



Analisis Waktu Produktivitas Kerja Alat Berat Pada Proyek Hotel EX. AP INN Kuta

I Nyoman Indra Kumara^{a,*}, I Komang Agus Ariana^b

^aUniversitas Pendidikan Nasional, Denpasar

^bUniversitas Pendidikan Nasional, Denpasar

*Corresponding author, email address: indrakumara@undiknas.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 06-06-2023

Revised: 20-09-2023

Accepted: 11-10-2023

Available Online: 25-11-2023

Kata Kunci:

Alat berat;
produktivitas;
waktu pekerjaan;

Keywords:

Heavy equipment;
productivity;
working time;

ABSTRAK

Kebutuhan penggunaan alat berat meningkat seiring adanya perkembangan pada dunia konstruksi karena alat berat merupakan sumber daya penting pada pelaksanaan proyek konstruksi. Di sisi lain, biaya besar diperlukan untuk pengadaan alat berat. Oleh sebab itu, pentingnya analisis pemilihan alat berat untuk mengetahui efisiensi produktivitas kerja alat berat pada pekerjaan konstruksi. Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan untuk mendapatkan waktu yang dibutuhkan oleh setiap alat berat pada pekerjaan pembangunan hotel ex. AP Inn Kuta. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini, yaitu excavator memiliki taksiran produktivitas (Q) sebesar 28,371 m³/jam, wheel loader memiliki taksiran produktivitas (Q) 83,296 m³/jam, dan dump truck memiliki taksiran produktivitas (Q) 28,183 m³/jam. Selanjutnya, hasil waktu produktivitas kerja alat berat pada proyek hotel ex. AP Inn Kuta pada pekerjaan mobilisasi alat berat excavator membutuhkan waktu 40 hari. Berdasarkan hasil analisis ini, durasi proyek yang dibutuhkan selama 40 hari. Durasi ini lebih cepat 5 hari dari waktu yang direncanakan.

ABSTRACT

The increasing demand for heavy equipment corresponds with the developments in the construction industry, given the crucial role of heavy machinery in construction project implementation. However, the substantial cost involved in acquiring heavy equipment poses a significant challenge. Hence, a meticulous analysis in the selection of heavy equipment becomes essential to assess its efficiency in construction work productivity. This research is conducted through direct field observations, focusing on the time required by each heavy equipment in the construction project of the ex. AP Inn Kuta hotel. The findings indicate that the excavator has an estimated productivity (Q) of 28,371 m³/hour, the wheel loader has an estimated productivity (Q) of 83,296 m³/hour, and the dump truck has an estimated productivity (Q) of 28,183 m³/hour. Furthermore, the results of the work productivity time of heavy equipment in the ex. AP Inn Kuta hotel project, specifically for the mobilization of the excavator, require 40 days. Based on this analysis, the project duration is expected to be completed in 40 days, which is 5 days faster than the planned time.



1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi menyebabkan peningkatan signifikan dalam permintaan akan penggunaan alat berat pada setiap proyek konstruksi [1]. Namun, biaya yang terlibat dalam akuisisi alat berat tidaklah terjangkau. Oleh karena itu, keputusan dalam pemilihan alat berat memiliki dampak besar terhadap efisiensi dan profitabilitas dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Tingkat efisiensi dan efektivitas suatu alat berat dapat dinilai dari produktivitas alat [2].

Produktivitas alat digunakan sebagai pedoman untuk menentukan durasi setiap pekerjaan dan jumlah alat berat yang diperlukan [3]. Ada berbagai faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas alat berat, sehingga observasi lapangan terhadap aktivitas alat berat diperlukan untuk mendapatkan nilai produktivitas yang akurat. Alat berat dianggap produktif jika selama jam kerja, alat tersebut terus berfungsi sesuai dengan tujuan dan fungsinya. Dalam pelaksanaan proyek di lapangan, penting untuk menjalankan pekerjaan sesuai dengan jumlah alat berat yang direncanakan, dan perubahan yang terjadi harus disertai dengan perhitungan produktivitas yang dapat dihasilkan [4].

Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan untuk mendapatkan waktu yang dibutuhkan oleh setiap alat berat pada pekerjaan pembangunan ex. Hotel AP Inn Kuta yang selanjutnya dilakukan perhitungan produktivitas. Alat-alat berat yang digunakan meliputi dump truck, excavator, wheel loader. Durasi perencanaan untuk waktu mobilisasi alat-alat berat selama 45 hari dengan volume pekerjaan mobilisasi sebesar 18.000 m³ untuk pekerjaan pembongkaran bangunan sisa ex. Hotel AP Inn Kuta yang menggunakan 2 unit excavator, 9.200 m³ untuk meratakan lahan menggunakan 2 unit wheel loader, dan 18.000 m³ untuk pembuangan material sisa pembongkaran menggunakan 10 unit dump truck.

Diharapkan dengan adanya analisis waktu produktivitas kerja alat berat ini akan meringankan beban biaya dari pembangunan ex. Hotel AP Inn Kuta. Selain itu, penelitian ini tidak hanya berfokus pada aspek kualitatif, tetapi juga mengarah pada pemahaman yang lebih terperinci tentang waktu yang diperlukan untuk mencapai hasil tertentu. Sehingga manajemen proyek dapat membuat keputusan yang lebih tepat terkait penjadwalan, alokasi sumber daya, dan pengelolaan biaya. Ini akan membantu meringankan beban biaya pembangunan Hotel AP Inn Kuta melalui pengoptimalan penggunaan alat berat, meminimalkan waktu yang tidak efisien, dan memastikan proyek berjalan sesuai dengan rencana waktu yang ditetapkan.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Alat Berat

Alat-alat berat memainkan peran sentral dalam kelancaran pelaksanaan proyek konstruksi. Fungsi utama alat berat mencakup tugas seperti penggalian, pemindahan material, dan pembentukan struktur fisik [5]. Tujuan dari penggunaan alat berat adalah meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam pekerjaan konstruksi, memungkinkan penyelesaian proyek dengan waktu yang lebih singkat dan biaya yang lebih efektif [6]. Sehingga, pemilihan alat berat merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu manajemen proyek.

Alat berat dapat dibagi menjadi dua menurut kegunaannya di proyek konstruksi. Pertama adalah alat berat sebagai bagian dari penggerak utama, seperti excavator, wheel loader, dan dump truck. Alat-alat berat ini menjadi tulang punggung operasional dalam memenuhi kebutuhan dasar proyek. Selain itu, alat berat tambahan seperti bulldozer, crane, dan grader memberikan dukungan khusus dalam mengatasi tantangan tertentu dan meningkatkan kelancaran proses konstruksi. Keterkaitan antara alat berat penggerak utama dan alat berat tambahan secara sinergis menciptakan sebuah ekosistem kerja yang terkoordinasi untuk mencapai tujuan proyek konstruksi dengan efektif dan efisien [7].

2.2 Manajemen Alat Berat

Pemilihan alat berat menjadi langkah krusial dalam tahap perencanaan proyek konstruksi, karena harus

menentukan jenis, jumlah, dan kapasitas alat sebagai faktor penentu. Setiap proyek konstruksi memiliki kebutuhan yang berbeda karena memiliki tingkat kesulitan tertentu [8]. Sehingga, pemilihan alat berat yang sesuai sangatlah penting. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan hambatan dan masalah dalam pelaksanaan proyek [9]. Masalah-masalah tersebut seperti peningkatan biaya proyek dan ketidaksesuaian hasil dengan rencana waktu yang ditetapkan. Dalam proses pemilihan alat berat, beberapa faktor harus diperhatikan agar kesalahan dapat dihindari, seperti [10]:

1. Fungsi yang harus dilaksanakan, seperti penggalian, pengangkutan, atau pelebaran permukaan.
2. Kapasitas peralatan yang didasarkan pada volume atau berat material yang perlu diangkut atau dikerjakan.
3. Metode kerja termasuk arah gerakan, kecepatan, dan frekuensi gerakan.
4. Pembatasan dari metode kerja yang digunakan, seperti peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran.
5. Pertimbangan ekonomi, seperti biaya investasi, biaya sewa, biaya operasi, dan biaya pemeliharaan.
6. Jenis proyek yang dikerjakan, misalnya proyek jembatan, gedung, pelabuhan, jalan, bandar udara, irigasi akan berbeda metode dan alat berat yang digunakan satu sama lain.
7. Pekerjaan di lokasi proyek harus memperhitungkan kondisi geografis seperti dataran tinggi atau rendah.
8. Jenis dan daya dukung tanah yang dapat memengaruhi pemilihan alat berat berdasarkan kondisi tanah.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori, dan hipotesis. Penggunaan pendekatan ini dapat memberikan waktu kerja alat berat yang jelas untuk menilai efisiensi dan produktivitas alat berat yang digunakan. Analisis waktu produktivitas kerja alat berat dapat memberikan informasi yang sangat berharga untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya, merinci durasi pekerjaan setiap alat berat, dan menentukan jumlah optimal alat berat yang diperlukan.

Dalam kasus proyek pembangunan Hotel AP Inn Kuta, penelitian kuantitatif dapat menghasilkan data konkret terkait waktu yang dibutuhkan oleh setiap alat berat untuk menyelesaikan tugas tertentu. Alat berat yang digunakan, meliputi dump truck, excavator, dan wheel loader dapat memberikan pemahaman mendalam tentang kinerja masing-masing alat tersebut. Keseluruhan, metode penelitian kuantitatif memberikan dasar empiris yang kuat untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam mengelola waktu produktivitas kerja alat berat dalam konteks proyek konstruksi.

3.1 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yaitu metode melibatkan observasi langsung lapangan untuk mendapatkan data terkait waktu produktivitas kerja alat berat pada proyek pembangunan Hotel ex. AP Inn Kuta [11]. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu:

1. Persiapan

Berkoordinasi dengan kontraktor, kepala lingkungan, dan owner dengan melampirkan surat permohonan pengambilan data. Tahap ini juga diikuti dengan mengumpulkan referensi yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Pengumpulan data

Dalam proses pengumpulan data, pendekatan ini akan menggunakan 2 jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh melalui observasi langsung di lapangan terkait waktu produktivitas kerja alat berat dalam proyek pembangunan Hotel ex. AP Inn Kuta [12], seperti pengamatan jam kerja serta waktu yang dibutuhkan di lapangan untuk dump truck, excavator, wheel loader berproduksi. Selain itu, data sekunder, seperti laporan proyek sebelumnya, dan literatur terkait

untuk memberikan konteks dan mendukung analisis kuantitatif yang komprehensif [13].

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Metode Kerja Alat Berat

Penerapan metode kerja alat-alat berat menyesuaikan berdasarkan kondisi di lokasi proyek. Setiap alat berat memiliki kemampuan produktivitas yang berbeda-beda. Ketidaksetaraan produktivitas pada setiap pengoperasian peralatan sering kali disebabkan oleh faktor-faktor hambatan [14]. Faktor-faktor ini melibatkan keterampilan operator, kondisi jenis material yang digunakan, situasi lokasi kerja, dan metode pelaksanaan [15]. Oleh sebab itu, metode kerja alat-alat berat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Merencanakan strategi penggunaan alat berat sesuai dengan kondisi bangunan dan lingkungan sekitar yang berada di kawasan pemukiman padat.
2. Menggunakan 2 unit excavator untuk melakukan pembersihan area sekitar bangunan dari material atau barang yang tidak diinginkan, seperti kegiatan pemotongan atau penghancuran struktur bangunan secara bertahap.
3. Menggunakan 2 unit excavator untuk mengumpulkan dan memuat material hasil roboh ke dalam dump truck.
4. Pengangkutan material sisa bangunan menggunakan 10 unit dump truck ke tempat pembuangan akhir atau lokasi daur ulang. Pada tahap ini, material sisa bangunan dipastikan dalam keadaan aman dari guncangan, beban yang diangkut tidak melebihi kapasitas dump truck, serta mobilisasi yang efisien untuk transportasi ke tempat pembuangan akhir.
5. Menggunakan 2 unit wheel loader untuk meratakan tanah di area yang telah dibersihkan dari sisa-sisa bangunan. Tanah diratakan sesuai dengan desain tingkat lahan yang diinginkan.
6. Melakukan pembersihan akhir di area kerja untuk memastikan tidak ada sisa material bangunan yang tertinggal.

Selama semua tahapan ini berlangsung, penting untuk mematuhi peraturan keselamatan, lingkungan, dan konstruksi yang berlaku serta menggunakan alat berat dengan tepat dan aman.

4.2 Hasil Perhitungan Produktivitas Alat Berat

4.2.1 Taksiran Produksi Alat-alat Berat

a. Produksi Excavator

Merek / type	= Komatsu PC 200
Kapasitas Bucket (KB)	= 1,00 m ³
Faktor bucket	= 0,90
Faktor kesiapan mesin	= 0,80
Faktor efisiensi kerja dilapangan	= 0,80
Faktor efisiensi operator	= 0,70
Faktor efisiensi waktu	= 0,82
Faktor koreksi (FK)	= 0,90 × 0,80 × 0,80 × 0,70 × 0,82 = 0,331
Menggali / memuat	= 0,50 menit
Lain – lain	= 0,20 menit
Waktu siklus (Cm)	= 0,50 + 0,20 = 0,70 menit
Taksiran Produksi Alat Berat (Q)	= $\frac{KB \times 60 \times FK}{Cm}$ = $\frac{1,00 \times 60 \times 0,331}{0,70}$ = 28,371 m ³ /jam

b. Produksi Wheel Loader

Merk / Tipe	= Caterpillar 966-C HP.150
Kapasitas Bucket (KB)	= 1,50 m ³
Faktor Bucket (E)	= 0,83
Jarak kerja (D)	= 10 m
Kec. Maju (F)	= 70 m/menit
Kec. Mundur (R)	= 50 m/menit
Waktu Tetap (Z)	= 0,20
Efisiensi alat (E)	= 0,82
Metode operasi V (Shape Load)	= 2
Waktu Siklus (Cm)	$= 2 \frac{D}{F} + 2 \frac{D}{R} + z$ $= 2 \frac{10}{70m/menit} + 2 \frac{10}{50m/menit} + 0,20$ $= 0,886 \text{ menit}$
Taksiran Produksi Alat Berat (Q)	$= \frac{KB \times 60 \times E}{Cm}$ $= \frac{1,5m^3 \times 60 \times 0,82}{0,886 \text{ menit}}$ $= 83,296 \text{ m}^3/\text{jam}$

c. Produksi Dump Truck

Merek / type	= Hino 2800 RPM
Kapasitas bak (V)	= 4 m ³
Kapasitas bucket (KB)	= 1,50 m ³
Jarak angkut (L)	= 700 m
Kec. Rata-rata bermuatan (V1)	= 25 km/jam = 416 m/menit
Kec. Rata-rata kosong (V2)	= 30 km/jam = 666.333 m/menit
Faktor efisiensi kerja (E)	= 0,82
Waktu siklus (Cm)	=
• Waktu Muat (LT)	$= N \times cms$ $= \frac{\text{kapasitas rata-rata dump truck}}{\text{kapasitas bucket} \times \text{faktot bucket}} \times 0,82$ $= \frac{4,00}{1,5 \times 0,8} \times 0,82 = 2,733 \text{ menit}$
• Waktu Angkut (T1)	$= \frac{L}{V1} = \frac{700 \text{ m}}{416 \text{ m/menit}} = 1,7 \text{ menit}$
• Waktu Kembali (T2)	$= \frac{L}{V2} = \frac{700 \text{ m}}{666,333 \text{ m/menit}} = 1,1 \text{ menit}$
• Waktu Buang (DT)	= 1,15 menit
• Waktu Mengambil Posisi Antri (SDT)	= 0,3 menit
• Jadi, siklus waktu (Cm)	$= LT + T1 + T2 + DT + SDT$ $= 2,733 + 1,7 + 1,1 + 1,15 + 0,3$ $= 6,983 \text{ menit}$
Taksiran Produksi Alat (Q)	$= \frac{KB \times 60 \times E}{Cm}$ $= \frac{4,00 \text{ m}^3 \times 60 \times 0,82}{6,983 \text{ menit}}$ $= 28,183 \text{ m}^3/\text{jam}$

4.2.2 Perhitungan Waktu Mobilisasi Pelaksanaan Alat Berat

Perhitungan waktu yang dibutuhkan dalam pekerjaan mobilisasi alat-alat berat dapat dihitung menggunakan rumus, yaitu [16]:

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

dimana: D = Waktu Mobilisasi, V = Volume pekerjaan mobilisasi, Q = Taksiran produksi tiap jam

a. Waktu Mobilisasi Excavator

$$V = 18.000 \text{ m}^3$$

$$Q = 28,371 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$D = \frac{V}{Q} = \frac{180 \text{ m}^3}{28,371 \text{ m}^3/\text{jam}} = 634,5 \text{ jam}$$

Excavator beroperasi 8 jam dalam satu hari, maka waktu yang dibutuhkan adalah:

$$D = \frac{634,5 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 79,3 \text{ hari}$$

Excavator yang digunakan sebanyak 2 unit jam dalam satu hari, maka waktu yang dibutuhkan adalah:

$$D = \frac{79,3 \text{ hari}}{2 \text{ unit}} = 39,65 \text{ hari} \approx 40 \text{ hari}$$

b. Waktu Mobilisasi Wheel Loader

$$V = 9.200 \text{ m}^3$$

$$Q = 83,296 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$D = \frac{V}{Q} = \frac{9.200 \text{ m}^3}{83,296 \text{ m}^3/\text{jam}} = 110,45 \text{ jam}$$

Wheel Loader beroperasi 8 jam dalam satu hari, maka waktu yang dibutuhkan adalah:

$$D = \frac{110,45 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 13,81 \text{ hari}$$

Wheel Loader yang digunakan sebanyak 2 unit jam dalam satu hari, maka waktu yang dibutuhkan adalah:

$$D = \frac{13,81 \text{ hari}}{2 \text{ unit}} = 6,9 \text{ hari} \approx 7 \text{ hari}$$

c. Waktu Mobilisasi Dump Truck

$$V = 18.000 \text{ m}^3$$

$$Q = 28,183 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$D = \frac{V}{Q} = \frac{18.000 \text{ m}^3}{28,183 \text{ m}^3/\text{jam}} = 638,683 \text{ jam}$$

Dump Truck beroperasi 8 jam dalam satu hari, maka waktu yang dibutuhkan adalah:

$$D = \frac{638,683 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 79,835 \text{ hari}$$

Dump Truck yang digunakan sebanyak 10 unit jam dalam satu hari, maka waktu yang dibutuhkan adalah:

$$D = \frac{79,835 \text{ hari}}{10 \text{ unit}} = 7,98 \text{ hari} \approx 8 \text{ hari}$$

4.3 Analisis Waktu Produktivitas Kerja Alat Berat

Berdasarkan data yang diperoleh, maka hasil analisis waktu produktivitas kerja alat berat yang sudah disesuaikan dengan spesifikasi yang ditentukan dalam dokumen kontrak didapatkan durasi pekerjaan

selama 40 hari. Durasi pekerjaan ini lebih cepat 5 hari dibandingkan dengan durasi pekerjaan pada perencanaan awal, yaitu selama 45 hari. Namun dalam setiap pekerjaan yang melibatkan alat berat biasanya mendapatkan hambatan. Sehingga waktu pekerjaan belum tentu berjalan sesuai dengan yang diperhitungkan. Hambatan-hambatan ini seperti kemampuan alat berat yang menurun, operator alat berat kesulitan dalam mengendalikan alat berat, lalu lintas yang padat sehingga susah dilalui oleh dump truck, dan penempatan peralatan di lokasi proyek yang tidak teratur dapat mengganggu mobilisasi alat-alat berat. Oleh sebab itu, untuk memaksimalkan efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan, perlu disediakan suku cadang dari alat berat yang dibutuhkan. Sehingga apabila terdapat kerusakan pada alat berat, maka dapat langsung diperbaiki dan melancarkan proyek untuk dapat selesai sesuai dengan durasi yang direncanakan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan analisis waktu produktivitas kerja alat berat pada proyek hotel ex. AP Inn Kuta, maka kesimpulan yang didapatkan, yaitu:

1. Setiap alat-alat berat memiliki taksiran produktivitas (Q) yang berbeda, seperti excavator memiliki taksiran produktivitas (Q) sebesar 28,371 m³/jam, wheel loader memiliki taksiran produktivitas (Q) 83,296 m³/jam, dan dump truck memiliki taksiran produktivitas (Q) 28,183 m³/jam.
2. Hasil waktu produktivitas kerja alat berat pada proyek hotel ex. AP Inn Kuta pada pekerjaan mobilisasi alat berat excavator membutuhkan waktu 40 hari, alat berat wheel loader membutuhkan waktu 7 hari, dan alat berat dump truck membutuhkan waktu 8 hari. Berdasarkan hasil analisis ini, durasi proyek yang dibutuhkan selama 40 hari. Durasi ini lebih cepat 5 hari dari waktu yang direncanakan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan analisis waktu produktivitas kerja alat berat pada proyek hotel ex. AP Inn Kuta, maka saran yang dapat diberikan, yaitu:

1. Perlunya perencanaan yang teliti sebelum memulai pekerjaan, sehingga biaya yang dianggarkan dapat sesuai dengan yang dikeluarkan pada saat proyek selesai dikerjakan.
2. Memastikan operator alat berat memiliki pelatihan dan sertifikasi yang diperlukan untuk mengoperasikan peralatan tersebut dengan aman dan efisien.
3. Melakukan pemeliharaan rutin pada semua alat berat sebelum memulai pekerjaan untuk memastikan kinerja yang optimal dan menghindari kerusakan.
4. Menggunakan alat berat sesuai dengan kapasitas dan fungsi masing-masing. Jangan memaksa alat melebihi batas kemampuannya.
5. Melakukan pengawasan yang ketat selama pelaksanaan pekerjaan proyek untuk mengantisipasi potensi risiko dan mengambil langkah-langkah pencegahan yang sesuai.
6. Pastikan ketersediaan alat berat cadangan untuk mengatasi kemungkinan kerusakan atau kegagalan teknis tanpa menghentikan proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andrian, S., Wiguna, I. P. A., & Wahyudi, T. J. 2018. "Analisis Pengaruh Faktor Penyebab Non-Excusable Delay pada Proyek Konstruksi Gedung di Manado." *Journal of Civil Engineering*, 33(1), 3-9. <http://dx.doi.org/10.12962/j20861206.v33i1.4561>.
- [2] Indrajaya, D. 2019. "Produktivitas Total ditinjau dari Segi Pembelian Material dan Penjualan Produk di PT Yanmar Diesel Indonesia." *Faktor Exacta*, 12(2), 94-100. <http://dx.doi.org/10.30998/faktorexacta.v12i2.3670>.
- [3] Herwina, W. 2021. "Optimalisasi kebutuhan murid dan hasil belajar dengan pembelajaran berdiferensiasi." *Perspektif Ilmu Pendidikan*. 35(2), 175-182. <https://doi.org/10.21009/PIP.352.10>.

- [4] Sastrohadiwiryono, S., & Syuhada, A. H. 2021. "Manajemen tenaga kerja Indonesia." Jakarta: *Bumi aksara*.
- [5] Mujiono, E. 2020. "Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Pekanbaru Area Selatan (Paket SC-2)" *Doctoral dissertation*, Universitas Islam Riau.
- [6] Nugraha, I., Budiadi, I., & Sumardika, A. A. N. R. 2023. "Efektivitas Penggunaan Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Gedung Layanan Estetik di RSUP Sanglah" *Doctoral dissertation*, Politeknik Negeri Bali.
- [7] Sangadji, M. I., Ahadian, E. R., & Darwis, M. 2021. "Analisis Produktivitas Waktu Kerja Alat Berat Pada Pembangunan Lanjutan Reklamasi Dan Jalan Kawasan Kayu Merah-Kalumata." *Journal of Science and Engineering*, 4(1), 59-71. <https://doi.org/10.33387/josae.v4i1.3110>.
- [8] Sari, S. N. 2019. "Evaluasi Anggaran Biaya menggunakan Batu Bata Merah dan Batu Bata Ringan Gedung Kantor Kelurahan Bareng Kecamatan Klaten Tengah Kabupaten Klaten." *Jurnal Qua Teknika*, 9(1), 1-10. <https://doi.org/10.35457/quateknika.v9i1.635>.
- [9] Sidiq, M. M. A. 2022. Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 1-13. <https://doi.org/10.33084/jtism.v6i1.262>.
- [10] Kalengkongan, B. B., Arsjad, T. T., & Mangare, J. B. 2020. "Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Pembangunan Tower Sutet Likupang-Paniki." *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 99-106. <https://doi.org/10.35327/gara.v17i1.377>.
- [11] Kumara, I. N. I., Tapa, I. G. F. S., & Susila, I. N. D. 2023. "Behavior And Performance Of Steel Frame Structures With X-Type Concentric Bracing System Due To Variations In Comparison Of Span Width To Story Height (L/H)." *Logic: Jurnal Rancang Bangun dan Teknologi*, 23(2), 85-95. <https://doi.org/10.31940/logic.v23i2.85-95>.
- [12] Jayantari, M. W., Predana, I. M. A., & Wade, Y. R. 2022. "Analisis Biaya Serta Percepatan Durasi Proyek Menggunakan Metode Crashing dengan Sistem Waktu Gilir Kerja dan Lembur (Studi Kasus: Puskesmas Wolowaru, Kabupaten Ende)." *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, 1(1), 20-26. <https://doi.org/10.38043/reinforcement.v1i1.4098>.
- [13] Kumara, I. N. I., Sasongko, S., & Bestari, N. M. P. 2023. "Sosialisasi dan Pendampingan Perencanaan Tempat Pembuangan Sementara di Desa Wisata Pinge Kabupaten Tabanan." *Jurnal Comunita Servizio*, 5(2), 1442-1451. <https://doi.org/10.33541/cs.v5i2.5211>.
- [14] Rumbayan, H. K. S., Sijono, S., & Faty, Q. A. 2022. "Optimasi Penggunaan alat berat pada pekerjaan peningkatan jalan Lingkar Ruas Dua Sorawolio-Bukit Asri." *SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)*, 7(2), 139-150. <https://doi.org/10.35326/scej.v7i2.3165>.
- [15] Hardianto, R. 2017. "Analisis Faktor-Faktor yang Berpengaruh pada Keterlambatan Pekerjaan Pembangunan Jalan Mahak Baru–Sei Barang." *Doctoral dissertation*, Institut Teknologi Nasional Malang.
- [16] Febrianti, D., Zakia, Z., & 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/tameh.v10i1.131>.