

PRODUKTIVITAS ALAT BERAT DOZER KOMATSU D65P-12 DAN VIBRATOR ROLLER CASE 1110EX-D UNTUK PEKERJAAN PEMADATAN TANAH DI PROYEK PEMBANGUNAN TAHAP II UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

Iklima Faiza¹, Puguh Novi Prasetyono²
D4 Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya
E-mail: *iklimafaiza.21059@mhs.unesa.ac.id¹

ABSTRAK

Proyek konstruksi memerlukan perencanaan yang matang agar dapat selesai tepat waktu, sesuai anggaran dan memenuhi standar mutu. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan proyek adalah penggunaan alat berat, khususnya pada pekerjaan tanah seperti pemadatan dan pemerataan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung produktivitas alat berat jenis *dozer* dan *vibrator roller* pada pekerjaan pemadatan tanah di Proyek Pembangunan Tahap II Kampus 3 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif deskriptif dengan pengumpulan data melalui observasi langsung di lapangan dan studi literatur. Data yang dikumpulkan mencakup waktu kerja alat, kondisi operasional, serta faktor-faktor efisiensi yang mempengaruhi kinerja alat berat. Hasil penelitian menunjukkan produktivitas alat berat *dozer* tipe Komatsu D65P-12 adalah 274,86 m³/jam. Sedangkan produktivitas *vibrator roller* tipe CASE 1110EX-D adalah sebesar 225,64 m³/jam. Jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk *dozer* tipe D65P-12 adalah 2 unit *dozer*. Sementara itu, untuk *vibrator roller* CASE 1110EX-D dibutuhkan 2 unit *vibrator roller* dengan durasi 7 hari kerja total waktu efektif yang dibutuhkan adalah 56 jam. Temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan dan pengolahan alat berat yang lebih optimal untuk proyek-proyek konstruksi sejenis, khususnya yang berada di wilayah dengan kondisi geografis pegunungan.

Kata kunci

Produktivitas, Alat berat, Dozer, Vibrator Roller

ABSTRACT

Construction projects require careful planning to ensure completion on time, within budget, and in accordance with quality standards. One of the key factors influencing project success is the use of heavy equipment, particularly for earthworks such as soil compaction and leveling. This study aims to calculate the productivity of heavy equipment, specifically dozer and vibrator roller, in soil compaction work on the Phase II Development Project of Campus 3, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. The research employed a descriptive quantitative approach with data collected through direct field observation and literature study. The collected data included equipment working time, operational conditions, and efficiency factors affecting equipment performance. The results showed that the productivity of the Komatsu D65P-12 dozer was 274.86 m³/hour, while the CASE 1110EX-D vibrator roller had a productivity of 225.64 m³/hour. The number of heavy equipment units required was two units of dozer and two units of vibrator roller, with a total effective working time of 56 hours over 7 working days. These findings are expected to serve as a reference for more optimal planning and management of heavy equipment in similar construction projects, particularly in mountainous geographic areas.

Keywords

Productivity, Heavy Equipment, Dozer, Vibrator Roller

1. PENDAHULUAN

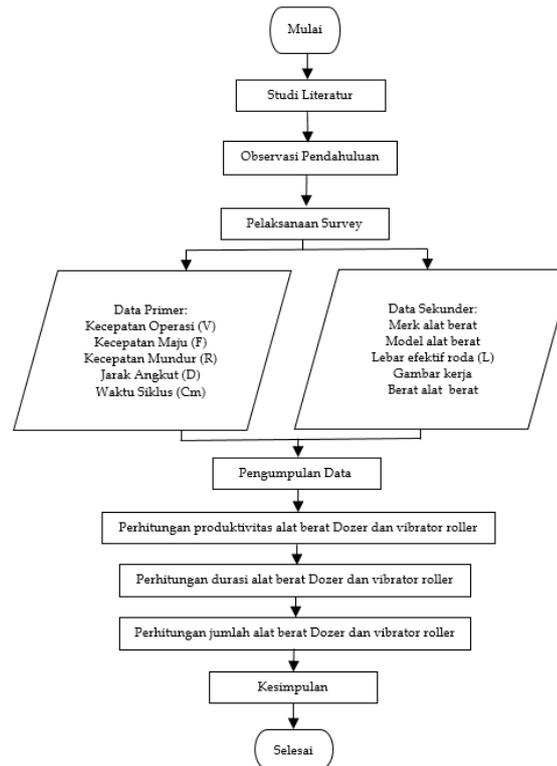
Proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan untuk menghasilkan bangunan sesuai batasan waktu, biaya, dan mutu. Keterlambatan dapat menimbulkan biaya tambahan dan denda. Biaya proyek mencakup sumber daya seperti tenaga kerja, material, dan alat. Oleh karena itu, pengendalian proyek sangat penting. Hasil proyek harus memenuhi standar kualitas dari segi kekuatan, keamanan, dan kesesuaian desain. Keberhasilan proyek bergantung pada manajemen yang mampu menjaga keseimbangan antara waktu, biaya, dan mutu, serta mengatasi tantangan seperti penggunaan alat berat (Putra dan Nugraheni, 2018). Penggunaan alat berat dalam konstruksi sangat penting untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keselamatan kerja. Alat ini mempercepat proses pekerjaan seperti pemindahan material dan pemadatan tanah, sehingga waktu dan biaya proyek dapat ditekan. Selain itu, alat berat juga mengurangi risiko kecelakaan kerja dan mendukung hasil konstruksi yang lebih presisi sesuai desain (Arsjad & Mangare, 2020).

Alat berat adalah mesin berukuran besar yang digunakan dalam konstruksi untuk mempermudah pekerjaan skala besar secara efisien. Dalam teknik sipil, alat berat terdiri dari lima bagian utama: implemen (alat kerja), alat traksi (penggerak), struktur (kerangka), sumber dan transmisi tenaga (mesin), serta sistem kendali (pengatur fungsi). Setiap bagian memiliki peran penting dalam memastikan alat bekerja optimal sesuai kebutuhan proyek (Kurniawan, 2024). *Dozer* dan *vibrator roller* merupakan alat berat utama dalam pemadatan tanah untuk mencapai kepadatan dan stabilitas yang optimal. *Dozer* berfungsi meratakan dan menyebarkan tanah, sedangkan *vibrator roller* memadatkan tanah dengan kombinasi gaya statis dan getaran (Fajar Choirul Anam, 2021). Kombinasi keduanya menghasilkan produktivitas tinggi dalam pemadatan lahan luas. Efisiensi alat ini sangat berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan proyek, sehingga pengelolaan dan pengendalian alat berat perlu dilakukan secara cermat. Oleh karena itu, pemilihan dan pengelolaan alat berat harus dilakukan secara cermat.

Pengendalian alat berat dalam proyek konstruksi perlu memperhatikan produktivitas, perawatan, dan kemampuan operator (Madeppungeng, 2020). Efisiensi alat dipengaruhi oleh kondisi lapangan, cuaca, dan manajemen operasional. Pemantauan kinerja serta pemanfaatan teknologi modern penting untuk meminimalkan downtime dan meningkatkan efisiensi. Optimalisasi alat berat dicapai dengan mengelola biaya, waktu, dan kapasitas produksi secara efisien.

Proyek Pembangunan Tahap II UIN Maulana Malik Ibrahim Kampus 3 Malang yang berada di wilayah pegunungan seluas 12 ha memerlukan alat berat seperti *Dozer* dan *Vibrator Roller* untuk pekerjaan pemadatan dan pemerataan tanah. Namun, keterbatasan jumlah alat berat menyebabkan pekerjaan terhambat dan harus menunggu giliran, yang berdampak pada penurunan produktivitas dan potensi keterlambatan proyek. Kondisi ini mendorong perlunya analisis terhadap pengaruh keterbatasan alat berat dan upaya optimalisasi penggunaannya, sehingga proyek dapat berjalan lebih efisien dan tepat waktu. Oleh karena itu, diangkatlah penelitian dengan judul "Perhitungan Produktivitas Alat Berat *Dozer* dan *Vibrator Roller* pada Pekerjaan Pemadatan Tanah di Proyek Pembangunan Tahap II UIN Maulana Malik Ibrahim Malang".

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1: Bagan Alir

Dalam penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif dengan metode deskriptif, Penelitian kuantitatif menekankan fenomena objektif dan mempelajarinya secara kuantitatif. Eksperimen numerik, statistik, struktural, dan terkontrol digunakan untuk memaksimalkan objektivitas desain penelitian ini. Menurut (Hamdi, 2014), metode deskriptif adalah suatu metode penelitian yang ditujukan untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, yang berlangsung pada saat ini atau saat yang lampau. Berikut adalah tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini:

2. 1 Pelaksanaan Observasi

Pada tahap observasi lapangan, penulis mengumpulkan data langsung terkait penggunaan alat berat, termasuk kendala seperti cuaca, karakteristik tanah, dan keterbatasan ruang kerja. Data ini digunakan untuk menganalisis efektivitas dan efisiensi operasional proyek. Observasi pada pekerjaan *vibrator roller* mencakup jarak pemadatan, kecepatan, lebar roda, tebal, dan waktu pemadatan. Sedangkan untuk *dozer*, data yang dikumpulkan meliputi waktu maju-mundur, kondisi cuaca, dan waktu pergantian persneling.

2. 2 Studi Literatur

Studi literatur adalah penelaahan sumber-sumber seperti buku, jurnal, dan artikel yang relevan untuk memahami konteks, konsep, dan hasil penelitian terdahulu terkait topik yang diteliti.

2. 3 Studi Literatur

a. Data Primer

Data primer adalah data basis atau utama yang digunakan dalam penelitian. Data primer adalah jenis data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber utamanya seperti melalui observasi secara langsung (Balaka, 2022). Dalam penelitian ini data

primer diperoleh dari data pengamatan langsung terhadap pelaksanaan pengelolaan dan pengendalian alat berat di lapangan selama satu minggu. Data dicatat berdasarkan jam kerja lapangan. Untuk pekerjaan yang dilakukan pada pagi hingga sore hari, observasi akan dilakukan pada jam kerja pekerja. Adapun data primer yang akan di dapatkan yaitu sebagai berikut:

- Waktu siklus alat berat *dozer* dan *vibrator roller* (menit, Cm)
 - Kecepatan operasi (V)
 - Kecepatan maju alat berat (R)
 - Kecepatan mundur alat berat (Z)
 - Jarak angkut
 - Jarak pemindahan material oleh alat berat
- b. Data Sekunder
- Sumber data sekunder adalah data yang diperoleh tidak langsung dari objek penelitian (Hendrawati, 2017). Adapun data sekunder yang akan di dapatkan. Sumber data sekunder adalah data yang diperoleh tidak langsung dari objek penelitian (Hendrawati, 2017). Adapun data sekunder yang akan di dapatkan yaitu sebagai berikut:
- Data kepemilikan data
 - Data merk alat berat
 - Data gambar kerja
 - Data manajemen alat berat
 - Data model alat berat
 - Data kecepatan operasi

2. 4 Perhitungan *Vibrator Roller*

Produktivitas atau kapasitas alat adalah kinerja (*output*) volume pekerjaan tertentu yang dihasilkan suatu alat per satuan waktu. Kapasitas produksi *vibrator roller* berdasarkan peraturan menteri Pekerja Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia nomor 28/PRT/M/2016 tentang pedoman analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum. Dikutip dari karangan (Fajar Choirul Anam, 2021) tentang perhitungan produktivitas alat berat *vibrator roller* dapat dihitung dengan cara:

$$Q = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n}$$

Dimana:

be : Lebar efektif pemadatan = b-b0 (*overlab*)

b : Lebar efektif pemadatan

b0 : Lebar *overlab*

t : Tebal pemadatan (m)

v : Kec. Rata-rata

n : Jumlah lintasan

Fa : Faktor efisiensi

2. 5 Perhitungan *Dozer*

Dozer adalah alat berat konstruksi yang digunakan untuk mendorong material, meratakan tanah, dan membersihkan area kerja. Dilengkapi dengan bilah (*blade*) di bagian depan yang dapat disesuaikan, *dozer* mampu menjalankan berbagai tugas secara efisien di lapangan. Diambil dari karangan (Lasantha, 2019) tentang perhitungan produktivitas *dozer* dapat dirumuskan sebagai berikut:

Waktu siklus atau *cycle time* adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan satu siklus kegiatan *dozing* disebut dengan waktu siklus edar.

Untuk mencari waktu siklus:

$$\text{Cycle time} = \text{dozing} + \text{reversing} + \text{gear shifting}$$

Dimana:

Dozing = Waktu mendorong material

Reversing = Waktu kembali mundur

Gear shifting = Waktu ganti persneling

Selanjutnya, untuk mencari waktu siklus (C_m):

$$C_m = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + z \text{ (menit)}$$

Dimana:

C_m = Waktu Siklus (menit)

D = Jarak angkut/gusur (meter)

R = Kecepatan mundur (m/menit)

F = Kecepatan maju (m/menit)

Z = Waktu ganti persneling (menit)

Selanjutnya, untuk mencari Produksi per siklus (q):

$$q = L \times H^2 \times a$$

Dimana:

q = Produksi per siklus

L = Lebar *blade*/sudut (m/yard)

H = Tinggi *blade* (m)

a = Faktor sudu

Produktivitas *Dozer* adalah hasil dari proses produksi dalam satuan per jam, yang dapat diperoleh dari:

$$Q = \frac{q \times 60 \text{ menit} \times E}{C_m}$$

Dimana:

Q = Produksi (BCM/jam)

q = Produksi per siklus

E = Efisiensi kerja

C_m = Waktu siklus

2. 6 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dimulai dengan rekapitulasi hasil observasi, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan produktivitas alat berat *Dozer* dan vibrator roller berdasarkan data lapangan di Proyek UIN Maulana Malik Ibrahim Tahap II Kampus 3 Malang.

- Mengumpulkan data-data yang ada dilapangan seperti hasil observasi, data siklus alat berat dan data merk alat berat.
- Rekapitulasi form data-data observasi yang telah didapat.
- Memasukan rekapitulasi form observasi kedalam *Microsoft Excel*.
- Membuat formula rekapitulasi form observasi di *Microsoft Excel*.
- Menghitung produktivitas berdasarkan rumus dan hasil rekapitulasi form observasi di *Microsoft Excel*.

- f. Menghitung durasi alat berat berdasarkan hasil produktivitas dan volume pekerjaan.
- g. Membuat kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, akan dibahas secara rinci hasil perhitungan dan analisis produktivitas alat berat yang terdiri dari *Dozer* Komatsu D65P-12 dan *Vibrator Roller* CASE 1110EX-D.

3.1 *Dozer* Komatsu D65P-12

Produktivitas *dozer* adalah kemampuan alat dalam memindahkan material per satuan waktu (m^3/jam). Produktivitas dipengaruhi oleh kapasitas *blade*, jenis material, kondisi tanah, jarak dorong, kecepatan alat, efisiensi kerja, dan keterampilan operator. Semakin baik kondisi tanah dan semakin pendek jarak dorong, maka produktivitas akan meningkat. Perhitungan produktivitas dilakukan dengan mempertimbangkan volume dorongan, waktu siklus, dan efisiensi alat agar mencerminkan kondisi riil di lapangan. Berdasarkan pengamatan langsung dan data lapangan, produktivitas alat berat dihitung menggunakan rumus-rumus teknis yang telah disesuaikan dengan kondisi proyek. Untuk alat *Dozer* Komatsu D65P-12, produktivitas dihitung menggunakan rumus:

a. Waktu Siklus

Waktu siklus (*cycle time*) adalah total waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat berat untuk menyelesaikan satu siklus kerja penuh, dari mulai hingga kembali ke posisi awal untuk memulai siklus berikutnya.

$$C_m = \left(\frac{D}{F}\right) + \left(\frac{D}{R}\right) + Z$$

- Jarak dorong (D) = 20 m
- Kec. Maju (F) = 5 km/jam (83,33 m/menit)
- Kec. Mundur (R) = 6 km/jam (100 m/menit)
- Waktu manuver (Z) = 0,1 menit

Penyelesaian:

$$C_m = \left(\frac{20}{5 \text{ km/jam}}\right) + \left(\frac{20}{6 \text{ km/jam}}\right) + 0,1$$

$$C_m = \left(\frac{20}{83,33 \text{ m/menit}}\right) + \left(\frac{20}{100 \text{ m/menit}}\right) + 0,1$$

$$C_m = 0,54 \text{ menit}$$

b. Produksi per Siklus

Produksi per siklus adalah volume atau jumlah material yang dapat dikerjakan (dipindahkan, dipadatkan, dll.) oleh alat berat dalam satu siklus kerja.

$$q = L \times H \times a$$

Pekerjaan pemindahan tanah menggunakan *dozer* tipe KOMATSU D65P-12 dengan data sebagai berikut:

Dimana:

- Lebar *blade* (L) = 3,97 m
- Tinggi material (H) = 1,1 m
- Koefisien efisiensi (a) = 0,7 (tabel faktor *blade*)

Penyelesaian:

$$q = 3,97 \times 11 \times 0,7$$

$$q = 3,057$$

c. Produksi per Jam

Produksi per jam adalah jumlah material atau volume pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh alat berat dalam waktu satu jam kerja.

$$Q = \left(\frac{(q \times 60 \text{ menit} \times E)}{C_m} \right)$$

Dimana:

- Efisiensi alat (E) = 0,81 (tabel faktor efisiensi alat)
- Waktu dalam satu jam (60 menit)

Penyelesaian:

$$Q = \left(\frac{(3,057 \times 60 \times 0,81)}{0,54} \right)$$

$$Q = 274,86 \text{ m}^3/\text{jam}$$

d. Waktu Penyelesaian

Setelah diketahui produktivitas alat berat *dozer* per jam, langkah selanjutnya adalah menghitung waktu penyelesaian pekerjaan pemindahan tanah. Sebelumnya harus dicari dulu volume total pekerjaan yang harus diselesaikan oleh alat berat *dozer* pada proyek ini. Volume Pemadatan = Luas Lahan x Tebal Pemadatan = $127980,27 \times 0,2 = 25596,1 \text{ m}^3$.

Setelah mengetahui volume total sebesar $25596,1 \text{ m}^3$ selanjutnya menghitung estimasi waktu, digunakan dengan rumus:

$$T = \frac{V}{Q}$$

$$T = \left(\frac{25596,1}{274,86} \right) = 93,11 \text{ jam}$$

Dozer KOMATSU D65P-12 membutuhkan waktu sekitar 93,11 jam atau 11,64 hari kerja.

3. 2 *Vibrator Roller* CASE 1110EX-D

Produktivitas *Vibrator Roller* adalah kemampuan alat dalam memadatkan tanah per satuan waktu (m^3/jam atau m^2/jam). Faktor yang memengaruhinya meliputi lebar drum, kecepatan alat, jumlah lintasan, jenis tanah, dan efisiensi kerja di lapangan. Semakin besar lebar dan kecepatan, serta semakin sedikit lintasan, maka produktivitas akan meningkat. Berikut adalah analisis produktivitas alat berat untuk pekerjaan pemadatan dan pemerataan tanah di proyek pembangunan tahap II Kampus 3 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

a. Kapasitas Alat per Jam

Perhitungan kapasitas alat per jam (Q) bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Vibrator Roller* dalam memadatkan tanah per satuan waktu. Kapasitas dihitung berdasarkan kecepatan kerja, lebar roda pemadat, ketebalan lapisan, jumlah lintasan, dan efisiensi alat, dengan menggunakan rumus sesuai kondisi lapangan.

$$Q = \left(\frac{\{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa\}}{n} \right) \text{m}^3/\text{jam}$$

Pada data alat berat *vibrator roller* tipe CASE 1110EX-D adalah sebagai berikut:

Dimana:

- Lebar efektif pemadatan (b-b₀), (be) = 2,15 – 0,2
- Lebar efektif pemadatan (m), (b) = 2,15 m
- Lebar overlap (m) = 0,2 m

- Tebal pemadatan (m) = 0,2 m
- Kec. Rata-tata (km/jam) = 5 km/jam
- Jumlah pasing, (n) = 7 lintasan
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,81

Penyelesaian:

$$Q = \left(\frac{\{((2,15 - 0,2) \times 5 \times 1000 \} \times 0,2 \times 0,75 \}}{7} \right)$$

$$= 225,643 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa kapasitas alat berat *vibrator roller* memiliki kapasitas pemadatan yang tinggi yaitu 225,643 m³/jam. Hal ini menunjukkan bahwa alat berat ini memiliki performa besar dalam pekerjaan pemadatan tanah.

b. Waktu Penyelesaian

Dari penelitian ini untuk perhitungan alat berat tipe *vibrator roller* tipe CASE 1110EX-D, terdapat luas lahan yang dipadatkan adalah 127.980,27 m² dengan ketebalan 20 cm atau 0,2 m. Maka volume pemadatan dapat dihitung sebagai:

$$\text{Volume Pemadatan} = \text{Luas Lahan} \times \text{Tebal Pemadatan} = 127.980,27 \times 0,2 = 25596,05 \text{ m}^3$$

Dengan kapasitas alat per jam sebesar 225,643 m³/jam, maka waktu penyelesaian adalah:

$$\text{Waktu penyelesaian} = \left(\frac{\text{Volume Pemadatan (m}^3\text{)}}{\text{Produktivitas Alat per Jam (} \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \text{)}} \right)$$

$$\text{Waktu penyelesaian} = \frac{25596,05}{225,643} = 113,44 \text{ Jam}$$

Jika pekerjaan dilakukan selama 8 jam per hari, maka total hari yang dibutuhkan 113,44 : 8 jam = 14,147 hari atau 14 hari 1 jam 26 menit.

3. 3 Perhitungan Jumlah Alat Berat

Untuk memperoleh alat berat yang dibutuhkan secara realistis dan efisien, maka penulis menggunakan asumsi pelaksanaan pemadatan tanah selama 7 hari kerja, dengan jam kerja 8 jam per hari, sehingga total waktu pelaksanaan adalah:

$$7 \text{ hari} \times 8 \text{ jam} = 56 \text{ jam kerja efektif}$$

Adapun volume tanah yang sudah dihitung sebelumnya adalah = 25.596,05 m³

Untuk menyelesaikan volume tersebut dalam waktu 56 jam, maka dibutuhkan produktivitas gabungan sebesar:

$$\frac{25.596,05 \text{ m}^3}{56 \text{ jam}} = 456,36 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Artinya, kombinasi *dozer* dan *vibrator roller* yang digunakan harus mampu menghasilkan total 456,36 m³/jam setiap jamnya.

a. Jumlah Alat Berat *Dozer* KOMATSU D65P-12

Berdasarkan observasi sebelumnya, diketahui produktivitas alat berat *dozer* KOMATSU D65P-12 adalah 274,86 m³/jam. Maka untuk perhitungan jumlah alat berat adalah:

$$\frac{456,36}{274,86} = 1,660 \text{ (2 unit Dozer)}$$

b. Jumlah Alat Berat *Vibrator Roller* CASE 1110EX-D

Berdasarkan hasil observasi sebelumnya, diketahui produktivitas alat berat *Vibrator Roller* CASE 1110EX-D adalah 225,643 m³/jam maka untuk perhitungan jumlah alat berat adalah:

$$\frac{456,36}{225,643} = 2,02 \text{ (2 unit roller)}$$

4. KESIMPULAN

Hasil dari perhitungan produktivitas alat berat *dozer* dan *vibrator roller* pada proyek pembangunan Tahap II Kampus 3 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dapat disimpulkan bahwa produktivitas alat berat *dozer* tipe Komatsu D65P-12 adalah 274,86 m³/jam. Sedangkan produktivitas *vibrator roller* tipe CASE 1110EX-D adalah sebesar 225,64 m³/jam. Sedangkan Jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk *dozer* tipe D65P-12 adalah 2 unit *dozer*. Sementara itu, untuk *vibrator roller* CASE 1110EX-D dibutuhkan 2 unit *vibrator roller*. Dengan menggunakan kombinasi *dozer* D65P-12 dan *vibrator roller* CASE 1110EX-D, pekerjaan dapat diselesaikan dalam 7 hari kerja dengan total waktu efektif 56 jam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arsjad, T. T., & Mangare, J. B. (2020). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pekerjaan Pematangan Lahan Pembangunan Tower Sutet Likupang - Paniki. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 99–106.
- Balaka, M. Y. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif.
- Fajar Choirul Anam. (2021). Perhitungan Produktivitas Alat Berat *Dozer* Dan *Vibrator Roller* Pada Pekerjaan Pematangan Tanah Di Bendungan Semantok. *Digital Repository Universitas Jember*, September 2019, 2019–2022.
- Hamdi, A. S. Dkk. (2014). Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi Dalam Pendidikan. In *Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi Dalam Pendidikan* (1–168).
- Hendrawati. (2017). Pemaparan Metode Penelitian Kualitatif. *Jurnal Akuntansi*, 11, 1–17.
- Hilmi, Rafiqul. Z. (2018). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018.
- Kurniawan, R. P. (2024). Penghitungan Ulang Analisa Perbandingan Produktivitas *Bulldozer* Type A , B Dan C Pada Proyek Konstruksi Rehardian Putra Kurniawan Abstrak. 1–7.
- Lasantha. (2019). Perhitungan Produksi *Bulldozer*.
- Madeppungeng, A. (2020). Faktor-Faktor Pengelolaan Kinerja Produktivitas Alat-Berat Pada Proyek Pematangan Lahan Pada Proyek Infrastruktur.
- Putra, D. H., & Nugraheni, F. (2018). Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum Uii. *Prosiding Kolokium Program Studi Teknik Sipil (Kpsts) Ftsp Uii*, 2(1), 1–8.
- Setiawati, D. N. (2016). Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone Iv Di Cilegon. *Jurnal Konstruksia*, 4, 91–103.