

Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Akses dan Fasilitas Pendukung Stasiun Maros

Herby C.P. Tiyow^{*1a}, Helen A.Irene Sopacua^{*2}, Alvone Feldian Sampe Kondoallo^{*3}

Submit:
15 September
2025

Review:
25 September
2025

Revised:
1 Oktober 2025

Published:
9 Oktober 2025

^{*1}Dosen Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia, herbycalvin@ukipaulus.ac.id

^{*2}Dosen, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia, helen@ukipaulus.ac.id

^{*3}Mahasiswa Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia, alvonzokondoallo@gmail.com

^aCorresponding Author: herbycalvin@ukipaulus.ac.id

Abstrak

Pembangunan jalan sebagai akses dan penghubung suatu wilayah bermanfaat, antara lain untuk mempermudah mobilisasi barang dan jasa, meningkatkan perekonomian dan konektivitas antar wilayah. Pemerintah kabupaten Maros melakukan pembangunan jalan baru sebagai akses jalan yang menghubungkan stasiun Kereta Api Maros dengan jalan utama, panjang jalan 2,5 km. Pekerjaan yang dilaksanakan adalah pekerjaan perataan tanah timbunan. Pekerjaan ini menggunakan alat berat untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi agar pekerjaan dapat selesai tepat waktu, biaya dan mutu. Peralatan konstruksi yang digunakan ada 4 unit sesuai dengan fungsinya antara lain, alat angkut material adalah *dump truck* timbunan berasal dari *quarry* dan dibawa ke lokasi proyek, *excavator* untuk menebarkan material tersebut, *bulldozer* untuk meratakannya dan *vibration roller* untuk memadatkan. Penelitian dilakukan untuk mengetahui produktivitas masing-masing alat sesuai dengan fungsi dan karakteristiknya. Hasil penelitian terhadap produktivitas masing-masing alat, diperoleh produktivitas *dump truck* 14,78 m³/jam, *excavator* 337,62 m³/jam, *bulldozer* 91,12 m³/jam, *vibration roller* 110,67 m³/jam.

Kata kunci : Alat berat, pekerjaan tanah, produktivitas

Abstract

Road construction as access and connection to an area is beneficial, among other things, to facilitate the mobilization of goods and services, improve the economy and connectivity between regions. The Maros district government is constructing a new road to connect Maros Train Station with the main road, with a length of 2.5 km. The work carried out is land leveling. This work uses heavy equipment to achieve high productivity so that the work can be completed on time, on budget, and with high quality. Four units of construction equipment were used according to their functions, including dump trucks to transport material from the quarry to the project site, excavators to spread the material, bulldozers to level it, and vibration rollers to compact it. Research was conducted to determine the productivity of each tool according to its function and characteristics. The results of the research on the productivity of each tool showed that the productivity of the dump truck was 14.78 m³/hour, the excavator was 337.62 m³/hour, the bulldozer was 91.12 m³/hour, and the vibration roller was 110.67 m³/hour.

Keywords : Heavy Equipment, earthwork, productivity

PENDAHULUAN

Percepatan pembangunan infrastruktur transportasi merupakan salah satu barometer kemajuan suatu daerah. salah satu infrastruktur transportasi adalah jalan raya, yang dibutuhkan sebagai sarana yang menghubungkan satu daerah dengan daerah lain atau suatu kawasan industri dengan pemasok bahan baku. Salah satu sarana transportasi yang sedang dikerjakan di kabupaten Maros adalah stasiun kereta api, sebagai sarana transportasi cepat dan bebas hambatan. Pembangunan ini membutuhkan sarana jalan akses yang menghubungkan stasiun kereta api dengan jalan utama. Untuk pelaksanaan proyek jalan akses yang merupakan jalan baru, maka dibutuhkan peralatan konstruksi agar pelaksanaan proyek dapat tepat waktu, mutu, dan biaya. Untuk itu perlu memahami jenis dan kapasitas peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan proyek agar dapat mengetahui mengetahui produktivitas peralatan tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis produktivitas empat jenis alat berat utama, yaitu *excavator*, *dump truck*, *bulldozer*, dan *vibrator roller*, yang digunakan pada pekerjaan timbunan dan pemadatan di proyek akses jalan Stasiun Maros. Referensi yang dibutuhkan sebagai acuan dan pendukung adalah beberapa penelitian yang telah terbukti dan teruji dan telah dipublikasikan.

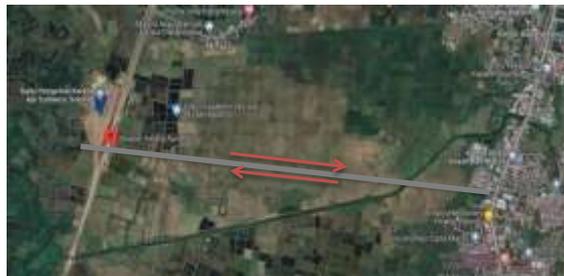
Dalam penelitian proyek pembangunan Jalan Prambanan-Gayamharjo yang dilakukan oleh Hanifa dkk memperoleh hasil, durasi waktu pelaksanaan tergantung dari jumlah peralatan yang digunakan [1]. Penelitian yang dilakukan oleh Kerlima Hutagaol dkk terhadap pemilihan lokasi proyek dan *quarry* serta peralatan yang digunakan mempengaruhi produktivitas pekerjaan [2]. Penelitian I Ketut Ariadi dkk pada pekerjaan tanah di lokasi pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar, menunjukkan bahwa keterlambatan proyek dapat dihindari bila mengetahui dengan pasti produktivitas dan efisiensi masing-masing peralatan konstruksi. Kombinasi peralatan yang efektif merupakan faktor yang menentukan pekerjaan proyek tepat waktu [3]. Analisis masing-masing perhitungan alternatif berdampak terhadap total jam kerja dan biaya penyewaan alat berat. Berdasarkan penelitian pada pekerjaan galian dan timbunan Proyek Bendungan Bener, agar mendapat hasil optimum dari 3 alternatif kombinasi yang dilakukan. Didapatkan hasil yang optimum dari segi biaya dan waktu pada perhitungan alternatif yang ke 2 dengan mengkombinasikan 3 jenis alat berat dan menggunakan jumlah alat 13 unit [4]. Penelitian yang dilakukan pada pelaksanaan Proyek Rehabilitasi Ring Road II – Produktivitas dan Efisiensi peralatan pekerjaan tanah, dan perkerasan berbutir, diperoleh hasil pelaksanaan akan sukses dan keuntungan akan didapatkan kontraktor bila pemilik proyek mendapatkan kepuasan. karena proyek selesai tepat waktu [5]. Dalam penelitian Studi Kasus Penataan Lahan Aditya Sentana Residence), hasil analisa penggunaan 3 jenis peralatan konstruksi untuk pekerjaan tanah masing-masing bila dikombinasikan dengan 6 alternatif alat maka dapat menghemat waktu pelaksanaan pekerjaan *backhoe*, *dump truck* 17 hari percepatan waktu kerja *bulldozer* 13 hari [6]. Penelitian yang dilakukan oleh Khoirusandi. S. P. dkk, pada pekerjaan galian dan timbunan Embung di IKN mendapatkan hasil bahwa penggunaan peralatan konstruksi menghasilkan percepatan terjadi yaitu pekerjaan 20 hari lebih cepat [7]. Penelitian yang dilakukan pada proyek galian dan timbunan bendungan Kabupaten Lampung Timur perlu mengkombinasikan beberapa peralatan dalam untuk menyelesaikan proyek ini. Dari hasil kombinasi peralatan maka jenis alat yang dibutuhkan dapat diketahui. Total pekerjaan alat berat adalah 14.118 m³, pekerjaan galian sebesar 13.020 m³ dan volume pekerjaan timbunan 1.098 m³. Untuk produktivitas *Excavator* sebagai alat gali dan muat 116,64 m³/jam., *Excavator* SANY SY365 233,29 m³/ jam untuk menggali dan muat ke dalam *Dumptruck*, untuk pekerjaan pemadatan adalah *Bratorry Roller* SAKAI SV515D 159,75 m³/jam, *Dumptruck* kapasitas 24 dan 30 m³ . 6,91 m³/jam (galian 1), 14,85 m³/jam (galian 2), 21,87 m³/jam (timbunan) [8]. Produktivitas excavator caterpillar 320 pada pekerjaan galian proyek Rumah Sakit di Surabaya sebesar 126,7 m³/jam dengan produktivitas tersebut, maka durasi waktu yang dibutuhkan pada pekerjaan galian ini adalah 335 jam [9]. Hasil penelitian pada Perbandingan Produktivitas *Excavator* dan *Dump Truk* pada kondisi cuaca normal dan hujan, diperoleh hasil bahwa kondisi jalan berlumpur yang menjadi penghambat produktivitas alat. Produktivitas

excavator sebelum hujan sebesar 1506,27 m³/hari dan setelah hujan sebesar 854,33 m³/hari, menunjukkan bahwa sebelum hujan kapasitas produksi lebih besar dari pada setelah hujan [10]. Produktivitas alat angkut sudah memenuhi target lebih besar dari 370,37 ton/hari, nilai yang diperoleh adalah 0,599. Faktor penyebab adalah karena curah hujan pada bulan Februari 6,57 jam/hari dan hari kerja kurang dari 28 hari [11]. Untuk mengimbangi produktivitas *dump truck* dalam pengoperasian peralatan pada pekerjaan pengaspalan, ternyata jumlah *dump truck* harus ditambahkan untuk mengimbangi produktivitas alat lain [12]. *Excavator* PC 210 yang digunakan untuk pekerjaan gali dan muat hasi produktivitas aktual untuk 1 unit sebesar 43.920 ton/bulan dan 26.820,3 ton/bulan. Hasil penelitian faktor efisiensi kerja alat berpengaruh terhadap produktivitas [13]. Berdasarkan hasil penelitian produktivitas aktual *Wheel Loader* (WL) 6,98 m³/jam, dan dalam 1 hari 55,84 m³. Berdasarkan tabel produktivitas WL adalah 14,75m³/jam, dan dalam 1 hari kerja sebesar 118 m³. Hal ini menunjukkan bahwa, hasil analisa faktor alat dalam tabel berbeda dengan aktual di lapangan [14].

METODOLOGI

A. Metode

Proyek jalan akses ini menghubungkan jalan utam dan stasiun Kereta Api Maros, di kecamatan Maros, kabupaten Maros, dengan dengan panjang jalan 2,5 km atau 2500 m dan lebar jalan 10 m, tinggi timbunan 40 cm. Material timbunan diambil dari *quarry* di Desa Moncongloe Kabupaten Maros, jarak 20 km dari lokasi proyek. Proyek ini menggunakan alat berat untuk pekerjaan timbunan sampai dengan pekerjaan pemadatan. Untuk pekerjaan pemadatan dengan ketebalan masing-masing *layer* adalah 15 cm yang dikerjakan dari STA 0+000 sampai STA 0+125. Metode penelitian menggunakan metode *time study*, untuk pengamatan waktu menggunakan alat *stop watch* dan jam tangan untuk menghitung waktu siklus tiap alat terutama waktu pengambilan material timbunan di *quarry*. Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan. Adapun waktu pengamatan pada pelataran Lokasi Proyek yaitu pada pukul 08.00-17.00 WITA (sesuai kondisi lapangan). Penelitian ini dilaksanakan dari tanggal Juni sampai Agustus 2023.



Gambar 1. Lokasi Proyek (Google Earth)



Gambar 2. Kondisi Proyek (Pribadi 2023)

B. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini diperoleh dengan dengan mengumpulkan data primer dan didukung juga dengan sekunder sebagai berikut:

1. Data primer

Untuk memperoleh data awal dilakukan observasi langsung ke proyek. Data diperoleh dari kontraktor, sub kontraktor, dan tenaga kerja. Observasi dilakukan secara langsung di lapangan untuk mendapatkan data waktu peralatan menggunakan alat *stop watch* untuk memperoleh waktu siklus alat. Lokasi pengambilan material timbunan di Desa Moncongloe. Alat berat yang digunakan dalam pekerjaan proyek ini sesuai dengan jenis dan fungsi alat adalah sebagai berikut:

a. *Dump Truck* (DT)

DT digunakan untuk mengangkut material timbunan dari lokasi *quarry* ke proyek adalah DT Hino Dutro 130 kapasitas *bucket* 12 m³, kondisi operasi alat mudah, kondisi lapangan sedang, untuk itu diambil faktor *bucket* 1,0 [15]. Kecepatan DT pada tanah datar dan kondisi mudah kecepatan rata-rata dengan muatan 40 km/jam dan dengan muatan 60 km/jam [15]. Alat bekerja dalam 8 jam per hari. Untuk pengamatan waktu muat dan angkut material oleh DT, diambil pada saat DT pergi ke *quarry* untuk mengambil material dan kembali ke proyek dengan membawa material.

b. *Excavator*

Excavator digunakan untuk membongkar dan meratakan material timbunan yang dibuang oleh *dump truck*. Pekerjaan selanjutnya akan dikerjakan oleh *bulldozer*. Spesifikasi alat *Excavator PC 200-10M0*, kapasitas *bucket* 1m³ dan efisiensi alat 0,75 [15].

c. *Bulldozer*

Tipe alat adalah D65E-8, *Merk* alat Komatsu, kapasitas *blade* 3,55 m³, lebar *blade* 3 m, tinggi *blade* 1,1 m. Jumlah alat yang digunakan 2 buah, tahun produksi alat 2019, kondisi alat baik, alat bekerja baik dan nilai faktor alat (Fa) 0,78 berdasarkan Permen PUPR [15].

d. *Vibrator Roller*

Setelah pekerjaan menggosur dilakukan *bulldozer*, kemudian pekerjaan pemadatan dilakukan dengan *vibrator roller*. *Vibrator Roller* seri D, sangat baik digunakan untuk memadatkan tanah kohesif yang memiliki kadar air tinggi. Produktivitas VR, tergantung pada lebar drum alat (W), kecepatan alat menggilas (v), tebal pemadatan (L) dan jumlah lintasan serta efisiensi alat (P). Produktivitas VR: panjang 5,474 m, lebar 2,3 m, tinggi 2,82 m, lebar drum 2,13 m, kecepatan 4 km/jam, 6 *Passing*.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang diambil adalah data peralatan yang diperoleh dari Permen PUPR No 1 tahun 2022. [15]. Dalam Tabel 1 efisiensi alat *excavator*.

Tabel 1, Faktor Efisiensi (Fa) *Excavator* [15]

Kondisi operasi	Faktor efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak kurang	0,67
Kurang	0,58

Bibliografi: ²⁾ Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007

Alat yang digunakan untuk pekerjaan pemadatan *Tandem Roller*, untuk kecepatan jumlah lintasan dapat dilihat pada Tabel 2 [15].

Tabel 2. Kecepatan, Lebar Pemadatan, dan Jumlah Lintasan Alat Pematat

Jenis pematat	Kecepatan rata-rata (v) km/h	Lebar pemadatan efektif, (b – b0); m	Jumlah lintasan (n)
Road roller	± 2	Lebar roda total b - 0,2	3 - 5
Tire roller	Maks 10,0 *)	Lebar roda total b - 0,15*)	4 - 8
Vibrating roller besar	1,5 - 4,0	Lebar roda b - 0,2	4 - 12
Vibrating roller kecil	1,0 - 3,0	Lebar roda b - 0,1	4 - 12
Soil compactor	4 - 10	Lebar roda drive b - 0,2	4 - 12
Tamper	± 1,0		
Macadam roller (TWR)	± 2	Lebar roda total b - 0,2	6 - 8
Tandem roller	Maks 4,0 *)	Lebar roda total b - 0,15*)	2 awal + (4- 8) akhir
Bulldozer	3,0 - 4,0	(Lebar sepatu x 2) b - 0,3 m	-

Tebal lapisan pada kondisi lepas (loose) sekitar 0,15 - - 0,5 m.

Bibliografi: 2) Specifications and Application Hand book, Komatsu, Edition 28- Des2007. Pg.15A-21

*) Spesifikasi Umum Bina Marqa 2018. 6.3.6.4.g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume pekerjaan proyek ini adalah 210.000 m³, lebar jalan 10 m tinggi timbunan 40 cm. Hasil kapasitas alat atau produktivitas alat berat pada penelitian ini hasil produktivitas alat berat yang ditinjau sangat berpengaruh pada nilai produksi dan yang tidak mencapai target sehingga dapat mengakibatkan kerugian. Alat-alat berat yang diteliti adalah *excavator, dump truck, bulldozer, vibrator roller*. Berikut hasil analisa yang didapatkan . Perhitungan Produktivitas masing-masing alat sesuai pekerjaannya adalaah sebagai berikut:

a. Data alat *Dump Truck*

Faktor *Bucket* : 0,9
 Faktor Efisiensi : 0,8
 Kondisi Alat : Baik
 Kapasitas *Dump truck* : 12 m³
 Jam Kerja : 8 jam

Hasil pengamatan waktu siklus *Dump Truck* (pengangkutan material) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Waktu Siklus *Dump Truck*

Kegiatan Pekerjaan	Waktu (T)	Waktu rata-rata per minggu (menit)					Waktu rata-rata (menit)
		I	II	III	IV	V	
Muat dan bawa material	T ₁	66	70	68	65	70	67,8
Buang material	T ₂	2,31	2.32	2,31	2,31	2.32	2,314
Waktu Total							70,114

Produktivitas *dump truck* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT} \tag{1}$$

- Q = Produktivitas
- q = kapasitas *bucket*
- E = efisiensi alat
- CT = Waktu siklus

$$Q = \frac{(12 \times 0,9) \times 60 \times 0,8}{70,114} = 7,39 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas untuk 2 DT = $2 \times 7,39 = 14,78 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Produktivitas dalam 1 hari kerja = $(8 \text{ jam} \times 14,78 \text{ m}^3/\text{jam}) \times 1 \text{ hari} = 118,24 \text{ m}^3/\text{hari}$.

b. Perhitungan Produktivitas *Excavator*

Excavator digunakan untuk meratakan material yang dibuang oleh DT. Kondisi alat *excavator* di lapangan baik, material timbunan tidak basah, alat terlihat masih baru dan efisiensi alat mencapai 75 %, operator memiliki Surat Ijin Operator (SIO). Kondisi lapangan dan cuaca baik.

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} \times 1 \text{ jam} \tag{2}$$

- Q = Produktivitas (m^3/jam)
- q = Kapasitas *bucket*
- CT = $T_1 + T_2 + T_3$.
- T_1 = Waktu menimbah timbunan
- T_2 = waktu mengangkat atau membawa timbunan
- T_3 = Waktu putar untuk kembali
- E = Efisiensi alat (0,80)

Tabel 4. Waktu Siklus *Excavator*

Kegiatan	T	Waktu (Detik)					Rata-rata	
		Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu III	Minggu IV		Minggu V
Menimbah timbunan	T_1	4.309	4.401	4.389	4.309	4.401	4.389	4,394
Swing (putar)	T_2	4,851	4,861	4,841	4,851	4,859	4,850	5,822
Waktu Kembali	T_3	4,127	4, 126	4,128	4,127	4, 126	4,128	5,778
Total waktu siklus (CT)								15,994

- Kapasitas *bucket*: 1 m^3
- Faktor *bucket* : 1,0
- Efisiensi : 0,80
- Waktu siklus : 15,994 detik

Volume tanah yang harus ditimbun sebesar 210.000 m^3 yang didapat dari volume total pekerjaan dikurangi dengan Volume yang telah dikerjakan sebagai bahan penelitian.

$$Q = \frac{(1 \times 1) \times 3600 \times 0,75}{15,994} = 168,81 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Excavator yang digunakan berjumlah dua alat.

Produktivitas *Excavator* = $2 \times 168,81 \text{ m}^3/\text{jam} = 337,62 \text{ m}^3/\text{jam}$.

Produktivitas dalam satu hari kerja adalah = $(8 \text{ jam} \times 337,62 \text{ m}^3/\text{jam}) \times 1 \text{ hari} = 2.700,96 \text{ m}^3/\text{hari}$.

3. Perhitungan Produktivitas *Bulldozer*

Bulldozer digunakan untuk meratakan material yang dikerjakan *excavator*, jarak *bulldozer* untuk pekerjaan *striping* (dorong) maksimum 30 m. Data pengamatan yang digunakan diperoleh bahwa jarak penelitian ini jarak dorong tetap dan kecepatan maju rata-rata, dan kecepatan mundur rata-rata yang diperoleh sesuai dengan data alat sebagai berikut:

Lebar *blade* (L) : 3 m

Tinggi *blade* (H) : 1,1 m

Faktor Koreksi (a) : 1,2

Jumlah alat : 2 buah

Kecepatan maju (F) : 5 km/jam. = $\frac{5000 \text{ m}}{60} = 83,33 \text{ m/menit}$

Kecepatan mundur : 7 km/jam. = $\frac{7000 \text{ m}}{60} = 116,66 \text{ m/ menit}$

Waktu tetap (z) : 0,1 menit

Efisiensi alat dalam kondisi sedang adalah 0,75.

Untuk menghitung produktivitas *bulldozer* menggunakan persamaan.

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT} \quad (3)$$

Q = Produktivitas alat

Kapasitas *blade* (q) = L x H² x a = (3x1,1²) m³ x 1,2 = 0,726 m³

Waktu siklus (CT) = $\frac{D}{F} + \frac{D}{R} + z = \frac{30 \text{ m}}{116,66 \text{ m/menit}} + \frac{30 \text{ m}}{83,33 \text{ m/menit}} + 0,1 = 0,717 \text{ menit.}$

$Q = \frac{0,726 \times 60 \times 0,75}{0,717} = 45,56 \text{ m}^3/\text{jam.}$

Produktivitas 2 *bulldozer* = 2 x 45,56 m³/jam = 91,12 m³/jam

Produktivitas 2 *bulldozer* = (8 jam x 91,12 m³/jam) x 1 hari. = 728,96 m³ per hari

4. Perhitungan Produktivitas *Vibrator Roller*

Vibrator roller digunakan untuk memadatkan timbunan yang telah dikerjakan *bulldozer*, jumlah lintasan adalah 6 lintasan, tebal pemadatan adalah 20 cm per *layer*. Data *vibrator roller* yang digunakan adalah

Panjang : 5,474 m

Lebar efektif pemadatan (b) : 2,3 m

Lebar drum alat pemadat : 2,13 m

Kecepatan alat pemadat (V) : 4 km/jam

Passing (jumlah lintasan (n) : 6 *Passing*

Produktivitas *Vibrator Roller*

$$Q = \frac{(V \times 1000) \times F_a \times t}{n} \quad (5)$$

$$Q = \frac{(4 \times 1000) \times 0,83 \times 0,20}{6}$$

$$Q = 110,67 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas *Vibrator Roller* Perhari

Q = (8jam x 110,67 m³/jam) x 1 hari = 885,36 m³/hari.

Produktivitas vibrator roller sebesar 110,67 m³/jam menunjukkan bahwa alat ini beroperasi secara optimal, terutama untuk pekerjaan pemadatan dengan 6 kali lintasan (2 lintasan awal dan 4 lintasan akhir)

SIMPULAN

Hasil penelitian produktivitas peralatan konstruksi yang digunakan pada proyek konstruksi jalan akses ke Stasiun Kereta Api, *Dump Truck* adalah 14,78 m³/jam, *Excavator* 337,62 m³/jam, *Bulldozer* 91,12 m³/jam, dan *Vibrator Roller* 110,67 m³/jam. Dari hasil analisis, diketahui produktivitas harian masing-masing alat dengan jam kerja efektif 8 jam per hari, yaitu *Dump Truck* sebesar 118,24 m³/hari, *Excavator* sebesar 2.700,96 m³/hari, *Bulldozer* sebesar 728,96 m³ per hari, dan *Vibrator Roller* sebesar 885,36 m³/hari. Melihat kondisi di lapangan, perlu penambahan unit *Dump Truck*, karena produktivitasnya lebih kecil dari alat lain. Hal ini juga dipengaruhi oleh kondisi lalu lintas dan jarak proyek ke lokasi *quarry*.

REFERENSI

- [1] L. L. Hanifa1 and A. Sigit, "Analisis Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Galian Tanah (studi kasus: Proyek dikatakan sukses apabila kontraktor berhasil mendapatkan laba maksimum dan pemilik mendapatkan hasil yang memuaskan serta penyelesaian proyek tepat waktu.)," *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, vol. 5, no. 1, 2025, [Online]. Available: https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/57367/15_Analisis%20produktivitas%20alat%20berat%20pada%20pekerjaan%20galian%20tanah.pdf?sequence=1
- [2] K. Hutagaol, A. Faruq, R. Fahlevi, Rachmayanti, and B. H. Winata, "Manajemen Pengelolaan dan Pemilihan Alat Berat yang Tepat dalam Operasional Quarry Stone Crusher," *Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 177–194, Agustus 2025, doi: <https://doi.org/10.55606/jutiti.v5i2.5499>.
- [3] I. K. Ariadi, A. A. G. A. Yana, and A. A. D. P. Dewi, "Optimasi Kombinasi Alat Berat pada Prouek Pembangunan RSUD Sanjiwani Gianyar" *Jurnal Spektran*, vol. 9, no. 2, pp. 107–114, Jul. 2021.
- [4] A. T. H. Kusumo, H. Triwuryanto, R. Maulana, and S. N. Sari, "Analisis Pemilihan Alat Berat dalam Pekerjaan Galian dan Timbunan Proyek Bendungan Bener," *EQUILIB*, vol. 03, no. 01, pp. 55–64, Mar. 2022.
- [5] D. D. Supit, "Analisa Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat untuk Pekerjaan Tanah, dan Perkerasan Berbutir (Studi Kasus : Proyek Rehabilitasi Ring Road II – Paniki)," *DynamicSainT*, vol. V, no. 1, pp. 906–917, Apr. 2020.
- [6] I. W. Diasa, P. D. H. Ardana, and I. M. P. Erawan, "Alternatif Pemilihan Kombinasi Alat Berat untuk Priyek Konstruksi (Studi Kasus Penataan Lahan Aditya Sentana Residence)," *Jurnal Teknik Gradien*, vol. 13, no. 01, pp. 74–83, Oct. 2021, doi: <https://doi.org/10.47329/teknikgradien.v13i1.743>.
- [7] K. S. Putri and B. Soebandono, "Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Galian dan Timbunan Embung IKN Nusantara," *Bulletin of Civil Engineering* 4(2):55-60, vol. 4, no. 2, pp. 55–60, Agustus 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.18196/bce.v4i2.25852>.
- [8] S. Kurniawan and M. Nuzola, "Analisis Produktivitas Galian/Timbunan Menggunakan Alat Berat pada Pembangunan Bendungan Margatiga Lampung Timur," *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi)*, vol. 11, no. 1, pp. 48–57, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.24127/tp.v11i1.1798>.
- [9] A. R. D. Rizaldi and H. D. Dani, "Produktivitas Alat Berat Excavator Caterpillar 320 pada Pekerjaan Galian Tanah Di Proyek Pekerjaan Kontruksi Fisik dan Bangunan Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya," *e Jurnal UNESA*, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/viteks/article/download/63088/47980/145333>
- [10] A. D. Anggraeny, R. M. Muzdhalifa, I. N. D. P. Putra, and G. J. Velantika, "Perbandingan Produktivitas Excavator dan Dump Truk Sebelum dan Setelah Hujan," *Jurnal talenta Sipil*, vol. 8, no. 1, pp. 224–234, 2025.
- [11] A. Aprilliana, M. Adiwarmar, Ramadhon Ilham Agung, and Putra, "Analisis Produktivitas Alat Angkut Pada Kegiatan Pengangkutan Batubara Dari Temporary Stockpile Menuju Dump Hopper Di PT Rifansi Dwi Putra Site Banko Barat PT Bukit Asam, Tanjung Enim, Sumatera Selatan," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Sains (JITS)*, vol. 1, no. 2, Dec. 2023, doi: <https://doi.org/10.62278/jits.v1i2.20>.

- [12] H. A. I. Sopacua, J. Mara, and D. S. Parubak, "Tinjauan Produktivitas Peralatan Pengaspalan pada Proyek Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Tanah Karaeng-Allu Gowa," *Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)*, vol. 5, no. 4, pp. 597–606, Desember 2023.
- [13] S. Syahrul, N. Syamsiah, R. Kumalasari, and R. I. M. C. Jaya, "Kajian Produktivitas Alat Gali dan Alat Muat pada Penambangan Bijih Nikel Laterit Daerah Kabaena Barat Kabupaten Bombana Sulawesi Tenggara," *Mining Science And Technology Journal*, vol. 2, no. 3, pp. 201–210, Dec. 2023, doi: <https://doi.org/10.54297/minetech-journal.v2i3.545>.
- [14] V. N. Marista, M. K. Lete, and M. Yuneta, "Analisa Produktivitas Alat Berat Wheel Loader Ditinjau dari Pekerjaan di Lapangan dan Tabel Produktivitas," *Journal Of Civil Engineering And Infrastructure Technology*, vol. 2, no. 1, doi: <https://doi.org/10.36728/jceit.v2i1.2669>.
- [15] M. P. U. D. P. Rakyat, "Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan RakyatT, Jan. 05, 2022. [Online]. Available: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/216825/permen-pupr-no-1-tahun-2022>