahan excavator sebanyak 3 unit. Dengan menambahkan tiga excavator, dump truck dapat dimuat lebih sering dan mengurangi waktu tunggu dari 65,67 menit menjadi hampir nol. Hal ini memungkinkan dump truck untuk beroperasi dengan produktivitas lebih tinggi, meminimalkan waktu idle, dan mempercepat proses pengangkutan tanah secara keseluruhan. Strategi ini akan meningkatkan aliran kerja dan menurunkan biaya operasional proyek, mengoptimalkan waktu dan sumber daya yang tersedia.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa produktivitas dump truck dalam proyek pengangkutan tanah pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek Seksi II B masih mengalami ketidakefisiuran yang signifikan akibat tingginya waktu tunggu sebesar 65,67 menit per siklus. Analisis menunjukkan bahwa ketidakseimbangan antara waktu muat excavator dan siklus kerja dump truck menjadi faktor utama yang menghambat produktivitas, dengan waktu muat rata-rata hanya 15,65 menit. Penambahan tiga unit excavator direkomendasikan untuk mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi, sehingga dump truck dapat beroperasi lebih optimal dan proyek dapat selesai lebih cepat dengan biaya operasional yang lebih terkendali. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan panduan untuk optimasi penggunaan alat berat dalam proyek konstruksi serupa, yang berpotensi meningkatkan produktivitas dan efisiensi waktu serta biaya. Sebagai saran untuk penelitian lanjutan, pemanfaatan teknologi pemantauan real-time serta evaluasi lebih lanjut terhadap kondisi medan dan faktor eksternal lainnya dapat memperkaya pendekatan dalam mengelola produktivitas alat berat secara keseluruhan di lapangan.

Acknowledgment

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Nusa Putra, khususnya Fakultas Engineering, Computer, dan Desain serta Program Studi Teknik Sipil, atas dukungan yang diberikan selama penelitian ini. Ucapan terima kasih yang mendalam juga disampaikan kepada Bapak Paikun, selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, saran, dan motivasi yang sangat berharga dalam penyelesaian penelitian ini. Selain itu, terima kasih juga kepada tim pembimbing lapangan dari proyek yang telah menyediakan akses dan dukungan teknis di lapangan sehingga penelitian dapat terlaksana dengan lancar. Tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak tersebut, penelitian ini tidak akan berjalan sebaik ini.

References

- [1] S. Aulia, S. N. Anisa, A. Indah, M. A. K. Dipa, and M. Panorama, "Analisis peran infrastruktur dalam pertumbuhan ekonomi pembangunan di Kota Palembang," *J. Publ. Ekon. Dan Akunt.*, vol. 4, no. 1, 2024.
- [2] A. S. Affendi, "Analisis Keberhasilan Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Sidodadi-Sabara Kota Semarang Tahun Anggaran 2019." Universitas Islam Sultan Agung (Indonesia), 2023.
- [3] J. Nurbai, M. Parabang, and H. Wijaya, "ANALISA PRODUKTIVITAS PEMAKAIAN ALAT BERAT EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK UNTUK PEMBANGUNAN 2 TANGKI TIMBUN," *J. Appl. Eng. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 53–66, 2022.
- [4] L. A. Putra and F. Nugraheni, "Pemanfaatan FMEA sebagai Instrumen Identifikasi Potensi Bahaya pada Pekerjaan Galian Timbunan (Studi Kasus Proyek Jalan Tol Solo-Yogyakarta-YIA Kulonprogo)," *J. TESLINK Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 5, no. 1, pp. 61–68, 2023.
- [5] B. Wijanarko and W. Oetomo, "Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Dengan Metode Crashing Dan Fast Tracking Pada Pelebaran Jalan Dan Jembatan'," *J. Untag*_, 2019.
- [6] I. Dermawan and R. B. Wiratmo, "Analisis Teknis, Ekonomis, dan Lingkungan dari Penambangan Pasir pada Muara Kali Progo," 2001.
- [7] D. H. Putra, "Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII," 2018.

- [8] A. Sidinra, A. E. Wijaya, and E. Sumarjono, "Optimasi Fleet Management System (FMS)–Focus Guna Mengurangi Waktu Tidak Produktif (Idle Time) Pada Alat Angkut," *Min. Insight*, vol. 3, no. 1, pp. 43–52, 2022.
- [9] D. A. Sugandi, "Evaluasi Kinerja Excavator Caterpillar 395 dan Dump Truck Caterpillar 773e Pada Pengupasan Overburden Pit 4," *Cerdika J. Ilm. Indones.*, vol. 4, no. 9, pp. 766–775, 2024.
- [10] R. Anisari, "Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan," *INTEKNA J. Inf. Tek. dan Niaga*, vol. 16, no. 1, pp. 77–81, 2016.
- [11] K. E. Oktavian, S. Sapriadi, and K. U. Syaliman, "Sistem Informasi Pelaporan Kendaraan Dan Alat Berat Menggunakan Metode Rapid Application Development:(Studi Kasus: PT. Andalas Karya Mulia)," *J. Test. dan Implementasi Sist. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 39–51, 2024.
- [12] H. Syahrizal and M. S. Jailani, "Jenis-jenis penelitian dalam penelitian kuantitatif dan kualitatif," *QOSIM J. Pendidikan, Sos. Hum.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23, 2023.
- [13] Z. Afif, D. S. Azhari, M. Kustati, and N. Sepriyanti, "Penelitian Ilmiah (Kuantitatif) Beserta Paradigma, Pendekatan, Asumsi Dasar, Karakteristik, Metode Analisis Data Dan Outputnya," *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 3, no. 3, pp. 682–693, 2023.
- [14] R. H. Siregar, "ANALISA PRODUKTIVITAS DAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR SOLAR PADA TEREX DUMPTRUCK TR 50 DAN TEREX DUMPTRUCK TR60 DALAM PROSES PENGUPASAN MATERIAL OVERBURDEN DI PT. PIPIT MUTIARA JAYA SITE SEBAKIS, NUNUKAN, KALIMANTAN UTARA," *J. Eksakta Kebumian*, vol. 2, no. 1, pp. 50–56, 2021.
- [15] I. S. PRATAMA, "PENERAPAN EFISIENSI ALAT BERAT PADA BATCHING PLANT DALAM MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS BETON READY MIX (STUDI KASUS: BATCHING PLANT-PT. Prayoga Abudya Sejahtera)," *J. Online Mhs. Bid. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 1, 2022.
- [16] G. R. Amalia, "Perhitungan Biaya Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) pada Proyek Jalan Tol Surabaya-Mojokerto Paket 2 Ruas WRR-Driyorejo," *Undergrad. thesis, Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, vol. 17, 2017.
- [17] M. Syarif, "Analisis Kebutuhan Alat Berat pada Pekerjaan Galian Timbunan Tanah pada Proyek Pembangunan Gedung (Analysis Of Equipment Needs For Cutting And Piling Works On Building Project)," 2018.
- [18] F. Nugraheni, "Analisis Produktivitas Excavator Dan Dump Truck (Analisis Productivity Of Excavator And Dump Truck)(Studi Kasus: Proyek Peningkatan Ruas Jalan Yogyakarta-Barongan (Imogiri), Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta)," 2020.
- [19] R. R. Wincono and J. R. Horman, "EFFECT ANALYSIS OF HAUL ROAD SLOPE TO THE HINO 500 FG 235 JJ DUMP TRUCK FUEL CONSUMPTION: ANALISIS PENGARUH KEMIRINGAN JALAN ANGKUT TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR DUMP TRUCK HINO 500 FG 235 JJ," *INTAN J. Penelit. Tambang*, vol. 2, no. 2, pp. 155–160, 2019.
- [20] R. Medri, "Desain Optimalisasi dan Penjadwalan Produksi Penambangan Batubara pada Pit Granit Extend Seam 6 pt. Cipta Bersama Sukses Desa Beji Mulyo Provinsi Sumatera Selatan." Fakultas Teknik, 2023.
- [21] D. Febrianti and Z. Zulyaden, "Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan," *J. Tek. Sipil dan Teknol. Konstr.*, vol. 4, no. 1, 2018.