

Analisis produktivitas alat berat pada proyek pembangunan relokasi jalan nasional Ruas Sui Duri – Mempawah

Albaresi Akbar^{1,*}, Tri Nugroho Sulistyantoro¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Heavy equipment
Productivity
Excavator
Dump truck
Equipment combination
Road construction project

Corresponding Author:

Albaresi Akbar
19511128@students.uii.ac.id

Abstract

This study analyzes the productivity of heavy equipment used in the National Road Relocation Project of the Sei Duri–Mempawah section, a strategic infrastructure project with an effective road length of 5.6 km and a total embankment volume of 213,849.35 m³. The research addresses discrepancies between standard theoretical productivity and actual field performance that may affect project efficiency in terms of time and cost. A descriptive quantitative approach was applied by evaluating the productivity of an excavator and 8 m³ capacity dump trucks based on calculations derived from Indonesian Ministry of Public Works and Housing regulations and empirical data obtained from ten days of field observations. The results show that the standard productivity of the excavator is 147.81 m³/hour, while the actual field productivity averages 140.69 m³/hour. For dump trucks, standard productivity reaches 12.11 m³/hour, whereas actual productivity averages 10.73 m³/hour. Furthermore, three alternative equipment combination scenarios were analyzed. The existing condition, consisting of 3 excavators and 50 dump trucks, results in a system productivity of 536.30 m³/hour with a project duration of 71 days. The optimal alternative involves the use of 4 excavators and 50 dump trucks, increasing system productivity to 562.40 m³/hour and reducing project duration to 56 days, with a total operational cost of IDR 2.56 billion. These findings demonstrate that balancing loading and hauling equipment capacity based on actual field productivity data significantly improves time efficiency with a relatively small increase in operational cost, thereby supporting more effective earthwork management in large-scale road construction projects.

Copyright © 2026 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu faktor kunci dalam meningkatkan konektivitas wilayah serta mendorong pertumbuhan ekonomi secara berkelanjutan. Infrastruktur jalan berfungsi sebagai prasarana utama yang menunjang mobilitas manusia, distribusi barang, dan integrasi antarwilayah, sehingga kualitas perencanaan dan pelaksanaannya sangat menentukan

efektivitas pembangunan nasional (Sawitri, 2023). Secara yuridis dan teknis, jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi darat yang mencakup seluruh bagian jalan beserta bangunan pelengkap dan perlengkapannya, kecuali jalan kereta api dan sejenisnya, yang pengelolaannya menjadi tanggung jawab pemerintah untuk menjamin fungsi pelayanan publik secara optimal (Anas, 2021; Febrianti et al., 2021).

Ketersediaan jaringan jalan yang memadai dan berkualitas terbukti mampu memperlancar arus barang dan jasa, meningkatkan aksesibilitas wilayah, serta mendorong pemerataan pembangunan ekonomi antar daerah (Damanik et al., 2024). Pembangunan Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah merupakan proyek strategis yang berperan mendukung pengembangan Pelabuhan Internasional Kijing sebagai simpul logistik baru di Kalimantan Barat. Relokasi jalan ini bertujuan untuk meningkatkan kapasitas dan kelancaran transportasi, baik bagi mobilitas masyarakat maupun distribusi logistik berskala regional dan nasional.

Proyek Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah memiliki panjang efektif sekitar 5,6 km dengan nilai investasi yang besar, sehingga menuntut pengelolaan sumber daya konstruksi secara efisien. Dalam proyek konstruksi jalan, alat berat merupakan sumber daya utama yang berkontribusi signifikan terhadap pencapaian target waktu dan biaya proyek. Produktivitas alat berat menjadi indikator penting dalam menilai kinerja pelaksanaan pekerjaan, karena berhubungan langsung dengan durasi pekerjaan, biaya operasional, serta efektivitas penggunaan sumber daya (Kurniawati & Putra, 2023; Harianto, 2025).

Meskipun standar produktivitas alat berat telah banyak dikemukakan dalam literatur, pada praktiknya sering terjadi perbedaan antara produktivitas teoritis dan produktivitas aktual di lapangan. Perbedaan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kondisi medan dan material, cuaca, keterampilan operator, koordinasi antar alat, serta kondisi teknis dan pemeliharaan alat berat (Wijanarko & Rahmadi, 2024). Apabila perbedaan tersebut tidak dianalisis secara kuantitatif, maka berpotensi menyebabkan ketidakefisienan penggunaan alat berat yang berdampak pada pembengkakan biaya dan keterlambatan proyek.

Selain produktivitas individual alat, pemilihan kombinasi alat berat yang tepat juga

memegang peranan penting dalam meningkatkan efisiensi pekerjaan konstruksi. Analisis biaya dan waktu kerja alat berat diperlukan untuk menentukan kombinasi yang optimal, sehingga keseimbangan antara kapasitas produksi, durasi pekerjaan, dan biaya operasional dapat tercapai (Maddeppungeng et al., 2019). Oleh karena itu, analisis produktivitas dan kombinasi alat berat menjadi kebutuhan penting dalam pengelolaan proyek konstruksi jalan berskala besar.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat berat pada Proyek Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah dengan membandingkan produktivitas berdasarkan standar literatur dan kondisi aktual di lapangan, serta menentukan kombinasi alat berat yang paling optimal dan efisien ditinjau dari aspek waktu dan biaya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi pengendalian kinerja alat berat pada proyek jalan nasional, sekaligus memperkaya kajian akademik mengenai produktivitas alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual produktivitas alat berat berdasarkan data lapangan tanpa melakukan manipulasi terhadap variabel penelitian. Metode deskriptif digunakan untuk menganalisis kinerja alat berat melalui perbandingan antara produktivitas berdasarkan standar literatur dan produktivitas aktual di lapangan, sehingga diperoleh gambaran faktual mengenai efisiensi penggunaan alat berat pada proyek konstruksi jalan (Sugiyono, 2019).

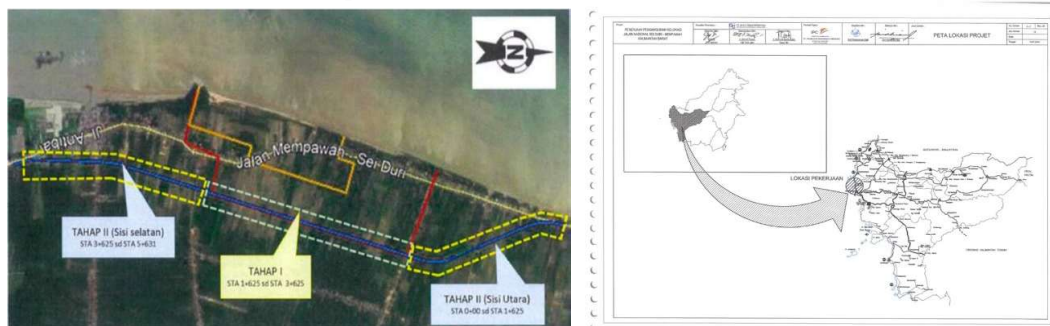
Penelitian ini memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam interpretasi hasil. Data produktivitas diperoleh melalui observasi langsung sebanyak 10 pengamatan, sehingga masih terdapat potensi variasi akibat perubahan cuaca, kondisi medan, tingkat kelelahan operator, serta gangguan teknis alat

berat. Selain itu, pengukuran waktu siklus secara manual berpotensi mengandung bias pencatatan. Oleh karena itu, hasil penelitian ini mencerminkan kondisi spesifik proyek studi kasus dan belum tentu sepenuhnya merepresentasikan proyek dengan karakteristik lokasi dan operasional yang berbeda.

Objek dan lokasi penelitian

Objek penelitian dalam studi ini adalah alat berat yang digunakan pada Proyek

Pembangunan Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah yang ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu *Excavator Sumitomo SH210-5* dan *dump truck* berkapasitas 8 m³. Pemilihan objek tersebut didasarkan pada peran dominannya dalam pekerjaan galian dan timbunan. Lokasi penelitian berada pada ruas proyek relokasi jalan nasional Sei Duri – Mempawah, yang merupakan proyek strategis pendukung pengembangan kawasan pelabuhan dan transportasi regional.



Gambar 1. Lokasi proyek pembangunan relokasi jalan nasional Ruas Sei Duri- Mempawah (Sumber: Data Proyek)

Teknik pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan dengan mencatat waktu siklus kerja alat berat, waktu kerja efektif, serta kondisi operasional alat. Selain itu, wawancara dilakukan dengan operator alat berat dan pihak proyek terkait untuk memperoleh informasi pendukung mengenai kendala operasional dan faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas alat berat.

Data sekunder diperoleh dari dokumen proyek, literatur teknis, buku teks, serta jurnal ilmiah yang berkaitan dengan produktivitas alat berat dan manajemen konstruksi. Data sekunder digunakan sebagai dasar pembandingan antara kondisi aktual di lapangan dan standar produktivitas yang direkomendasikan dalam literatur.

Teknik analisis data

Analisis data dilakukan dengan menghitung produktivitas alat berat berdasarkan rumus

standar yang mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 serta literatur teknis terkait produktivitas alat berat (Rostiyanti, 2014; Kementerian PUPR, 2023).

Produktivitas excavator

Produktivitas *excavator* dihitung berdasarkan kapasitas *bucket*, waktu siklus kerja, faktor efisiensi alat, faktor pengisian *bucket*, dan faktor kondisi galian. Rumus produktivitas *excavator* dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V \times Fa_{EXC} \times Fb \times 60}{Ts \times Fv} \quad (1)$$

Dengan:

- Q = Produktivitas excavator (m³/jam)
- V = Kapasitas bucket (m³)
- FaEXC = Faktor efisiensi kerja excavator
- Fb = Faktor bucket
- Fv = Faktor konversi kedalaman galian
- Ts = Waktu siklus (menit)
- 60 = Konversi waktu dari menit ke jam

Nilai faktor efisiensi, faktor *bucket*, waktu siklus standar, dan faktor konversi galian ditentukan berdasarkan kondisi lapangan dan tabel standar yang tercantum dalam Peraturan Menteri PUPR (Kementerian PUPR, 2023).

Produktivitas dump truck

Produktivitas *dump truck* dihitung berdasarkan kapasitas bak, waktu siklus kerja, dan faktor efisiensi alat. Waktu siklus *dump truck* terdiri atas waktu muat, waktu angkut bermuatan, waktu kembali kosong, serta waktu bongkar dan pengambilan posisi.

Rumus produktivitas *dump truck* dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{BiL \times Ts} \quad (2)$$

Dengan:

Q = Produktivitas *dump truck* (m³/jam)
V = Kapasitas bak *dump truck* (m³)
Fa = Faktor efisiensi *dump truck*
BiL = Berat isi material lepas (ton/m³)
Ts = Waktu siklus (menit)

Perhitungan waktu siklus *dump truck* dilakukan dengan persamaan:

$$Ts = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \quad (3)$$

dengan:

Waktu muat:

$$T_1 = \frac{V \times 60}{D \times Q_{exc}} \quad (4)$$

Waktu angkut bermuatan:

$$T_2 = \frac{L \times 60}{VF} \quad (5)$$

Waktu kembali kosong:

$$T_3 = \frac{L \times 60}{VR} \quad (6)$$

Waktu bongkar dan pengambilan posisi:

$$T_4 = T_1 + T_2 \quad (7)$$

Dengan:

L = Jarak angkut (km);
VF = Kecepatan rata-rata bermuatan (km/jam)
VR = Kecepatan rata-rata kosong (km/jam)
Q_{exc} = Produktivitas *excavator*.

Nilai kecepatan, faktor efisiensi, dan berat isi material ditentukan berdasarkan standar PUPR dan literatur teknis yang relevan (Kementerian PUPR, 2023; Purnomo & Mulyono, 2023).

Tabel 2. Parameter perhitungan produktivitas *excavator*

Parameter	Variabel	Kondisi / Klasifikasi	Nilai	Keterangan
Faktor Pengisian <i>Bucket</i> (Fb)	Kondisi pemuatan	Mudah	1,1 – 1,2	Material lepas/lunak, <i>bucket</i> terisi penuh
		Sedang	1,0 – 1,1	Tanah biasa, <i>bucket</i> hampir penuh
		Agak sulit	0,9 – 1,0	Tanah berbatu atau liat keras
		Sulit	0,8 – 0,9	Batu bongkah, hasil peledakan
Waktu Siklus Standar (Ts)	Kondisi tanah & sudut ayun	Tanah lunak, <i>swing</i> 45°-90°	10,8 – 20,4 detik	<i>Bucket</i> 0,10–2,20 m ³
		Tanah lunak, <i>swing</i> 90°-180°	14,6 – 24,3 detik	
		Tanah keras, <i>swing</i> 45°-90°	16,6 – 31,8 detik	
		Tanah keras, <i>swing</i> 90°-180°	22,4 – 37,8 detik	
Faktor Konversi Galian (Fv)	Kedalaman galian	< 40%	0,5 – 1,4	Galian dangkal
		40–75%	0,8 – 1,6	Galian menengah
		> 75%	0,9 – 1,8	Galian dalam
Faktor Efisiensi Kerja (FaEXC)	Kondisi operasi	Baik	0,83	Operasi lancar
		Sedang	0,75	Hambatan ringan
		Kurang	0,58 – 0,67	Hambatan signifikan

(sumber: Kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat republik indonesia, 2023)

Tabel 3. Parameter perhitungan produktivitas *dump truck*

Parameter	Variabel	Kondisi / Klasifikasi	Nilai	Keterangan
Efisiensi Kerja (FaDT)	Kondisi kerja	Baik	0,83	Operasi optimal
		Sedang	0,80	Gangguan ringan
		Kurang – Buruk	0,70 – 0,75	Gangguan signifikan
		Datar (isi)	40 km/jam	Muatan penuh
Kecepatan Tempuh	Kondisi lintasan	Datar (kosong)	60 km/jam	
		Menanjak / menurun (isi)	20 km/jam	
		Menanjak / menurun (kosong)	40 km/jam	
		Baik	0,5 – 0,7 menit	Pembongkaran cepat
Waktu Buang (T1)	Kondisi operasi	Sedang	1,0 – 1,3 menit	
		Kurang	1,5 – 2,0 menit	
Berat Isi Material (BiL)	Jenis material umum	Tanah, pasir, agregat	0,60 – 1,37 ton/m ³	Digunakan dalam perhitungan siklus
Waktu Siklus Total (Ts)	Komponen siklus	Muat + angkut + buang + kembali	Kondisional	Berdasarkan kondisi lapangan

(sumber: Kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat republik indonesia, 2023; Purnomo dan Mulyono, 2023)

Analisis kombinasi alat berat

Selain analisis produktivitas individual, penelitian ini juga melakukan analisis kombinasi alat berat untuk menentukan jumlah dan komposisi alat yang paling optimal. Analisis ini bertujuan untuk meminimalkan waktu tunggu antar alat, meningkatkan kesesuaian kapasitas produksi, serta menekan biaya operasional proyek. Kombinasi alat berat dianalisis berdasarkan keseimbangan waktu siklus dan biaya operasional, sehingga diperoleh konfigurasi alat berat yang paling efisien dan mendukung pencapaian target proyek.

Hasil dan Pembahasan

Tinjauan Umum Proyek

Penelitian ini mengambil studi kasus pada proyek Pembangunan Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah yang berlokasi di Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. Gambaran umum karakteristik proyek yang menjadi objek penelitian disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data umum proyek pembangunan relokasi jalan nasional Ruas Sei Duri – Mempawah

No	Uraian	Keterangan
1	Nama Proyek	Pembangunan Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah, Kalimantan Barat
2	Pemilik Proyek	PT Pelabuhan Indonesia (Persero)

No	Uraian	Keterangan
3	Kontraktor	PT Wijaya Karya (Persero), Tbk
4	Perencana	PT Daya Kreasi Mitrayasa
5	Konsultan Pengawas	PT Yodya Karya (Persero)
6	Lokasi Proyek	Sei Duri – Mempawah, Kalimantan Barat
7	Konstruksi Bagian Atas	Perkerasan Aspal
8	Konstruksi Bagian Bawah	Timbunan
9	Panjang Efektif Jalan	5,6 km
10	Nilai Proyek	Rp188.909.724.300 (termasuk PPN 10%)
11	Waktu Pelaksanaan	480 hari kalender
12	Tanggal Kontrak	29 November 2021

Analisis data umum

Analisis data umum dilakukan untuk memperoleh parameter dasar dalam perhitungan produktivitas *excavator* dan *dump truck* pada pekerjaan timbunan proyek Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah. Data yang dianalisis meliputi lokasi pekerjaan dan quarry, volume timbunan, faktor *bucket*, serta efisiensi kerja alat berdasarkan hasil pengamatan lapangan.

Lokasi pekerjaan timbunan berada pada Ruas Sei Duri – Mempawah, dengan sumber material berasal dari *quarry* Bukit Batu, Sungai Kunyit, Kabupaten Mempawah yang berjarak ±6 km dari lokasi proyek. Jarak

angkutan ini menjadi faktor penting dalam penentuan waktu siklus *dump truck*.

Volume pekerjaan timbunan

Volume pekerjaan timbunan tercatat sebesar 213.849,35 m³ dalam kondisi padat. Berdasarkan faktor konversi material, volume tersebut dikonversikan menjadi volume bank dan volume *loose* yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan kapasitas produksi alat berat.

Tabel 5. Rekapitulasi volume pekerjaan timbunan

Kondisi Material	Volume (m ³)
<i>Compacted</i>	213.849,35
<i>Bank</i>	192.464,42
<i>Loose</i>	240.580,52

Material timbunan berupa tanah biasa, lempung, dan tanah lembut sehingga pengisian *bucket excavator* relatif mudah. Berdasarkan karakteristik tersebut, nilai faktor *bucket* yang digunakan berada pada kisaran 1,1–1,2 sesuai standar proyek.

Efisiensi kerja alat berat ditentukan berdasarkan pengamatan waktu henti *excavator* dan *dump truck* selama sepuluh hari kerja. Rekapitulasi rata-rata waktu henti per jam ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi waktu henti alat berat

Alat	Rata-rata Waktu Henti (menit/jam)
<i>Excavator</i>	9,24
<i>Dump Truck</i>	11,76

Berdasarkan nilai waktu henti tersebut, diperoleh waktu kerja efektif dan efisiensi kerja masing-masing alat berat sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi efisiensi kerja alat berat

Alat	Waktu Efektif (menit/jam)	Efisiensi Kerja (E)
<i>Excavator</i>	50,76	0,846
<i>Dump Truck</i>	48,24	0,804

Nilai efisiensi kerja ini digunakan sebagai parameter utama dalam analisis

produktivitas *excavator* dan *dump truck* pada pekerjaan timbunan proyek Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah.

Analisis produktivitas excavator berdasarkan standar

Analisis produktivitas *excavator* berdasarkan standar bertujuan untuk menentukan kapasitas kerja teoritis alat berat dalam kondisi operasional ideal. Hasil perhitungan ini digunakan sebagai pembandingan terhadap produktivitas aktual di lapangan, sehingga dapat diketahui tingkat efektivitas penggunaan *excavator* pada proyek penelitian. Perhitungan produktivitas *excavator* mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023, dengan parameter teknis yang disesuaikan dengan kondisi proyek Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah.

Tabel 8. Data teknis *excavator*

Parameter	Nilai
Kapasitas <i>bucket</i> (V)	0,93 m ³
Jenis material	Tanah gambut
Kondisi alat dan operator	Baik
Jam kerja (Tk)	8 jam
Faktor efisiensi (FaEXC)	0,83
Faktor <i>bucket</i> (Fb)	1,2
Faktor konversi galian (Fv)	0,8
Waktu siklus (Ts)	28,3 detik (0,47 menit)

Produktivitas *excavator* dihitung dengan persamaan:

$$Q = \frac{V \times FaEXC \times Fb \times 60}{Ts \times Fv}$$

$$Q = \frac{0,93 \times 0,83 \times 1,2 \times 60}{0,47 \times 0,8}$$

$$Q = \frac{55,594}{0,376}$$

$$Q = 147,811 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas harian *excavator* dihitung sebagai berikut:

$$Q_{\text{hari}} = Tk \times Q$$

$$Q_{\text{hari}} = 8 \times 147,811$$

$$Q_{\text{hari}} = 1.182,488 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan data tersebut, diperoleh produktivitas *excavator* sebesar 147,811 m³/jam. Dengan jam kerja efektif 8 jam per

hari, produktivitas *excavator* mencapai 1.182,488 m³/hari. Nilai ini menunjukkan bahwa *excavator* mampu mendukung kebutuhan produksi pekerjaan timbunan secara optimal dalam kondisi operasional proyek.

Analisis produktivitas dump truck berdasarkan standar

Analisis produktivitas *dump truck* dilakukan untuk menentukan kapasitas produksi teoritis alat angkut dalam kondisi operasional ideal. Perhitungan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023, dengan parameter yang disesuaikan dengan kondisi lapangan proyek Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri – Mempawah.

Tabel 9. Data teknis *dump truck*

Parameter	Nilai
Kapasitas bak (V)	8 m ³
Jenis material	Tanah biasa
Kondisi alat dan operator	Baik
Jam kerja (Tk)	8 jam
Jarak <i>quarry</i> -timbunan (L)	6 km
Produktivitas <i>excavator</i> (Qexc)	147,811 m ³ /jam
Faktor efisiensi alat (Fa)	0,83
Kecepatan bermuatan (Vf)	40 km/jam
Kecepatan kosong (Vr)	60 km/jam
Berat isi material lepas (BiL)	1,100 ton/m ³

Waktu muat:

$$T_1 = \frac{V \times 60}{BiL \times Q_{exc} \times 8 \times 60}$$

$$T_1 = \frac{1,1 \times 147,811}{8 \times 60}$$

$$T_1 = 2,95 \text{ menit}$$

Waktu tempuh bermuatan:

$$T_2 = \frac{L \times 60}{V_f} = \frac{6 \times 60}{40} = 9 \text{ menit}$$

Waktu tempuh kosong:

$$T_3 = \frac{L \times 60}{V_r} = \frac{6 \times 60}{60} = 6 \text{ menit}$$

Waktu lain-lain:

$$T_4 = T_1 + T_2 = 2,95 + 9 = 11,95 \text{ menit}$$

Waktu siklus:

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4$$

$$T_s = 2,95 + 9 + 6 + 11,95 = 29,90 \text{ menit}$$

Produktivitas *dump truck* dihitung dengan persamaan:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{BiL \times T_s}$$

$$Q = \frac{8 \times 0,83 \times 60}{1,1 \times 29,90}$$

$$Q = 12,113 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas harian:

$$Q_{\text{hari}} = Tk \times Q$$

$$Q_{\text{hari}} = 8 \times 12,113$$

$$Q_{\text{hari}} = 96,904 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, produktivitas *dump truck* standar pada proyek Relokasi Jalan Nasional adalah 12,113 m³/jam atau 96,904 m³/hari, yang selanjutnya digunakan untuk analisis kesesuaian kapasitas antara alat pemuat dan alat angkut.

Analisa produktivitas excavator berdasarkan data lapangan

Analisis produktivitas *Excavator* Sumitomo SH210-5 berdasarkan data lapangan dilakukan untuk mengetahui produktivitas aktual alat berat dalam kondisi kerja nyata. Hasil analisis ini digunakan sebagai pembandingan terhadap produktivitas teoritis berdasarkan standar, sehingga dapat diketahui tingkat kesesuaian kinerja alat di lapangan. Pengamatan waktu siklus *excavator* dilakukan melalui pencatatan langsung terhadap komponen waktu kerja yang meliputi waktu gali, waktu putar bermuatan, waktu putar kosong, dan waktu buang. Hasil pengamatan pertama waktu siklus *excavator* disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Waktu siklus *excavator* pengamatan pertama

Sesi	Gali (detik)	Putar Isi (detik)	Putar Kosong (detik)	Buang (detik)
Rata-rata	9,09	7,05	6,14	6,67

Total waktu siklus rata-rata *excavator* pada pengamatan pertama sebesar 28,95 detik atau 0,48 menit. Rekapitulasi waktu siklus

excavator selama sepuluh hari pengamatan disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi waktu siklus *excavator*

Hari	Waktu Siklus (detik)	Waktu Siklus (menit)
Rata-rata	30,25	0,50

Nilai rata-rata waktu siklus sebesar 30,25 detik menunjukkan adanya variasi kinerja alat akibat perbedaan kondisi lapangan dan operasional harian. Parameter yang digunakan dalam perhitungan produktivitas *excavator* berdasarkan data lapangan adalah tercantum apda Tabel 12 di bawah ini:

Tabel 12. Data teknis *excavator*

Parameter	Nilai
Kapasitas bucket (V)	0,93 m ³
Jenis material	Tanah gambut
Kondisi alat dan operator	Baik
Jam kerja (Tk)	8 jam
Faktor efisiensi (FaEXC)	0,846
Faktor bucket (Fb)	1,2
Faktor konversi galian (Fv)	0,8
Waktu siklus (Ts)	28,95 detik (0,48 menit)

Waktu siklus *excavator* dihitung dari penjumlahan seluruh komponen waktu kerja:

$$Ts = 9,09 + 7,05 + 6,14 + 6,67$$

$$Ts = 28,95 \text{ detik}$$

$$Ts = 0,48 \text{ menit}$$

Produktivitas *excavator* dihitung menggunakan persamaan standar sebagai berikut:

$$Q = \frac{V \times FaEXC \times Fb \times 60}{Ts \times Fv}$$

$$Q = \frac{0,93 \times 0,846 \times 1,2 \times 60}{0,48 \times 0,8}$$

$$Q = 146,749 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas harian *excavator*:

$$Q_{\text{hari}} = 8 \times 146,749$$

$$Q_{\text{hari}} = 1.173,989 \text{ m}^3/\text{hari}$$

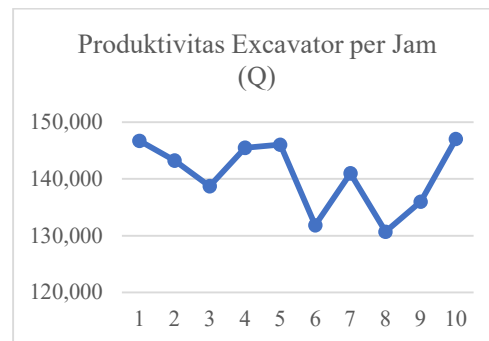
Perhitungan produktivitas untuk hari-hari berikutnya dilakukan dengan prosedur yang sama. Rekapitulasi hasil perhitungan

produktivitas *excavator* selama sepuluh hari pengamatan disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Rekapitulasi produktivitas *excavator*

Hari	Ts (detik)	Ts (menit)	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /hari)
1	28,95	0,48	146,749	1.173,989
2	29,66	0,49	143,241	1.145,927
3	30,62	0,51	138,737	1.109,892
4	29,20	0,49	145,492	1.163,939
5	29,10	0,48	146,007	1.168,059
6	32,22	0,54	131,856	1.054,849
7	30,13	0,50	141,007	1.128,052
8	32,51	0,54	130,704	1.045,633
9	31,24	0,52	136,018	1.088,146
10	28,89	0,48	147,053	1.176,427
Rata-rata	30,25	0,50	140,686	1.125,491

Berdasarkan sepuluh kali pengamatan, diperoleh rata-rata produktivitas *Excavator* Sumitomo SH210-5 sebesar 140,686 m³/jam atau 1.125,491 m³/hari. Nilai ini menunjukkan bahwa produktivitas aktual *excavator* di lapangan relatif mendekati produktivitas standar, meskipun dipengaruhi oleh variasi waktu siklus dan kondisi operasional harian. Grafik yang menggambarkan produktivitas *Excavator* Sumitomo SH210-5 per jam sebanyak 10 pengamatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Grafik produktivitas *excavator* per jam

Produktivitas *dump truck* berdasarkan data lapangan

Penelitian ini menggunakan *dump truck* dengan kapasitas bak angkut sebesar 8 m³ untuk memindahkan material timbunan dari area *quarry* menuju lokasi penimbunan. Pengamatan lapangan dilakukan untuk memperoleh data waktu siklus *dump truck*

sebagai dasar dalam analisis produktivitas aktual alat berat pada kondisi operasional nyata. Pengamatan pertama dilakukan dengan mencatat komponen waktu siklus yang meliputi waktu muat, waktu angkut, waktu buang, waktu kembali, dan waktu tunggu. Hasil pengamatan waktu siklus dump truck pada pengamatan pertama disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Waktu siklus *dump truck* pengamatan pertama

Siklus	Muat (menit)	Angkut (menit)	Buang (menit)	Kembali (menit)	Tunggu (menit)
1	3,30	8,71	0,68	7,31	14,25
2	3,53	8,54	0,59	8,80	5,56
3	3,73	12,64	0,64	6,70	14,13
4	3,35	12,03	0,53	8,00	13,85
5	3,46	8,00	0,48	8,73	10,39
Rata-rata	3,47	9,98	0,58	7,91	11,64

Total waktu siklus *dump truck* pada pengamatan pertama diperoleh sebesar 33,59 menit. Pengamatan waktu siklus *dump truck* dilakukan sebanyak sepuluh kali untuk memperoleh gambaran kinerja alat yang lebih representatif. Rekapitulasi hasil pengamatan waktu siklus dump truck disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Rekapitulasi waktu siklus *dump truck*

Hari	Waktu Siklus (menit)	Waktu Siklus (jam)
1	33,59	0,56
2	33,67	0,56
3	32,50	0,54
4	35,55	0,59
5	30,41	0,51
6	37,95	0,63
7	32,28	0,54
8	31,17	0,52
9	29,85	0,50
10	31,72	0,53
Rata-rata	32,87	0,55

Rata-rata waktu siklus *dump truck* sebesar 32,87 menit menunjukkan adanya variasi waktu operasional yang dipengaruhi oleh jarak angkut, kondisi lalu lintas alat, serta waktu tunggu pada area pemuatan. Parameter yang digunakan dalam perhitungan produktivitas *dump truck* berdasarkan data lapangan adalah sebagai berikut terdapat pada Tabel 16:

Tabel 16. Data teknis *dump truck*

Parameter	Nilai
Kapasitas bak (V)	8 m ³
Jenis material	Tanah biasa
Kondisi alat dan operator	Baik
Jam kerja (Tk)	8 jam
Jarak quarry-timbunan (L)	6 km
Produktivitas excavator (Qexc)	140,686 m ³ /jam
Faktor efisiensi alat (Fa)	0,804
Rata-rata waktu muat	3,47 menit
Rata-rata waktu angkut	9,98 menit
Rata-rata waktu buang	0,58 menit
Rata-rata waktu kembali	7,91 menit
Rata-rata waktu tunggu	11,64 menit
Berat isi material lepas (BiL)	1,1 ton/m ³

Waktu siklus *dump truck* dihitung berdasarkan penjumlahan seluruh komponen waktu kerja:

$$T_s = 3,47 + 9,98 + 0,58 + 7,91 + 11,64$$

$$T_s = 33,59 \text{ menit}$$

Produktivitas *dump truck* dihitung menggunakan persamaan standar sebagai berikut:

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{BiL \times T_s}$$

$$Q = \frac{8 \times 0,804 \times 60}{1,1 \times 33,59}$$

$$Q = 10,466 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas *dump truck* per hari dihitung sebagai berikut:

$$Q_{\text{hari}} = 8 \times 10,446$$

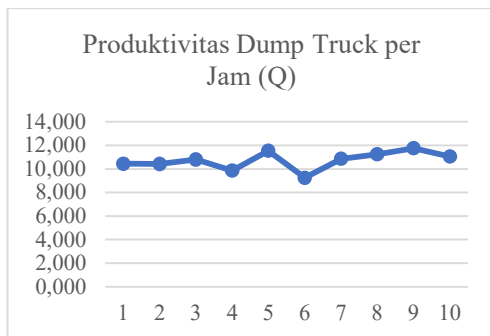
$$Q_{\text{hari}} = 83,569 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan pada pengamatan pertama, produktivitas dump truck sebesar 10,446 m³/jam dengan produktivitas harian sebesar 83,569 m³/hari. Perhitungan produktivitas pada pengamatan selanjutnya dilakukan dengan prosedur dan metode yang sama. Rekapitulasi hasil perhitungan produktivitas *dump truck* selama sepuluh kali pengamatan disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Rekapitulasi produktivitas *dump truck*

Hari	Ts (menit)	Q (m ³ /jam)	Q (m ³ /hari)
1	33,59	10,446	83,569
2	33,67	10,421	83,371
3	32,50	10,796	86,367
4	35,55	9,868	78,944
5	30,41	11,537	92,297
6	37,95	9,244	73,956
7	32,28	10,870	86,961
8	31,17	11,257	90,053
9	29,85	11,755	94,041
10	31,72	11,061	88,491
Rata-rata	32,87	10,726	85,805

Berdasarkan sepuluh kali pengamatan, diperoleh rata-rata produktivitas *dump truck* sebesar 10,726 m³/jam dan produktivitas harian rata-rata sebesar 85,805 m³/hari. Nilai ini mencerminkan kinerja aktual *dump truck* dalam mendukung proses pemindahan material, yang selanjutnya dapat dibandingkan dengan produktivitas *excavator* untuk menilai keseimbangan sistem kerja alat berat. Grafik yang menggambarkan produktivitas *dump truck* per jam dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik produktivitas *dump truck* per jam

Perbandingan produktivitas berdasarkan standar dan data lapangan

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan antara produktivitas alat berat berdasarkan standar literatur dan produktivitas aktual di lapangan. Produktivitas *excavator* berdasarkan standar mencapai 147,811 m³/jam, sedangkan berdasarkan data lapangan sebesar 140,686 m³/jam. Untuk *dump truck*, produktivitas standar sebesar 12,113 m³/jam, sementara produktivitas aktual di lapangan sebesar 10,726 m³/jam.

Tabel 18. Perbandingan produktivitas standar dan data lapangan

Alat	Standar (m ³ /jam)	Data Lapangan (m ³ /jam)
<i>Excavator</i>	147,811	140,686
<i>Dump Truck</i>	12,113	10,726

Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa produktivitas aktual di lapangan lebih rendah dibandingkan nilai standar. Kondisi ini disebabkan oleh faktor operasional seperti waktu tunggu, kondisi lingkungan, serta koordinasi antar peralatan yang belum optimal. Hasil perbandingan ini menegaskan bahwa perhitungan berbasis data lapangan.

Analisis alternatif kombinasi alat berat

Analisis alternatif kombinasi alat berat dilakukan untuk menentukan konfigurasi *excavator* dan *dump truck* yang paling efisien dalam mendukung pekerjaan timbunan pada proyek ini. Evaluasi difokuskan pada durasi penyelesaian pekerjaan, dan total biaya operasional dengan volume pekerjaan yang tetap. Produktivitas *excavator* dan *dump truck* yang digunakan dalam analisis ini mengacu pada hasil perhitungan standar dan data aktual lapangan. Produktivitas *excavator* aktual sebesar 140,686 m³/jam, sedangkan produktivitas *dump truck* aktual sebesar 10,726 m³/jam. Nilai ini digunakan sebagai dasar penyusunan alternatif kombinasi alat.

Berdasarkan produktivitas tersebut, disusun tiga skenario kombinasi alat, yaitu kondisi eksisting dan dua alternatif. Selanjutnya, dilakukan estimasi biaya operasional alat berat berdasarkan durasi pekerjaan dan biaya satuan operasional masing-masing alat. Rekapitulasi biaya disajikan pada Tabel 19.

Tabel 19. Perbandingan biaya operasional

Skenario	Durasi (hari)	Total Biaya Operasional (Rp)
Eksisting	71	2.535.462.895,78
Alternatif 1	56	2.563.709.987,11
Alternatif 2	90	3.243.600.000,00

Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi alat berat sangat mempengaruhi efisiensi pekerjaan timbunan. Kondisi eksisting menghasilkan durasi dan biaya yang relatif moderat, namun belum optimal dari sisi waktu pelaksanaan. Alternatif 1 memberikan peningkatan kinerja terbaik dengan penambahan satu unit *excavator*, yang mampu meningkatkan produktivitas sistem dan mempercepat durasi pekerjaan hingga 15 hari lebih cepat dibandingkan kondisi eksisting. Kenaikan biaya operasional pada alternatif ini relatif kecil dan sebanding dengan keuntungan percepatan waktu. Sebaliknya, Alternatif 2 menunjukkan kinerja terendah akibat pengurangan jumlah *dump truck* yang menyebabkan ketidakseimbangan kapasitas angkut. Kondisi ini meningkatkan waktu tunggu alat dan menurunkan produktivitas sistem secara keseluruhan, sehingga berdampak pada durasi pekerjaan yang lebih lama dan biaya operasional yang paling tinggi.

Berdasarkan pertimbangan produktivitas, durasi, dan biaya, Alternatif 1 merupakan kombinasi alat berat yang paling optimal untuk diterapkan pada proyek ini. Temuan ini menegaskan bahwa keseimbangan kapasitas antara alat muat dan alat angkut merupakan faktor krusial dalam mencapai efisiensi pekerjaan tanah.

Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menunjukkan bahwa produktivitas aktual *excavator* dan *dump truck* pada Proyek Relokasi Jalan Nasional Ruas Sei Duri–Mempawah lebih rendah dibandingkan produktivitas standar, terutama akibat faktor operasional lapangan dan koordinasi antar alat. Meskipun demikian, selisih produktivitas tersebut masih berada dalam batas yang dapat diterima dan mencerminkan kondisi kerja nyata proyek.

Analisis kombinasi alat berat menyatakan bahwa keseimbangan kapasitas antara alat muat dan alat angkut berdampak terhadap produktivitas, durasi pekerjaan, dan biaya

operasional. Kombinasi dengan penambahan satu unit *excavator* terbukti sebagai alternatif paling efisien karena mampu meningkatkan produktivitas dan mempercepat penyelesaian pekerjaan dengan tambahan biaya yang relatif kecil. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan arti pentingnya penggunaan data produktivitas aktual sebagai dasar pengambilan keputusan dalam optimasi penggunaan alat berat pada proyek konstruksi jalan nasional.

Adapun saran yang dapat diberikan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pada Proyek Relokasi Jalan Nasional Ruas Sui Duri – Mempawah adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan produktivitas alat berat sebaiknya mengacu pada standar literatur dan pertimbangan terhadap kondisi aktual dilapangan untuk memperoleh kebutuhan alat dan durasi kerja yang efisien dan realistis, karena produktivitas alat berat dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis dan operasional dilapangan seperti kemampuan operator, kondisi alat berat, koordinasi dilapangan, faktor cuaca, dan lain sebagainya.
2. Pemilihan kombinasi alat berat yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan rencana waktu kerja dan volume pekerjaan tersebut agar mendapatkan produktivitas alat berat dan yang optimal dan biaya yang efisien.
3. Pengelolaan kinerja alat berat dibutuhkan ntuk meningkatkan kinerja alat berat tersebut seperti:
 - a. Peningkatan Keterampilan Operator
 - b. Pemeliharaan Rutin Alat Berat
 - c. Pengelolaan Waktu dan Koordinasi Alat Berat
 - d. Manajemen Cuaca

Dengan penerapan strategi-strategi di atas, diharapkan produktivitas *excavator* dan *dump truck* dalam proyek konstruksi serupa dapat ditingkatkan, sehingga mendukung efisiensi dan keberhasilan proyek secara keseluruhan.

Daftar Pustaka

- Anas, M. A. (2021). Analisis peningkatan jalan pada ruas Jalan Maliran–Sumber. *JSNu: Journal of Science Nusantara*, 1(1), 8–12.
- Damanik, D., Damanik, P., & Nopeline, N. (2024). Analisis pengaruh infrastruktur jalan dan infrastruktur listrik terhadap pertumbuhan ekonomi di Kota Pematang Siantar. *Jurnal KAFEBIS*, 2(1), 59–67. <https://doi.org/10.51622/kafebis.v2i1.2378>
- Febrianti, D., Zakia, & Mawardi, E. (2021). Analisis biaya operasional alat berat pada pekerjaan timbunan. *Tameh: Journal of Civil Engineering*, 10(1), 33–41. <https://doi.org/10.37598/xqf5mn09>
- Harianto, U. (2025). *Analisis efisiensi kombinasi penggunaan alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan di proyek pembangunan Jalur Lintas Selatan Lot 3 Pantai Serang–Sumbersih*. UPN Veteran Jawa Timur.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2023). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 8 Tahun 2023 tentang pedoman penyusunan perkiraan biaya pekerjaan konstruksi bidang pekerjaan umum dan perumahan rakyat*.
- Kurniawati, A. A., & Putra, I. N. D. P. (2023). Analysis of heavy equipment productivity in the Solo–Yogyakarta–NYIA Kulon Progo toll road construction project Section 1 Package 1.1. *Composite: Journal of Civil Engineering*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.26905/cjce.v3i1.12970>
- Maddeppungeng, A., Ujianto, R., & Damanik, M. F. (2019). Pengaruh Supply Chain Management (SCM) Terhadap Daya Saing Dan Kinerja Proyek Pada Konstruksi Gedung Bertingkat Tinggi (Studi Kasus: Proyek Konstruksi Gedung Bertingkat Tinggi di DKI Jakarta dan Tangerang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 8(1). <https://doi.org/10.36055/jft.v8i1.5394>
- Purnomo, A., & Mulyono, T. (2023). *Dasar manajemen alat berat: Pemindahan tanah mekanis*. Deepublish.
- Rostiyanti, S. F. (2014). *Alat berat untuk proyek konstruksi*. PT Rineka Cipta.
- Sawitri, D. (2023). The contribution of road construction on regional economic development in Indonesia. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*, 7(3), 313–333. <https://doi.org/10.36574/jpp.v7i3.409>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabet.
- Wijanarko, D., & Rahmadi, R. W. (2024). Optimalisasi produksi alat berat dalam pekerjaan galian dan timbunan di proyek jalan raya. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Tulungagung*, 4(1), 25–36. <http://journal.unita.ac.id/index.php/daktilitas/>