

ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT DALAM PEKERJAAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN PENGGANTI RUAS DI GUNUNGKIDUL TAHUN ANGGARAN 2024

Alvian Surya Putra*, Muhammad Nur Sahid, Alfia Magfirona, Budi Priyanto

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Jawa Tengah

*Email: D100210046@student.ums.ac.id

Abstrak

Pencapaian produktivitas yang optimal dalam proyek pembangunan jalan tidak terlepas dari beberapa faktor yang mempengaruhi salah satunya penggunaan alat berat. Alat berat berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pekerjaan lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas dan waktu rencana serta pelaksanaan alat berat pada pekerjaan tanah dan mengetahui perbandingan antara waktu di lapangan dengan rencana. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode observasi langsung dan perhitungan berdasarkan siklus kerja. Hasil perhitungan analisis produktivitas dan waktu lapangan diperoleh hasil rata-rata produktivitas dan waktu pekerjaan galian dengan alat *excavator* 46,002 m³/jam lama waktu 4 hari; *dump truck* 10 m³ 27,463 m³/jam lama waktu 4 hari; *dump truck* 5 m³ 18,195 m³/jam lama waktu 4 hari; *bulldozer* 131,804 m³/jam lama waktu 4 hari, pekerjaan timbunan dengan alat *dump truck* 5 m³ 14,472 m³/jam lama waktu 4 hari; *motor grader*, *vibratory compactor*, *soil compactor* 44,923 m³/jam lama waktu 4 hari, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dengan alat *dump truck* 5 m³ 22,615 m³/jam lama waktu 4 hari; *motor grader*, *vibratory compactor*, *soil compactor* 29,008 m³/jam lama waktu 4 hari. Berdasarkan hasil perbandingan waktu rencana kerja 6 hari dan lapangan 4 hari terdapat perbedaan yang menunjukkan efisiensi yang baik. Hasil ini dapat menjadi acuan estimasi durasi pekerjaan tanah pada proyek serupa.

Kata kunci: alat berat, pekerjaan tanah, produktivitas, volume pekerjaan

Abstract

Achieving optimal productivity in road construction projects is inseparable from several influencing factors, one of which is the use of heavy equipment. Heavy equipment plays an important role in increasing the efficiency and productivity of field work. This study aims to determine the productivity and time of planning and implementation of heavy equipment on earthworks and know the comparison between time in the field and the plan. This research uses a type of quantitative research with direct observation methods and calculations based on the work cycle. The results of the calculation of productivity analysis and field time obtained the average productivity and time of excavation work with an excavator 46.002 m³ / hour for 4 days; dump truck 10 m³ 27.463 m³ / hour for 4 days; dump truck 5 m³ 18.195 m³ / hour for 4 days; bulldozer 131.804 m³ / hour for 4 days, backfill work with 5 m³ dump truck 14.472 m³ / hour for 4 days; motor grader, vibratory compactor, soil compactor 44.923 m³ / hour for 4 days, class A aggregate foundation layer work with 5 m³ dump truck 22.615 m³ / hour for 4 days; motor grader, vibratory compactor, soil compactor 29.008 m³ / hour for 4 days. Based on the results of the comparison of the work plan time of 6 days and the field of 4 days there is a difference that shows good efficiency. This result can be a reference for estimating the duration of earthworks in similar projects.

Keywords: earthworks, heavy equipment, productivity, volume of work

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur terutama jalan adalah salah satu elemen penting dalam membantu pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan mutu hidup masyarakat di Kabupaten Gunungkidul yang terkenal karena potensi pariwisata dan sumber daya alamnya. Infrastruktur jalan mendukung sektor transportasi, memperlancar arus barang dan jasa, menggerakkan orang, membuka akses antar wilayah, serta dapat menciptakan lapangan kerja yang meningkatkan kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat (Zaldi dkk., 2023).

Pada pembangunan insfrasktruktur pencapaian produktivitas yang optimal dalam proyek pembangunan jalan tidak terlepas dari beberapa faktor yang mempengaruhi salah satunya yaitu penggunaan alat berat. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas kerja adalah pemilihan dan penggunaan alat berat yang tepat (Sahid dkk., 2021). Faktor yang paling dominan dalam pelaksanaan proyek konstruksi adalah sumber daya peralatan (Sari dkk., 2024). Alat konstruksi atau sering juga disebut dengan alat berat menurut (Asiyanto,

2008), merupakan alat yang sengaja diciptakan/ didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi/ kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti: menggali, memuat, mengangkut, memindahkan.

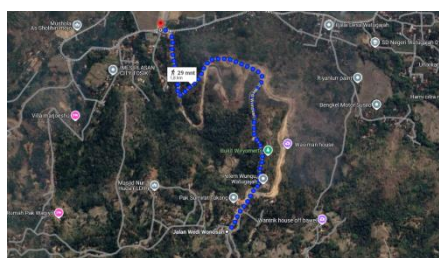
Penggunaan alat berat diperlukan untuk melaksanakan proyek konstruksi dengan cepat dan menyelesaikannya sesuai tujuan yang telah ditentukan (Riyanti dan Beatrix, 2023). Alat berat berperan penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pekerjaan di lapangan, sekaligus mengurangi ketergantungan pada beban kerja manual yang cenderung memakan waktu lebih lama dan berpotensi menghambat kemajuan proyek.

Namun, dalam pelaksanaan proyek konstruksi jalan, salah satu hambatan utama yang dihadapi adalah efisiensi dalam penggunaan alat berat. Pemilihan alat berat yang tidak tepat dapat mengakibatkan proyek tidak berjalan dengan baik, yang berujung pada penurunan produktivitas dan perpanjangan waktu pengerjaan (Dipohusodo, 2015). Permasalahan yang dihadapi dalam pembangunan jalan di Gunungkidul dengan menggunakan alat berat yaitu kondisi lingkungan, cuaca dan faktor-faktor lain. Kondisi seperti ini yang berdampak pada produktivitas alat berat dan berpengaruh terhadap proses pembangunan infrastruktur jalan. Analisis produktivitas alat berat menjadi kunci untuk memastikan keberhasilan proyek dalam batas waktu yang telah ditetapkan.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Supit (2020) “Analisa Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah, dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir” maka peneliti mengembangkan penelitiannya pada wilayah pegunungan dengan judul “Analisis Produktivitas Alat Berat dalam Pekerjaan Tanah Pada Proyek Pembangunan Jalan Pengganti Ruas Di Gunungkidul Tahun Anggaran 2024”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas dan waktu rencana serta pelaksanaan alat berat pada pekerjaan tanah dan mengetahui perbandingan antara waktu di lapangan dengan rencana. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian analisis produktivitas alat berat dalam proyek konstruksi agar mengetahui produktivitas alat berat pada Pembangunan jalan pengganti ruas Hargomulyo-Watugajah kabupaten Gunungkidul tahun anggaran 2024.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan metode observasi langsung dan perhitungan berdasarkan siklus kerja. Menurut Sugiyono (2018), metode kuantitatif adalah suatu model observasi yang dapat memberikan hasil dalam bentuk numerik dan disajikan dalam bentuk statistik. Penelitian ini dilakukan pada STA 0 + 000 s/d 2+575 pada minggu Ke 1 – 28 (28 Maret 2024 s.d 06 Oktober 2024). Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan jalan ruas pengganti di Gunungkidul berlokasi di Watugajah, Kec. Gedang Sari, Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Denah Lokasi penelitian seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi proyek.

Adapun tahapan yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut:

- a. Menetapkan dan merumuskan masalah penelitian, menentukan tujuan penelitian serta manfaat yang diharapkan dan melakukan studi literatur.
- b. Pengumpulan data digunakan untuk memproses data-data dalam analisis penelitian. Adapun jenis data yang akan digunakan berupa data primer dan data sekunder:
 - 1) Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung pada proyek antara lain, observasi lapangan, pengamatan alat berat *excavator*, *dump truck*, *bulldozer*, *motor grader*, dan *vibro roller*.
 - 2) Data sekunder merupakan data pendukung yang dijadikan referensi dalam melakukan analisis data. Data ini berupa data laporan dan dokumentasi yang telah tersedia seperti: RAB, kurva-s, gambar kerja, volume pekerjaan, data cuaca, dan literatur.

- c. Pengolahan data yang sudah didapatkan di lapangan. Pengolahan data bertujuan untuk mengubah data mentah menjadi informasi yang berguna dan dapat dipahami.
- d. Hasil dan pembahasan, pada tahap ini menjelaskan hasil produktivitas alat berat pada pekerjaan galian, timbunan, dan lapis pondasi agregat kelas A.
- e. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis dan menyusun saran operasional.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan diperoleh berdasarkan data gambar kerja dan analisa produktivitas alat berat pada proyek pembangunan jalan ruas pengganti di Gunungkidul. Dari lampiran gambar, maka diketahui:

- a. Panjang efektif = 2,5 Km, STA 0 + 000 s/d 2+575
- b. Lebar badan jalan = 7,5 meter
- c. Volume pekerjaan galian tanah = 109.828,231 m³
- d. Volume timbunan hasil galian = 36.651,302 m³
- e. Volume lapis agregat kelas A = 2.975,250 m³

3.2. Perhitungan Lapangan Produktivitas dan Waktu Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah

a. Pekerjaan Galian

1) Excavator type Hitachi Zaxis 200

- Kapasitas *bucket* (q') = 1 m³ (Pengamatan di lapangan)
 Efisiensi kerja (E) = 0,75 (Baik)
 Volume galian = 4637,604 m³
 Jumlah alat = 3 unit
 Jam kerja/hari = 7 jam
 Faktor *bucket* (K) = 0,9
 Waktu gali = 12 detik (Rata-rata 0 m – 2 m)
 Waktu buang = 27,01766 detik
 Waktu putar = 4-8 detik (90° – 180°)
 Waktu siklus (CT) = Waktu gali + (2 x Waktu putar) + Waktu Buang
 = 12 + (2 x 8) + 27,01766
 = 55,01766 detik = 0,916961 menit

Produktivitas per jam (m³/jam) ((Rochmanhadi, 1985)

$$Q = \frac{q' \times K \times 60 \times E}{CT}$$

$$= \frac{1 \times 0,9 \times 60 \times 0,75}{0,916961}$$

$$= 44,168 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

- Produksi per unit = 44,168 m³/jam
 Jumlah *excavator* = 3 unit
 Produksi 3 unit = 3 x 44,168 = 132,502909 m³/jam
 Produksi per hari = 7 x 132,503 = 927,520363 m³/hari
 Volume galian tanah:
 = 4637,604 m³
 = $\frac{4637,603}{927,520363} = 5 \text{ hari}$
 = 7 x 5 = 35 jam

2) Dump Truck type Hino Ranger Fm 260 10 m³

- Kapasitas bak *dump truck* (c') = 10 m³ (Spesifikasi alat)
 Faktor *dump* (K) = 0,8
 Volume galian = 2344,323 m³
 Jumlah alat = 5 unit
 Kapasitas pemuat (q') = 1 m³ (Spesifikasi alat)
 Jam kerja per hari = 7 jam

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak angkut (D)} &= 1000 \text{ m} \\
 \text{Efisiensi kerja (E)} &= 0,75 \\
 \text{Kecepatan bermuatan (V1)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata angkut} &= \frac{20 \times 1000}{60} = 333,33 \text{ m/menit} \\
 \text{Kecepatan kosong (V2)} &= 37 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata kembali} &= \frac{37 \times 1000}{60} = 616,67 \text{ m/menit} \\
 \text{Waktu buang (t1)} &= 1000 \text{ m} = 1000/500 = 2 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tunggu dan tunda (t2)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus pemuat (Cms)} &= 0,16064021 \text{ menit} \\
 \text{Jumlah siklus excavator untuk mengisi dump truck dapat dicari dengan persamaan di bawah ini:} \\
 \text{Jumlah siklus pemuat (n)} &= \frac{C'}{q' \times k} = \frac{10}{1 \times 0,8} = 12,5 \approx 12 \text{ kali} \\
 \text{Produksi persiklus (c)} &= n \times q' \times K = 12 \times 1 \times 0,8 = 9,6 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V2} + t1 + t2 \\
 &= 12 \times 2,0522 + \frac{1000}{333,33} + \frac{1000}{616,67} + 2 + 1 \\
 &= 24,6265 + 3 + 1,6216 + 2 + 1 = 32,2481 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (m}^3\text{/jam) (Rochmanhadi, 1987)} \\
 Q &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{9,6 \times 60 \times 0,75}{32,2481} \\
 &= 13,396 \text{ m}^3\text{/jam}
 \end{aligned}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per unit} &= 13,396 \text{ m}^3\text{/jam} \\
 \text{Jumlah dump truck} &= 5 \text{ unit} \\
 \text{Produksi 5 unit} &= 5 \times 13,396 = 66,98 \text{ m}^3\text{/jam} \\
 \text{Produksi per hari} &= 7 \times 66,98 = 468,86 \text{ m}^3\text{/ hari} \\
 \text{Volume galian tanah:} \\
 &= 2344,323 \text{ m}^3 \\
 &= \frac{2344,323}{468,86} = 5 \text{ hari} \\
 &= 7 \times 5 = 35 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3) Dump Truck type Hino 136HDX 5 m³

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bak dump truck (c')} &= 5 \text{ m}^3 \text{ (Spesifikasi alat)} \\
 \text{Faktor dump (K)} &= 0,8 \\
 \text{Volume galian} &= 2293,281 \text{ m}^3 \\
 \text{Jumlah alat} &= 5 \text{ unit} \\
 \text{Kapasitas pemuat (q')} &= 1 \text{ m}^3 \text{ (Spesifikasi alat)} \\
 \text{Jam kerja per hari} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Jarak angkut (D)} &= 600 \text{ m} \\
 \text{Efisiensi kerja (E)} &= 0,75 \\
 \text{Kecepatan bermuatan (V1)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata angkut} &= \frac{30 \times 1000}{60} = 500 \text{ m/menit} \\
 \text{Kecepatan kosong (V2)} &= 45 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata kembali} &= \frac{45 \times 1000}{60} = 750 \text{ m/menit} \\
 \text{Waktu buang (t1)} &= 600 \text{ m} = 600/500 = 1,2 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tunggu dan tunda (t2)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus pemuat (Cms)} &= 2,04715 \text{ menit} \\
 \text{Jumlah siklus excavator untuk mengisi dump truck dapat dicari dengan persamaan di bawah ini:} \\
 \text{Jumlah siklus pemuat (n)} &= \frac{C'}{q' \times k} = \frac{5}{1 \times 0,8} = 6,25 \approx 6 \text{ kali} \\
 \text{Produksi persiklus (c)} &= n \times q' \times K = 6 \times 1 \times 0,8 = 4,8 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \\
 &= 6 \times 2,04715 + \frac{600}{500} + \frac{600}{750} + 1,2 + 1 \\
 &= 12,2829 + 1,2 + 0,8 + 1,2 + 1 = 16,4829 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Produktivitas per jam (m^3/jam) (Rochmanhadi, 1987)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{4,8 \times 60 \times 0,75}{16,4829} \\
 &= 13,104 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per unit} &= 10,920 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Jumlah dump truck} &= 5 \text{ unit} \\
 \text{Produksi 5 unit} &= 5 \times 13,104 = 65,52 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi per hari} &= 7 \times 65,52 = 458,64 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Volume galian tanah:} &= 2293,281 \text{ m}^3 \\
 &= \frac{2293,281}{458,64} = 5 \text{ hari} \\
 &= 7 \times 5 = 35 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4) Bulldozer Caterpillar D6G

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor blade (a)} &= 0,9 \\
 \text{Jumlah alat} &= 1 \text{ unit} \\
 \text{Volume galian} &= 4637,604 \text{ m}^3 \\
 \text{Lebar blade} &= 3,7 \text{ m (Pengamatan di lapangan)} \\
 \text{Tinggi blade} &= 0,55 \text{ m (Pengamatan di lapangan)} \\
 \text{Kapasitas blade (V)} &= L \times H^2 \times a = 3,7 \times 0,55^2 \times 0,9 = 1,007 \text{ m}^3 \\
 \text{Jarak} &= 16 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan maju} &= 5 \text{ km/jam} = 5000 / 60 = 83,33 \text{ m/menit} \\
 \text{Kecepatan mundur} &= 7 \text{ km/jam} = 7000 / 60 = 116,67 \text{ m/menit} \\
 \text{Torqflow transmission (Z)} &= 0,04932914 \\
 \text{Waktu siklus} &= \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z = \frac{16}{83,33} + \frac{16}{116,67} + 0,04932914 \\
 &= 0,378472 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Efisiensi kerja alat (E) = 0,83

Produktivitas per jam (m^3/jam) (Rochmanhadi, 1985)

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times \frac{60}{CT} \times E \\
 &= 1,007 \times \frac{60}{0,378472} \times 0,83 \\
 &= 132,503 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per unit} &= 132,503 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Jumlah dump truck} &= 1 \text{ unit} \\
 \text{Produksi 1 unit} &= 1 \times 132,503 = 132,503 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi per hari} &= 7 \times 132,503 = 927,521 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Volume galian tanah:} &= 4637,604 \text{ m}^3 \\
 &= \frac{4637,604}{927,521} = 5 \text{ hari} \\
 &= 7 \times 5 = 35 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

b. Pekerjaan Timbunan

1) Dump Truck type Hino 136HDX 5 m³

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bak dump truck (c')} &= 5 \text{ m}^3 \text{ (Spesifikasi alat)} \\
 \text{Faktor dump (K)} &= 0,8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume timbunan} &= 2293,281 \text{ m}^3 \\
 \text{Jumlah alat} &= 5 \text{ unit} \\
 \text{Kapasitas pemuat (q')} &= 1 \text{ m}^3 (\text{Spesifikasi alat}) \\
 \text{Jam kerja per hari} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Jarak angkut (D)} &= 600 \text{ m} \\
 \text{Efisiensi kerja (E)} &= 0,75 \\
 \text{Kecepatan bermuatan (V1)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata angkut} &= \frac{30 \times 1000}{60} = 500 \text{ m/menit} \\
 \text{Kecepatan kosong (V2)} &= 45 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata kembali} &= \frac{45 \times 1000}{60} = 750 \text{ m/menit} \\
 \text{Waktu buang (t1)} &= 600 \text{ m} = 600/500 = 1,2 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tunggu dan tunda (t2)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus pemuat (Cms)} &= 2,04715 \text{ menit} \\
 \text{Jumlah siklus excavator untuk mengisi dump truck dapat dicari dengan persamaan di bawah ini:} \\
 \text{Jumlah siklus pemuat (n)} &= \frac{C'}{q' \times k} = \frac{5}{1 \times 0,8} = 6,25 \approx 6 \text{ kali} \\
 \text{Produksi persiklus (c)} &= n \times q' \times K = 6 \times 1 \times 0,8 = 4,8 \text{ m}^3 \\
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V2} + t1 + t2 \\
 &= 6 \times 2,04715 + \frac{600}{500} + \frac{600}{750} + 1,2 + 1 \\
 &= 12,2829 + 1,2 + 0,8 + 1,2 + 1 = 16,4829 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (m}^3/\text{jam) (Rochmanhadi, 1987)} \\
 Q &= \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{4,8 \times 60 \times 0,75}{16,4829} \\
 &= 13,104 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per unit} &= 13,104 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Jumlah dump truck} &= 5 \text{ unit} \\
 \text{Produksi 5 unit} &= 5 \times 13,104 = 65,52 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi per hari} &= 7 \times 65,52 = 458,64 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Volume timbunan tanah:} \\
 &= 2293,281 \text{ m}^3 \\
 &= \frac{2293,281}{458,64} = 5 \text{ hari} \\
 &= 7 \times 5 = 35 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2) Motor Grader Caterpillar 120 Gc

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar efektif blade (W)} &= 3,7 \text{ m (Spesifikasi alat)} \\
 \text{Kecepatan (V)} &= 5,00 \text{ km/jam} = 50 \text{ m/menit} \\
 \text{Volume timbunan} &= 2293,281 \text{ m}^3 \\
 \text{Jumlah alat} &= 1 \text{ unit} \\
 \text{Tebal penghamparan (t)} &= 8,8899 \text{ m} \\
 \text{Efisiensi alat (E)} &= 0,83 \\
 \text{Jam kerja per hari} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Panjang hamparan (Lh)} &= 75 \text{ m} \\
 \text{Lebar jalan} &= 7,5 \text{ m} \\
 \text{Waktu siklus perataan 1 kali lintasan} \\
 \text{Waktu siklus (CT)} &= 50 \times 7,5 = 375 \text{ menit} \\
 \text{Produktivitas per jam (m}^3/\text{jam) (Tambunan dkk., 2022)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{Lh \times W \times t \times E \times 60}{CT} \\
 &= \frac{12,5 \times 3,7 \times 8,8899 \times 0,83 \times 60}{375} \\
 &= 54,602 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

Produksi per unit = 54,602 m³/jam

Jumlah *motor grader* = 1 unit

Produksi 1 unit = 1 x 54,602 = 54,602 m³/jam

Produksi per hari = 7 x 54,602 = 382,214 m³/ hari

Volume timbunan tanah:

= 2293,281 m³

= $\frac{2293,281}{382,214}$ = 6 hari

= 7 x 6 = 42 jam

3) *Vibratory Compactor* HAMM 311/DP

Lebar *drum compactor* = 2140 mm = 2,14 m (Spesifikasi alat)

Jumlah alat = 1 unit

Volume timbunan = 2293,281 m³

Tebal lapisan (H) = 0,12474843 m

Faktor koreksi = 0,83

Kecepatan rata-rata (v) = 4 km/jam

Jumlah lintasan (N) = 6

Berdasar faktor konversi volume tanah atau material di atas maka,

Lapis pemadatan = 0,12474843 x 1,59 = 0,19835 m

Lebar kerja efektif = lebar *drum* – lebar *overlap* = 2,14 – 0,15 = 1,99 m

Produktivitas per jam (m³/jam) (Wilopo, 2009)

$$Q = \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N}$$

$$= \frac{1,99 \times 1 \times 0,19835 \times 1000 \times 0,83}{6}$$

$$= 54,602 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

Produksi per unit = 54,602 m³/jam

Jumlah *vibro roller* = 1 unit

Produksi 1 unit = 1 x 54,602 = 54,602 m³/jam

Produksi per hari = 7 x 54,602 = 382,214 m³/ hari

Volume timbunan tanah:

= 2293,281 m³

= $\frac{2293,281}{382,214}$ = 6 hari

= 7 x 6 = 42 jam

4) *Roller* HAMM 311 *Soil Compactor*

Lebar *drum compactor* = 2280 mm = 2,28 m (Spesifikasi alat)

Jumlah alat = 1 unit

Volume timbunan = 2293,281 m³

Tebal lapisan (H) = 0,11654717 m

Faktor koreksi = 0,83

Kecepatan rata-rata (v) = 4 km/jam

Jumlah lintasan (N) = 6

Berdasar faktor konversi volume tanah atau material di atas maka,

Lapis pemadatan = 0,11654717 x 1,59 = 0,18531 m

Lebar kerja efektif = lebar *drum* – lebar *overlap* = 2,28 – 0,15 = 2,13 m

Produktivitas per jam (m³/jam) (Wilopo, 2009)

$$Q = \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N}$$

$$= \frac{2,13 \times 1 \times 0,18531 \times 1000 \times 0,83}{6}$$

$$= 54,602 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

Produksi per unit = 54,602 m³/jam

Jumlah *soil compactor* = 1 unit

Produksi 1 unit = 1 x 54,602 = 54,602 m³/jam

Produksi per hari = 7 x 54,602 = 382,213 m³/ hari

Volume timbunan tanah:

= 2293,279 m³

= $\frac{2293,279}{382,213} = 6$ hari

= 7 x 6 = 42 jam

c. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

1) *Dump Truck* type Hino 136HDX 5 m³

Kapasitas bak *dump truck* (c') = 5 m³ (Spesifikasi alat)

Jumlah alat = 5

Volume lapis pondasi = 450 m³

Faktor dump (K) = 0,8

Kapasitas pemuat = 1 m³ (Spesifikasi alat)

Jam kerja per hari = 7 jam

Jarak angkut (D) = 700 m

Efisiensi kerja (E) = 0,75

Kecepatan bermuatan (V1) = 38 km/jam

Kecepatan rata-rata angkut = $\frac{38 \times 1000}{60} = 633,333$ m/menit

Kecepatan kosong (V2) = 49 km/jam

Kecepatan rata-rata kembali = $\frac{49 \times 1000}{60} = 816,667$ m/menit

Waktu buang (t1) = 700 m = 700/500 = 1,4 menit

Waktu tunggu dan tunda (t2) = 4,61029425 menit

Waktu siklus pemuat (Cms) = 2,031 menit

Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* dapat dicari dengan persamaan di bawah ini:

Jumlah siklus pemuat (n) = $\frac{c'}{q' \times k} = \frac{5}{1 \times 0,8} = 6,25 \approx 6$ kali

Produksi persiklus (c) = n x q' x K = 6 x 1 x 0,8 = 4,8 m³

Waktu siklus (Cm) = $n \times Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V2} + t1 + t2$
= 6 x 2,031 + $\frac{700}{633,333} + \frac{700}{816,667} + 1,4 + 4,61$
= 12,188 + 1,105 + 0,857 + 1,4 + 4,61 = 20,16 menit

Produktivitas per jam (m³/jam) (Rochmanhadi, 1987)

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm}$$

$$= \frac{4,8 \times 60 \times 0,75}{20,16}$$

$$= 10,714 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

Produksi per unit = 10,714 m³/jam

Jumlah *dump truck* = 2 unit

Produksi 2 unit = 2 x 10,714 = 21,428 m³/jam

Produksi per hari = 7 x 21,428 = 149,996 m³/ hari

Volume lapis pondasi :

= 450 m³

= $\frac{450}{149,996} = 3$ hari

= 7 x 3 = 21 jam

2) *Motor Grader type Caterpillar 120 Gc*

Lebar efektif *blade* (W) = 3,7 m (Spesifikasi alat)
 Kecepatan (V) = 5,00 km/jam = 50 m/menit
 Volume lapis pondasi = 450 m³
 Jumlah alat = 1 unit
 Tebal penghamparan (t) = 0,4361 m
 Efisiensi alat (E) = 0,83
 Jam kerja per hari = 7 jam
 Panjang hamparan (Lh) = 100 m
 Lebar jalan = 7,5 m
 Waktu siklus perataan 1 kali lintasan
 Waktu siklus (CT) = 50 x 7,5 = 375 menit
 Produktivitas per jam (m³/jam) (Tambunan et al., 2022)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{Lh \times W \times t \times E \times 60}{CT} \\
 &= \frac{100 \times 3,7 \times 0,4361 \times 0,83 \times 60}{375} \\
 &= 21,429 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

Produksi per unit = 21,429 m³/jam
 Jumlah *motor grader* = 1 unit
 Produksi 1 unit = 1 x 21,429 = 21,429 m³/jam
 Produksi per hari = 7 x 21,429 = 150,003 m³/hari
 Volume lapis pondasi:
 = 450 m³
 = $\frac{450}{150,003} = 3 \text{ hari}$
 = 7 x 3 = 21 jam

3) *Vibratory Compactor type HAMM 311/DP*

Lebar *drum compactor* = 2140 mm = 2,14 m (Spesifikasi alat)
 Jumlah alat = 1 unit
 Volume lapis pondasi = 450 m³
 Tebal lapisan (H) = 0,048955975 m
 Factor koreksi = 0,83
 Kecepatan rata-rata (v) = 4 km/jam
 Jumlah lintasan (N) = 6
 Berdasar faktor konversi volume tanah atau material di atas maka,
 Lapis pemadatan = 0,048955975 x 1,59 = 0,07784
 Lebar kerja efektif = lebar *drum* – lebar *overlap* = 2,14 – 0,15 = 1,99 m
 Produktivitas per jam (m³/jam) (Wilopo, 2009)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N} \\
 &= \frac{1,99 \times 1 \times 0,07784 \times 1000 \times 0,63}{6} \\
 &= 21,429 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

Produksi per unit = 21,429 m³/jam
 Jumlah *vibro roller* = 1 unit
 Produksi 1 unit = 1 x 21,429 = 21,429 m³/jam
 Produksi per hari = 7 x 21,429 = 150,003 m³/hari
 Volume lapis pondasi:
 = 450 m³
 = $\frac{450}{150,003} = 3 \text{ hari}$
 = 7 x 3 = 21 jam

4) Roller HAMM 311 Soil Compactor

Lebar *drum compactor* = 2280 mm = 2,28 m (Spesifikasi alat)
 Jumlah alat = 1 unit
 Volume lapis pondasi = 450 m³
 Tebal lapisan (H) = 0,04573908 m
 Faktor koreksi = 0,83
 Kecepatan rata-rata (v) = 4 km/jam
 Jumlah lintasan (N) = 6
 Berdasar faktor konversi volume tanah atau material di atas maka,
 Lapis pemadatan = 0,04573908 x 1,59 = 0,0727255 m
 Lebar kerja efektif = lebar *drum* – lebar *overlap* = 2,28 – 0,15 = 2,13 m
 Produktivitas per jam (m³/jam) (Wilopo, 2009)

$$Q = \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N}$$

$$= \frac{2,13 \times 1 \times 0,0727255 \times 1000 \times 0,83}{6}$$

$$= 21,429 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

Produksi per unit = 21,429 m³/jam
 Jumlah *soil compactor* = 1 unit
 Produksi 1 unit = 1 x 21,429 = 21,429 m³/jam
 Produksi per hari = 7 x 10,714 = 150,003 m³/hari
 Volume lapis pondasi :
 = 450 m³
 = $\frac{450}{150,003} = 3 \text{ hari}$
 = 7 x 3 = 21 jam

3.3. Perbandingan Produktivitas dan Waktu Rencana dengan Lapangan

Perbandingan antara produktivitas dan waktu kerja alat berat berdasarkan rencana dan realisasi lapangan diperlukan untuk menilai efisiensi pelaksanaan proyek. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan di atas diperoleh rata-rata produktivitas dan waktu rencana dengan lapangan alat berat seperti Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Perbandingan rata-rata produktivitas dan waktu rencana dengan lapangan

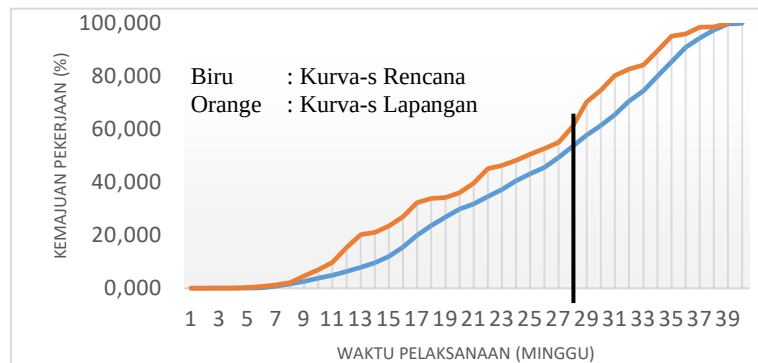
Jenis Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Produktivitas rata-rata per jam (m ³ /jam)*	Produktivitas rata-rata per jam (m ³ /jam)**	Waktu (hari)*	Waktu (hari)**
Pekerjaan Galian	<i>Excavator</i> Hitachi ZAXIS 200	-	46,002	-	4
	<i>Excavator</i> Komatsu PC 200	23,554	-	6	-
	<i>Dump Truck</i> Hino Ranger Fm 10 m ³	25,285	27,463	6	4
	<i>Dump Truck</i> Hino 136HDX 5 m ³	18,875	18,195	6	4
	<i>Bulldozer</i> Caterpillar D6G	-	131,804	-	4
Pekerjaan Timbunan	<i>Dump Truck</i> Hino 136HDX 5 m ³	18,875	14,472	6	4
	<i>Motor Grader</i> Caterpillar 120 Gc	17,317	44,921	6	4
	<i>Vibratory Compactor</i> HAMM 311/DP	17,456	44,923	6	4
	<i>Roller HAMM 311 Soil Compactor</i>	17,456	44,923	6	4
Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A	<i>Dump Truck</i> Hino 136HDX 5 m ³	24,231	22,615	6	4
	<i>Motor Grader</i> Caterpillar 120 Gc	24,231	29,008	6	4
	<i>Vibratory Compactor</i> HAMM 311/DP	24,231	29,008	6	4
	<i>Roller HAMM 311 Soil Compactor</i>	24,231	29,008	6	4

* Rencana

** Lapangan

Kurva-S digunakan sebagai alat evaluasi progres proyek terhadap perencanaan awal. Grafik ini menyajikan perbandingan antara rencana kerja mingguan dan realisasi di lapangan, sehingga dapat terlihat sejauh mana deviasi terjadi serta tingkat pencapaian aktual terhadap target yang ditetapkan. Visualisasi ini menjadi dasar dalam menilai kinerja proyek secara keseluruhan. Perhitungan produktivitas dan waktu ini

dilakukan dari minggu ke-6 minggu ke-28 seperti terlihat pada Gambar 2. Kurva-S berikut menunjukkan progres pekerjaan dalam setiap minggu untuk warna merah menunjukkan progres produktivitas di lapangan dan warna biru menunjukkan progres rencana.



Gambar 2. Grafik perbandingan kurva-s rencana dengan lapangan.

Gambar 2. Menyajikan grafik perbandingan antara kurva-S rencana dan kurva-S lapangan dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi selama periode 28 minggu. Kurva-S merupakan alat penting dalam manajemen proyek yang digunakan untuk memantau dan mengevaluasi kemajuan pekerjaan terhadap jadwal yang telah direncanakan.

Pada awal pelaksanaan proyek, dari minggu ke-1 hingga minggu ke-10, kurva lapangan menunjukkan kesesuaian dengan kurva rencana. Hal ini menandakan bahwa pelaksanaan proyek pada tahap awal berjalan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Namun, setelah minggu ke-11 hingga minggu ke-28, terlihat adanya perubahan signifikan. Kurva-S lapangan mulai menunjukkan tren naik lebih tajam dibandingkan kurva rencana. Hal ini terjadi karena adanya Upaya percepatan pekerjaan di lapangan melalui efisiensi proses kerja. Upaya ini tampak cukup berhasil karena kemajuan proyek melebihi target mingguan yang telah ditetapkan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan hasil perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah pada Proyek Pembangunan Jalan Pengganti Ruas Di Gunungkidul yang meliputi Pekerjaan Galian, Timbunan, dan Lapis Pondasi Agregat Kelas A dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Rata-rata produktivitas rencana dan realisasi di lapangan per jam dari minggu ke-6 s/d minggu ke-28:

- 1) Pekerjaan Galian

Excavator Hitachi ZAXIS 200 menunjukkan produktivitas aktual 46,002 m³/jam, *Excavator* Komatsu PC 200 memiliki produktivitas rencana 23,554 m³/jam, *Bulldozer* Caterpillar D6G mencapai produktivitas aktual sangat tinggi 131,804 m³/jam, *Dump Truck* menunjukkan variasi produktivitas Hino Ranger Fm 260 10 m³ aktual adalah 27,463 m³/jam lebih tinggi produktivitasnya dibandingkan rencana yaitu 25,285 m³/jam, *Dump Truck* Hino 136HDX 5 m³ aktual adalah 18,195 m³/jam sama dengan produktivitas rencana 18,875 m³/jam

- 2) Pekerjaan Timbunan

Dump Truck Hino 136HDX 5 m³ aktual adalah 14,472 m³/jam lebih rendah produktivitasnya dibandingkan rencana sebesar 18,875 m³/jam, *Motor Grader* Caterpillar 120 Gc aktual adalah 44,921 m³/jam lebih tinggi produktivitasnya dibandingkan rencana sebesar 17,317 m³/jam, *Vibratory Compactor* HAMM 311 D/P aktual adalah 44,923 m³/jam juga lebih tinggi dibandingkan rencana sebesar 17,456 m³/jam, dan *Roller* HAMM 311 *Soil Compactor* aktual adalah 44,923 m³/jam lebih tinggi dibandingkan rencana sebesar 17,456 m³/jam.

- 3) Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Alat berat umumnya memenuhi/melampaui target *Motor Grader* Caterpillar 120 Gc aktual adalah 29,008 m³/jam lebih tinggi produktivitasnya dibandingkan rencana sebesar 24,231 m³/jam, *Vibratory Compactor* HAMM 311 D/P aktual adalah 29,008 m³/jam lebih tinggi produktivitasnya dibandingkan rencana sebesar 24,231 m³/jam, dan *Roller* HAMM 311 *Soil Compactor* adalah 29,008 m³/jam lebih tinggi produktivitasnya dibandingkan rencana sebesar 24,231 m³/jam, Produktivitas aktual *Dump Truck* Hino 136HDX 5 m³ adalah 22,615 m³/jam lebih rendah dibandingkan rencana sebesar 24,231 m³/jam.

- b. Rata-rata waktu rencana dan realisasi di lapangan yang dibutuhkan dari minggu ke-6 s/d minggu ke-28: Semua alat berat pada pekerjaan galian, pekerjaan timbunan, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A yang berada di lapangan melampaui target dari yang direncanakan. Untuk waktu rata-rata alat berat pada realisasi membutuhkan waktu lebih singkat yaitu 4 hari sedangkan pada rencana memiliki rata-rata waktu 6 hari.
- c. Waktu pelaksanaan pekerjaan galian, timbunan, dan lapis pondasi agregat kelas A memerlukan waktu rata-rata lebih singkat dibandingkan dengan waktu rencana. Keberhasilan penyelesaian dalam waktu yang lebih singkat ini menunjukkan efisiensi yang baik dalam penggunaan alat berat. Dengan demikian proyek ini tidak hanya berhasil memenuhi target waktu yang direncanakan, tetapi juga menunjukkan potensi untuk meningkatkan produktivitas di masa mendatang.
- d. Rekomendasi
 - 1) Optimalisasi Penggunaan Alat
Prioritaskan penggunaan *Excavator* Hitachi ZAXIS 200 dan *Bulldozer* D6G untuk pekerjaan galian, Manfaatkan *Motor Grader* dan *Compactors* yang telah terbukti sangat produktif.
 - 2) Evaluasi Kinerja *Dump Truck*
Lakukan analisis penyebab rendahnya produktivitas *Dump Truck* Hino 136HDX 5 m³, Pertimbangkan penyesuaian jumlah unit atau penjadwalan.
 - 3) Peningkatan Manajemen Proyek
Manfaatkan data produktivitas aktual untuk penyempurnaan perencanaan, Lakukan pemantauan rutin untuk memastikan konsistensi kinerja alat.
 - 4) Pertimbangan untuk Proyek Serupa
Data produktivitas aktual ini dapat menjadi acuan untuk perencanaan proyek sejenis, Pengalaman lapangan menunjukkan beberapa alat memiliki potensi produktivitas lebih tinggi dari perkiraan teoritis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. (2008). *Manajemen Alat Berat Untuk Kontruksi*. Jakarta. PT. Pradnya Paramita. Jakarta
- Dipohusodo, I. (2015). *Manajemen Proyek & Konstruksi*. Jogjakarta: Kanisius.
- Riyanti, I. Y., & Beatrix, M. (2023). *Analisis Produktivitas Alat Berat Proyek Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru – Buduran (LJT)*, Sidoarjo. 16(1), 93–101. <http://dx.doi.org/10.30811/portal.v16i1.4723>
- Rochmanhadi. (1985). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan menggunakan Alat-Alat Berat*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta
- Rochmanhadi. (1987). *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta
- Sahid, M. N., Listyawan, A. B., Solikhin, M., & Masithoh, S. (2021). Kajian Produktivitas Alat Berat Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Bendungan Bendo. *Media Teknik Sipil* 19(1), 33–39. <https://doi.org/10.22219/jmts.v18i2.12379>
- Sari, A. E., Khaidir, I., & Rita, E. (2024). Kajian Pengaruh Manajemen Sumber Daya Terhadap Produktivitas Pelaksanaan Proyek Kontruksi Gedung. *SIKLUS: Jurnal Teknil Sipil*. 10(1), 80-90.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Alfabeta. Bandung
- Supit, D. D. (2020). Analisa Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir (Studi Kasus: Proyek Rehabilitas Ring Rod II-Paniki). *Dynamic Sain T*, 1.
- Tambunan, S. P., Dewantoro, F., & Pratiwi, D. (2022). Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Simpang Korpri Purwotani. *Jurnal Teknik Sipil: SENDI*, 03(02), 67–73.
- Wilopo, D. (2009). *Metode Kontruksi dan Alat Berat*. Universitas Indonesia. Jakarta
- Zaldi, H. I., Majid, I. A., & Maulina, F. (2023). Faktor-Faktor Dominan Yang Berpengaruh Terhadap Produktivitas Aktual Alat Berat Konstruksi Pada Pelaksanaan Proyek Kontruksi Jalan. *Journal of The Civil Engineering Student*. 5(1), 127–134. <https://doi.org/10.24815/journalces.v5i2.23231>