

Studi Produktivitas Peralatan Berat Dalam Proyek Pembangunan Tol Yogyakarta-Bawen: Analisis dan Rekomendasi Kinerja Efisien

Dibyو Susilo¹, Ayyub Qona'ah²

^{1,2}Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia
E-mail: dibyo.susilo@uty.ac.id

DOI: 10.38043/telsinas.v6i1.4454	Received: 22 Maret 2023	Accepted: 11 April 2023	Publish: 25 April 2023
----------------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------

ABSTRAK: PT Jasa Marga Jogja Bawen akan membangun jalan tol antara Yogyakarta dan Bawen sepanjang 75.825 kilometer. Sebagian besar jalan, sekitar 67,05 kilometer, akan berada di provinsi Jawa Tengah, sedangkan sekitar 8,77 kilometer akan berada di Daerah Istimewa Yogyakarta. Fokus utama dari proyek ini adalah pekerjaan tanah, yang melibatkan penggalian dan penimbunan. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa metode diantaranya observasi dilokasi proyek, pengambilan data baik dengan wawancara maupun studi pustaka serta melakukan perhitungan dan analisa terhadap data yang telah diperoleh. Lokasi studi kasus dilaksanakan di area lahan proyek pembangunan jalan tol Yogyakarta – Bawen STA. 75+500 – STA. 75+600 Seksi 1, Seyegan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Waktu studi kasus, analisa dan penyusunan dilakukan mulai dari bulan Januari 2023 sampai bulan Maret 2023. Peralatan yang menjadi fokus dalam penelitian ini diantaranya Bulldozer, Excavator, Dump Truck, dan Vibratory Compactor. Studi ini bertujuan untuk memberikan kontribusi perhitungan produktivitas dan biaya penggunaan alat berat untuk proyek jalan bebas hambatan/tol. Hasil penelitian ini memperoleh nilai perhitungan untuk Excavator KOMATSUPC200-8 sebesar 1265,954 m³/hari, Dump CANTER FE74HD sebesar 1265,337 m³/hari, Bulldozer KOMATSU D65E-8 sebesar 1345,5717 m³/hari, Vibratory Compactor sebesar 1281,52 m³/hari. Total biaya yang dikeluarkan untuk sewa alat & biaya operasional senilai Rp70.837.950,99.

Kata Kunci: Alat Berat, Galian, Jalan Tol, Timbunan;

ABSTRACT: PT Jasa Marga Jogja Bawen will build a 75,825-kilometer toll road between Yogyakarta and Bawen. Most of the roads, around 67.05 kilometers, will be in Central Java province, while around 8.77 kilometers will be in the Special Region of Yogyakarta. The main focus of the project will be earthworks, which involve excavation and backfilling. This research was conducted using several methods including observation at the project site, data collection by interviews and literature study as well as calculating and analyzing the data that had been obtained. The location of the case study was carried out in the area of the Yogyakarta – Bawen STA toll road development project. 75+500 – STA. 75+600 Section 1, Seyegan, Sleman, Special Region of Yogyakarta. When the case studies, analysis and preparation were carried out starting from January 2023 to March 2023. The equipment that became the focus of this research included Bulldozers, Excavators, Dump Trucks, and Vibratory Compactors. This study aims to contribute to the calculation of the productivity and cost of using heavy equipment for highway/toll road projects. The results of this study obtained the calculation value for the KOMATSUPC200-8 Excavator of 1265.954 m³/day, the FE74HD Dump CANTER of 1265.337 m³/day, the KOMATSU D65E-8 Bulldozer of 1345.5717 m³/day, the Vibratory Compactor of 1281.52 m³ /day. The total costs incurred for equipment rental & operational costs amounted to IDR 70,837,950.99.

Keyword: Excavation, Heavy Equipment, Piles, Toll Road

I. PENDAHULUAN

Jalan tol Trans-Jawa adalah salah satu proyek yang diharapkan memberi berbagai manfaat dimana transportasi dan angkutan barang akan lebih baik jika memiliki waktu tempuh yang lebih cepat. Pembangunan jalan tol yang merupakan jalan bebas hambatan dalam sebuah negeri bisa digunakan sebagai ukuran sejauh mana kemajuan ekonomi dari suatu negeri, baik secara mikro dan makro. Disamping itu, jalan bebas hambatan juga dapat dijadikan bukti dan kesiapan sebuah negeri untuk menyongsong peradaban yang lebih baik dari sebelumnya, karena pengiriman barang dan perpindahan manusia yang lebih cepat dari sebelumnya.

Pembangunan Tol antara Yogyakarta-Bawen diharapkan dapat mempercepat pergerakan barang dan penggunaannya dari dan ke Yogyakarta Semarang. Seperti yang kita ketahui saat ini waktu tempuh perjalanan normal kurang lebih antara 4-5 jam perjalanan [20]. Diharapkan dengan pembangunan jalan tol

ini akan mempersingkat waktu tempuh antara Yogyakarta dan Semarang. Jalan tol yang akan dibangun dengan total kisaran panjang 75,825 kilometer dimana 67,05 kilometer terletak diprovinsi Jawa Tengah serta 8,77 kilometer terletak di DI Yogyakarta. Dalam perencanaan pembangunan jalan ini akan terdiri dari 6 seksi, yaitu pada seksi1 dari Sleman ke Banyurejo kurang lebih 8,25 KM; Seksi2 Banyurejo-Muntilan sekitar 15,26 KM; Seksi3 Muntilan-Magelang sekitar 8,08 KM. Pada Seksi4 Magelang-Temanggung sepanjang 16,46 KM; Seksi5 Temanggung-Ambarawa sepanjang 22,56 KM; dan Seksi6 Ambarawa-Bawen sepanjang 5,21 KM. Tol ini direncanakan akan terdapat 4 buah simpang susun dan satu buah junction serta akan dibangun dengan desain structure At Grade (Rigid Pavement) Elevated dengan memiliki nilai investasi sekitar 14,26 triliun. Untuk masa konsesi proyek ini selama 40 tahun, dilaksanakan oleh PT Jasa Marga Jogja Bawen sebagai Badan Usaha Jalan Tolnya.

Pemerintah Daerah DIY dan Jawa Tengah mengadakan pembangunan jalan Tol Yogyakarta-Bawen bermaksud dan bertujuan :

1. Diharapkan dapat meningkatkan aksesibilitas, konektivitas dan kapasitas jaringan antar wilayah di Jateng & DIY;
2. Sebagai pemicu dalam peningkatan dan perkembangan wilayah disekitar karena terpengaruh aksesibilitas yang lebih tinggi;
3. Meningkatkan aksesibilitas suatu daerah sehingga akan mendorong minat masyarakat dalam pengembangan wilayah termasuk juga swasta;
4. Diharapkan dapat mengurangi tingkat kemacetan dan kepadatan lalu lintas di wilayah Jateng dan DIY serta sebagai alternatif bagi pengguna jalan;
5. Diharapkan dapat mengkomodir pergerakan lalu lintas dari Jateng ke DIY maupun dari DIY ke Jateng.

Pekerjaan tanah di suatu proyek jalan merupakan pekerjaan utama dan penting. Pekerjaan tanah yang dimaksud adalah pekerjaan galian tanah dan timbunan tanah, yang tentunya sangat membutuhkan bantuan alat berat. Penggunaan alat berat ini diharapkan dapat memudahkan pekerjaan serta waktu pekerjaan dapat lebih efektif. Pekerjaan galian dan timbunan ini memerlukan alat berat seperti Bulldozer, Excavator, Dump Truck, Vibratory Compactor (Sheep Foot Roller). Nilai efektivitas dari penggunaan alat berat dapat terlihat dari besarnya kapasitas produksi dan biaya alat tersebut. Nilai efektivitas pekerjaan galian dan timbunan ini juga tidak dapat lepas dari metode pekerjaan dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pekerjaan tersebut. Dengan demikian, maka perencanaan penggunaan alat berat dan metode pekerjaannya harus dilakukan dengan cermat sehingga waktu pekerjaan dapat dicapai sesuai dengan yang direncanakan. Berdasarkan latar belakang ini, maka peneliti melakukan penelitian terhadap produktivitas serta biaya alat berat pada pekerjaan tanah di area proyek jalan bebas hambatan DIY Jateng.

II. LANDASAN TEORI

Miharja (2019) melakukan kajian tentang optimalisasi penggunaan alat berat konstruksi untuk ruas tol Medan hingga Kualanamu dan Kualanamu hingga Tebing Tinggi. Penelitian ini menemukan produktivitas dan biaya peralatan yang optimal, dengan nilai produktivitas sebesar Rp 54.857.974.000 [1]. Sarwandy & Royan (2021) mempelajari waktu siklus dan produktivitas backhoe ekskavator Hitachi ZX200-5G. Produktivitas backhoe excavator di proyek perumahan Al Zafa ditemukan sebesar 93.312 m³/jam, dengan waktu siklus 20 detik. Studi tersebut juga mengungkapkan bahwa dengan 1 unit peralatan yang bekerja selama 8 jam sehari, produktivitas hariannya adalah 746.496 m³/hari [2]. Bismoko (2019) melakukan penelitian untuk menganalisis produktivitas, biaya, dan waktu kombinasi alat berat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan wawasan tentang kombinasi peralatan yang optimal untuk operasi yang efisien [3].

Baskara (2019) melakukan penelitian untuk menilai produktivitas peralatan berat di pertambangan. Kajian difokuskan pada tambang pasir PT Arvalis Mandiri Putra. Tujuannya adalah untuk menentukan produktivitas lapangan yang direncanakan dan aktual dari ekskavator Kobelco SK 200-8 dan untuk menilai biaya kepemilikan dan pengoperasian peralatan. Dari hasil penelitian diperoleh rata-rata produktivitas lapangan sebesar 107,73 m³/jam dengan efisiensi kerja 24,14 menit/jam, dibandingkan produktivitas rencana sebesar 180,61 m³/jam dan efisiensi kerja 45 menit/jam. Biaya kepemilikan dan pengoperasian adalah Rp 238.168/jam [4].

Putra & Nugraheni (2018) melakukan penelitian dengan menilai produktifitas kombinasi peralatan berat untuk pembangunan gedung di Fakultas Hukum UII. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan kombinasi excavator dan dumptruck yang digunakan dalam proyek tersebut[5]. Kajian oleh Afrilia (2018) dengan menilai tingkat produktivitas penggunaan alat berat di proyek jalan bebas hambatan Balikpapan ke Samarinda Km 28. Hasil studi menunjukkan bahwa total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek jalan bebas hambatan Balikpapan ke Samarinda Km. 28 adalah sebesar Rp. 165.748.227,10[6].

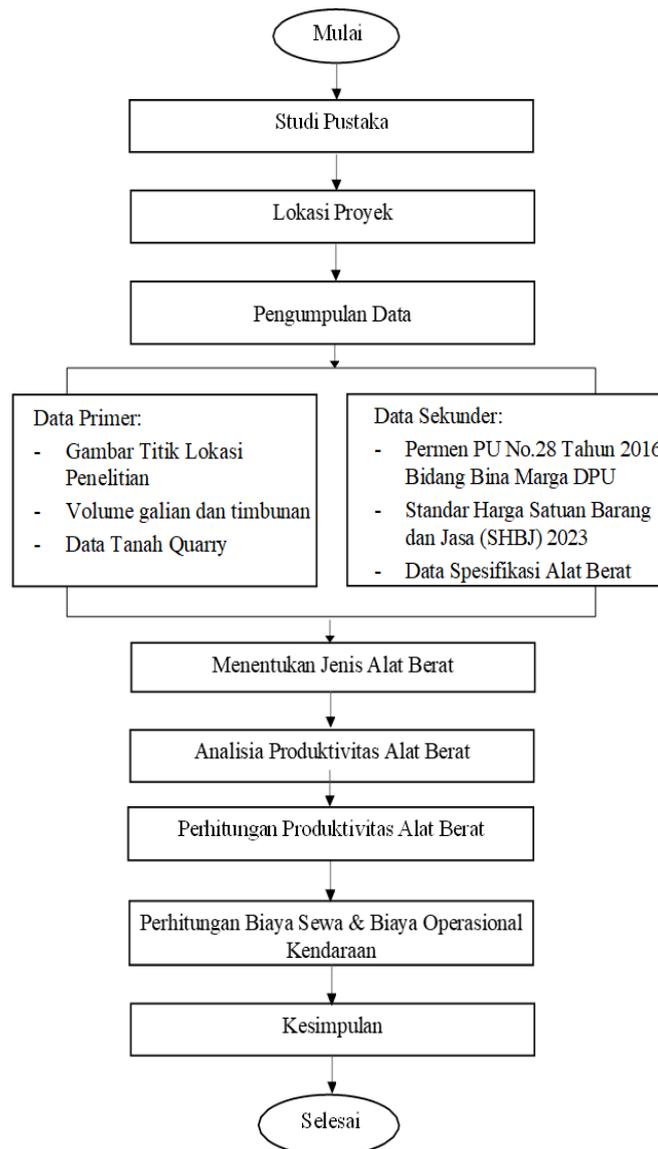
Publikasi juga dilakukan oleh Prima dan Hafudiansyah (2022) berfokus pada produktivitas alat berat pada pembangunan jalan bebas hambatan antara Pematang Panggang ke Kayu Agung Seksi 2 Ogan Komering Ilir Sumsel. Studi tersebut mengungkapkan bahwa ekskavator memiliki tingkat produktivitas sebesar 60 m³/jam atau senilai dengan 480 m³/hari. Dump truck tersebut memiliki tingkat produktivitas 9,4 m³/jam atau senilai dengan 76 m³/hari. Bulldoser tersebut memiliki tingkat produktivitas sebesar 49.638 m³/jam atau senilai dengan 397.107 m³/hari. Terakhir, vibro roller memiliki tingkat produktivitas 89,86 m³/jam atau senilai dengan 718,9 m³/hari[7].

III. METODE PENELITIAN

Alur penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 dibawah. Di mulai dengan pengambilan data baik melalui studi pustaka maupun survey pada lokasi proyek yang dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Survey Lokasi
Survey lokasi yang dilakukan di area lahan Proyek Pembangunan jalan tol Yogyakarta - Bawen STA. 75+500 – STA. 75+600 oleh penulis berguna untuk mengetahui keadaan area lokasi tersebut sehingga penulis memiliki gambaran awal mengenai area tersebut.
2. Data Gambar
Data gambar yang dimaksud adalah merupakan gambar layout mengenai Proyek Pembangunan jalan tol Yogyakarta - Bawen. Adapun data gambar tersebut diperoleh dari hasil desain perencanaan pada proyek tersebut.
3. Data Tanah Quarry
Data tanah quarry yang dimaksud adalah data hasil pengujian tanah di Laboratorium Adhi Karya.
4. Data Alat Berat
Data ini dibutuhkan untuk menghitung produktivitas alat berat yang telah direncanakan dan untuk mengetahui spesifikasi jenis alat berat yang nantinya akan digunakan dalam perhitungan. Data alat berat tersebut diperoleh dari penelitian di lapangan langsung (mengukur dimensi alat, wawancara, dll.) dan dari Katalog Alat Berat Tahun 2013 oleh Kementerian Pekerja Umum[10].
5. Daftar Standar Harga Satuan Barang dan Jasa (SHBJ) 2023
Data ini dibutuhkan dalam segala jenis perhitungan biaya dimana dalam pokok – pokok pekerjaan konstruksi dikerjakan oleh Sumber Daya Manusia (SDM). Untuk lebih lengkapnya, data harga satuan upah tersebut diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Bidang Bina Marga Kabupaten Sleman (2023)[18].
6. Daftar Standarisasi Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)
Data ini dibutuhkan setiap instansi dalam kegiatan proyek. Karena dengan adanya data – data tersebut, setiap instansi dapat mengetahui jumlah harga bahan bangunan dan alat – alat, upah yang akan diperlukan. Maka penulis memperoleh data tersebut dari Permen PU No. 1 Tahun 2022[19].

Selanjutnya melakukan pemilihan alat berat yang akan dinilai produktivitasnya, kemudian melakukan analisa dan perhitungan di setiap alat berat yang telah dipilih. Kemudian membandingkan nilai perhitungan produktivitas, biaya operasional dan sewa masing-masing alat berat tersebut. Dari perbandingan nilai hasil perhitungan tersebut, akan diperoleh kesimpulan besaran nilai produktivitasnya pada masing-masing alat.



Gambar 1. Alur Penelitian

IV. PEMBAHASAN

Proyek pembangunan jalan tol Yogyakarta - Bawen akan dilaksanakan pekerjaan pematangan lahan yang meliputi quarry (pekerjaan galian tanah), timbunan tanah, perataan tanah dan pemadatan tanah. Pekerjaan ini memerlukan alatberat yang sesuai dengan pekerjaan. Dalam analisa ini hanya menghitung produktivitas alatberat dan menghitung biaya alatberat disetiap tahapan pekerjaan.

Berdasarkan data dari proyek, untuk timbunan yang diperlukan yaitu sesuai dengan kebutuhan di STA 75+500 – STA 75+600 sebagai berikut:

Panjang	= 100 m
Lebar	= 50 m
Tinggi	= 6 m
Luas	= 5000 m ²
Volume	= 30000 m ³

Dikarenakan waktu pengamatan yang dilakukan tidak memungkinkan untuk mengamati sampai pekerjaan selesai, maka yang diamati yaitu sesuai dengan tahap pekerjaan dilapangan menggunakan metode pekerjaan per 1 Layer pekerjaan saja, dengan ukuran sebagai berikut:

Panjang 1 Layer	= 100 m
Lebar 1 Layer	= 50 m
Tinggi 1 Layer	= 0,25 m
Luas 1 Layer	= 5000 m ²
Volume 1 Layer	= 1250 m ³

a. Volume Pekerjaan Galian

Volume pekerjaan galian tanah dihitung sesuai dengan gambar layout per 1 Layer. Total volume galian tanah adalah sebesar 1250 m³.

b. Volume Pekerjaan Timbunan

Volume pekerjaan galian tanah yang diamati sama seperti pada pekerjaan galian. Total volume timbunan tanah per 1 Layer adalah sebesar 1250 m³.

c. Volume Pekerjaan Perataan Lahan

Luas Lahan	= 5000 m ²
Tebal Perataan	= 0.25 m
Jadi volume pekerjaan adalah	1250 m ³

d. Volume Pekerjaan Pemasatan

Luas Lahan	= 5000 m ²
Tebal Pemasatan	= 0.25 cm

Jadi volume pekerjaan adalah 1250 m³

Dalam galian dan timbunan ini digunakan 2 jenis alat berat yang akan dianalisa yaitu Excavator dan Dump Truck.

a. Analisa Excavator

Nama Alat	: Excavator	
Net Power (HP)	: 138	
Tipe Alat	: KOMATSU PC 200 – 8MO	
Volume Galian (Vg)	: 2150 m ³	
Volume Bucket (V)	: 0,93 m ³	
Faktor Bucket (Fb)	: 1,1	
Faktor Efisiensi Kerja Alat (Fa)	: 0,83	
Kondisi Alat	: Baik Sekali	
Jenis Tanah	: Tanah Lempung Berpasir	
Kondisi Operator	: Baik	
Ratarata Kedalaman Galian	: 0,6 m	
Maksimum Galian	: 2 m	
Presentase Kedalaman Galian	: 0.6 m/2 m	= 0.3 = 30 %
Sudut Swing (Ss)	: 45 ^o	
Waktu Gali (T1)	: 6,022 detik	= 0,100 menit
Waktu Putar Isi (T2)	: 4,98 detik	= 0,082 menit
Waktu Buang (T3)	: 3,92 detik	= 0,073 menit
Waktu Putar Kosong (T4)	: 4,40 detik	= 0,065 menit
Menghitung produktivitas Excavator dengan rumus	sebagai berikut :	
Produktivitas	= (ρ×3600×E)/CT	

Menghitung waktu siklus (CT) Excavator dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{ProduksiPerSiklus (P)} &= V \times \text{BFF} \\ &= 0,93 \times 1,1 \\ &= 1,023 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu Siklus (CT)} \\ &= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \\ &= 6,02 + 4,98 + 4,40 + 3,92 \\ &= 19,32 \text{ detik} = 0,32 \text{ menit}\end{aligned}$$

Kemudian menghitung Produktivitas Excavator per jam dengan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas (Q)} \\ &= (\rho \times 3600 \times E) / \text{CT} \\ &= (1,023 \times 3600 \times 0,83) / 19,32 \\ &= 158,2442 \text{ m}^3 / \text{jam}\end{aligned}$$

Kemudian menghitung produksi Excavator per hari dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{ProduksiPerHari} &= T_k \times Q \\ &= 8 \text{ jam} \times 158,2442 \text{ m}^3 / \text{jam} \\ &= 1265,954 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lama Waktu} &= 1250 \text{ m}^3 \\ &= 1250 \text{ m}^3 / 1265,954 \\ &= 0,987 = 1 \text{ Hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{JumlahAlat ang Dibutuhkan} \\ &= (\text{Volume Galian dan Timbunan}) / (\text{Produksi perhari} \times \text{Lama}) \\ &= 1250 \text{ m}^3 / 1265,954 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1 \text{ hari} \\ &= 0,987 = 1 \text{ Unit}\end{aligned}$$

b. Analisa DumpTruck

NamaAlat	: DumpTruck
TipeAlat	: CANTER FE 74 HD
KapasitasBak (V)	: 8 m ³
FaktorEfisiensi (Fa)	: 0,7
Jarak Angkut (D)	: 8140 m
KondisiAlat	: Baik Sekali
KondisiOperator	: Baik
Kapasitas Bucket Excavator (Vex)	: 0,93 m ³
Faktor Bucket Excavator (FBex)	: 1,1
Kecepatan RataRata Isi (V1)	: 25 km/jam \approx 416,666 m / menit
Kec RataRata Kosong (V2)	: 35 km/jam \approx 583,333 m / menit
Waktu Siklus Excavator (CT)	: 0,3166 menit
Jam Kerja Per Hari	: 8 jam

Menghitung produktivitas DumpTruck dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas} &= (V \times \text{Fa} \times 60) / \text{CT} \\ \text{Mencari waktusiklus DumpTruck} \\ \text{Waktu Siklus DumpTruck terdiri dari :} \\ \text{WaktuMuat (T1)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= V / (V_{ex} \times F_b \times C_{Tex}) \\ &= 8 / (0,93 \times 1,1 \times 19,00) \\ &= 179,7849 \text{ detik} = 2,9 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Waktu Tempuh Isi (T}_2\text{)} \\ &= (L / V_1) \\ &= 8140 / 416,666 \\ &= 19,536 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Waktu Tempuh Kosong (T}_3\text{)} \\ &= (L / V_2) \\ &= 8140 / 583,333 \\ &= 13,954 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Waktu Siklus (T}_S\text{)} \\ &= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \text{ (waktu lain-lain} = 6\text{)} \\ &= 2,9 + 19,536 + 13,954 + 6 \\ &= 42,486 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Jumlah Siklus Excavator Untuk Memuati dump Truck (n)} \\ &= V / V_{ex} \times F_{bex} \\ &= 8 \times 0,93 \times 1,1 \\ &= 7,8201 \text{ kali siklus} \\ &= 8 \text{ kali siklus} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Produktivitas (Q)} \\ &= (V \times F_a \times 60) / (D \times C_T) \\ &= (8 \times 0,7 \times 60) / (42,486) \\ &= 7,908357 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Kemudian menghitung produksi Dump Truck perhari dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &\text{Produksi PerHari} \\ &= T_k \times Q \\ &= 8 \text{ jam} \times 7,908357 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 63,26686 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Jumlah Dump Truck yang dibutuhkan:

$$\begin{aligned} M &= (\text{Volume Galian dan Timbunan}) / (\text{produktivitas Dump Truck perhari}) \\ &= 1250 / 63,26686 \\ &= 19,757 = 20 \text{ Unit/Hari} \end{aligned}$$

Dengan jumlah dump truck 20 Unit, maka Produktivitas Sebenarnya yaitu:

$$\begin{aligned} &\text{Produktivitas 20 Unit Perjam} \\ &= \text{Jumlah Unit} \times \text{Produktivitas perjam} \\ &= 20 \text{ Unit} \times 7,908357 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 158,167 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produktivitas 20 Unit Perhari

= Jumlah Unit x Produktivitas perhari
= 20 Unit x 63,26686 m³/hari
= 1265,337 m³/hari

Putaran yang diperlukan
= Produktivitas / Jumlah unit / Jam kerja
= 1265,337 m³ / 20 unit / 8 jam
= 7,908 putaran
= 8 putaran

Hari Kerja yang diperlukan
= Volume Pekerjaan / Produksi perhari
= 1250 m³ / 1265,337 m³/hari
= 0,987 Hari
= 1 Hari

Dalam pekerjaan galian ini hanya menganalisa 1 (satu) jenis alat berat yaitu Bulldozer.

Spesifikasi Bulldozer

Nama Alat : Bulldozer
Net Power (HP) : 168
Tipe Alat : KOMATSUD65E-8
Kapasitas Bucket (q) : 4,075 m³
KondisiAlat : BaikSekali
KondisiOperator : Baik
Faktor PisauBlade (Fb) : 1,1
FaktorEfisiensi Kerja (Fa): 0,83
Jarak Pengusuran (l) : 100 m
Jam Kerja PerHari (Tk) : 8 Jam
Kecepatan Maju (Vf)
: 5 km /jam = 83,333m / menit
KecepatanMundur (Vr)
: 7 km /jam = 116,67 m / menit

Selanjutnya data – data alat berat tersebut digunakan untuk analisa perhitungan produktivitas dan koefisien penggunaan alat per m³ menggunakan rumus dibawah ini.

Produktivitas(Q)=(qx Fbx Fmx Fax60)/CT

Mencari nilai Waktu Sikus (CT) yang terdiri dari waktugusur (T1) dan waktukembali (T2) dengan rumus sebagai berikut :

Waktu Gusur (T1)
= (l x60)/(Vf x1000)
= (100 x60)/(5 x1000)
= 1,2 menit

Waktu Kembali (T2)
= (l x60)/(Vr x1000)
= (100 x60)/(7 x1000)

= 0,85 menit

Waktu Siklus

= $(T1 + T2) \times 2$
= $(1,2 + 0,85) \times 2$
= 4,11 menit

Menghitung nilai Produktivitas Bulldozer perjam:

Produktivitas (Q)

= $(q \times Fb \times Fm \times Fa \times 60) / CT$
= $(4,075 \times 1,1 \times 3,1 \times 0,83 \times 60) / 4,11$
= 168,1964 m³/jam

Kemudian menghitung produksi Bulldozer per hari dengan rumus sebagai berikut:

Produksi PerHari

= $Tk \times Q$
= 8jam \times 168,1964 m²/jam
= 1345,5717 m³/hari

Lama Waktu

= Luas Pematatan / Produksi Perhari
= 1250 m² / 1345,5717 m³/hari
= 0,9289 = 1 Hari

Jumlah Alat Berat

= Luas Pematatan / Produksi Perhari \times Lama Waktu
= 1250 m² / 1345,5717 m³/hari
= 0,9289 = 1 Unit

Dalam pekerjaan pematatan ini digunakan satu jenis alat berat yang akan dianalisa yaitu Vibratory Compactor.

Analisa Compactor

Nama Alat: Vibratory Compactor Sakai SV512TF

Net Power (HP) : 114

Berat (W) : 13 ton

Lebar Overlap (bo) : 0,2 m

Lebar Efektif Pematatan (b): 2,13 m

L. Ef. Pematatan Total (be)

: $(b - bo)$

: $(2,13 - 0,2) = 1,93$ m

Tebal Pematatan (t) : 0,25 m

Kapasitas Bucket : 4,5 m³

Kondisi Alat : Baik Sekali

Kondisi Operator : Baik

Efisiensi Kerja (Fa) : 0,83

Jarak Gusur : 100 m

Waktu Operasi : 60 menit

Kecepatan Rata Rata Alat (v)

: 10 km /jam = 0,166 m /menit

Jumlah Lintasan (n) : 25 lintasan
Jam Kerja Perhari (Tk) : 8 jam

Selanjutnya menghitung produktivitas Vibratory Compactor. Data – data alat berat tersebut digunakan untuk analisa perhitungan produktivitas penggunaan alat per m³ menggunakan rumus 2.28 dibawah ini.

Menghitung produktivitas Compactor dengan rumus sebagai berikut : Produktivitas= ((Bexvx 1000)xtxFa)/n

$$= ((1,93 \times 10 \times 1000) \times 0,25 \times 0,83) / 25$$
$$= 160,19 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

Kemudian menghitung produksi Vibratory Compactor per hari dengan rumus sebagai berikut :
Produksi Per Hari

$$= Tk \times Q$$
$$= 8 \text{ jam} \times 160,19 \text{ m}^3 / \text{jam}$$
$$= 1281,52 \text{ m}^3 / \text{hari}$$

Lama Waktu

$$= \text{Luas Pematatan} / \text{Produksi Perhari}$$
$$= 1250 \text{ m}^3 / 1281,52 \text{ m}^3 / \text{hari}$$
$$= 0,957 = 1 \text{ Hari}$$

Jumlah Alat Berat

$$= \text{Luas Pematatan} / \text{Produksi Perhari} \times \text{Lama Waktu}$$
$$= 1250 \text{ m}^3 / 1281,52 \text{ m}^3$$
$$= 0,957 = 1 \text{ Unit}$$

Biaya sewa alat adalah biaya yang digunakan untuk membayar penggunaan sewa kendaraan alat berat selama pelaksanaan pekerjaan berlangsung. Biasanya penggunaan alat berat dihitung berdasarkan biaya sewa alat dengan lama pekerjaan yang dilaksanakan.

Untuk menghitung biaya sewa alat pada masing masing alat berat, maka cara perhitungan dilakukan berdasarkan jenis alat berat, jumlah unit, lama pekerjaan, dan harga sewa per jam. Perhitungan biaya sewa alat akan dijelaskan sebagai berikut ini.

a. Excavator

Harga Sewa Alat Per Jam: Rp. 525.000,00

Jumlah Unit : 1 unit

Lama Pekerjaan : 1 hari = 8 jam

Biaya Sewa Alat

$$= \text{Rp. } 525.000,00 \times 8 \text{ jam} \times 1 \text{ unit}$$

$$= \text{Rp. } 4.200.000,00$$

Jadi biaya sewa alat Excavator untuk menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan 1 Layer adalah sebesar Rp. 4.200.000,00

b. Dump Truck

Harga Sewa Alat PerJam: Rp. 150.000,00

Jumlah Unit : 20 unit

Lama Pekerjaan : 1 hari = 8 jam

Biaya Sewa Alat

$$= \text{Rp. } 150.000,00 \times 8 \text{ jam} \times 20 \text{ unit}$$

=Rp. 24.000.000,00

Jadi biaya sewa alat Dump Truck untuk menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan 1 Layer adalah sebesar Rp. Rp. 24.000.000,00

c. Bulldozer

Harga Sewa Alat Per Jam: Rp. 425.000,00

Jumlah Unit : 1 Unit

Lama Pekerjaan : 1 hari = 8 jam

Biaya SewaAlat

=Rp. 425.000,00 x 8 jam x 1

=Rp. 3.400.000,00

Jadi biaya sewa alat Bulldozer untuk menyelesaikan pekerjaan perataan lahan 1 Layer adalah sebesar Rp. 3.400.000,00

d. Vibratory Roller

Harga Sewa Alat Per Jam: Rp. 425.000,00

Jumlah Unit : 1 Unit

Lama Pekerjaan : 1 hari = 8 jam

Biaya SewaAlat

=Rp. 425.000,00 x 8 jam x 1

=Rp. 3.400.000,00

Jadi biaya sewa alat Vibratory Roller untuk menyelesaikan pekerjaan pemadatan 1 Layer adalah sebesar Rp. 3.400.000,00

(i) Konsumsi Bahan Bakar (KBB) Jumlah bahan bakar yang diperlukan alat berat Compactor dalam melakukan pekerjaan per jam adalah sebagai berikut :

Konsumsi Bahan Bakar

=12,00 % x HP x Harga Minyak Diesel

=12,00 % x 114 x Rp.6.800,00

=Rp 93.024,00/ jam

(ii) Konsumsi Minyak Pelumas (KMP)

Jumlah minyak pelumas yang dibutuhkan oleh alat berat Compactor dalam melakukan pekerjaan per jam adalah sebagai berikut :

Konsumsi Minyak Pelumas

= 2,7 % x HP x HargaMinyak Pelumas

= 2,7 % x 114 x Rp48.000,00

=Rp 147.744,00 /jam

(iii) Biaya Bengkel (BB)

Biaya bengkel yang diperlukan oleh alat berat Compactor dalam melakukan pekerjaan adalah sebagai berikut :

Biaya Bengkel

= 6,25 % x Harga Pokok / Jumlah Jam Kerja Alat

= 6,25 % x Rp. 1.760.120.000,00 / 1600

= Rp 68.760,71/ jam

(iv) Biaya Perbaikan atau Perawatan (BPP)

Biaya perbaikan atau perawatan yang diperlukan selama Compactor melakukan pekerjaan adalah sebagai berikut :

Biaya Perbaikan

$$= 12,5 \% \times \text{Harga Pokok} / \text{Jumlah Jam Kerja Alat}$$

$$= 12,5 \% \times \text{Rp. } 1.760.120.000,00 / 1600$$

$$= \text{Rp } 137.521,42 / \text{jam}$$

(v) Upah Operator dan Pembantu (Uo / Up)

Perhitungan biaya operator dan biaya pembantu dilakukan sebagai berikut :

Biaya Upah Operator

$$= 1 \times \text{Upah Operator}$$

$$= 1 \times \text{Rp. } 16.250,00$$

$$= \text{Rp. } 16.250,00 / \text{jam}$$

Biaya Upah Pembantu

$$= 1 \times \text{Upah Pembantu}$$

$$= 1 \times \text{Rp. } 12.500,00$$

$$= \text{Rp. } 12.500,00 / \text{jam}$$

(vi) Biaya Total Operasional Kendaraan (BOK)

Untuk mendapatkan perhitungan total biaya operasional kendaraan satu unit alat berat Compactor per jam adalah dengan menjumlahkan seluruh biaya operasional alat.

$$\text{BOK} = (\text{BBB} + \text{BMP} + \text{BB} + \text{BPP} + \text{Uo} + \text{Up})$$

$$= \text{Rp } 93.024,00 + \text{Rp } 147.744,00 + \text{Rp } 68.760,71 + \text{Rp } 137.521,42 + \text{Rp. } 16.250,00 + \text{Rp. } 12.500,00$$

$$= \text{Rp } 475.800,12 / \text{jam.}$$

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah alat yang dibutuhkan, sewa per jam dan biaya operasional per jam di peroleh total biaya adalah sebesar Rp 8.854.743,87 per jam per hari. Sedangkan lama pekerjaan galian dan timbunan adalah 1 hari dengan produktivitas kerja per hari adalah 8 jam.

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah alat yang dibutuhkan, biaya sewa dan biaya operasional kendaraan diperoleh total biaya adalah sebesar Rp 70.837.950,00 selama melaksanakan pekerjaan galian dan timbunan di area proyek pembangunan jalan bebas hambatan/tol Yogyakarta – Bawen.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan yang telah dipaparkan di atas, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut: untuk pekerjaan galian dan tanggul di daerah penelitian digunakan excavator KOMATSUPC 200 - 8 MO, dengan jumlah 1 unit dan durasi 1 hari. Selain itu, digunakan dump truck dengan spesifikasi CANTER FE74HD, dengan total 20 unit dan durasi 1 hari. Pekerjaan perataan tanah dilakukan menggunakan bulldozer dengan spesifikasi KOMATSU D65E-8, sebanyak 1 unit dan durasi 1 hari. Pekerjaan pemadatan dilakukan menggunakan vibratory compactor dengan spesifikasi SAKAI SV512TF, dengan jumlah 1 unit dan durasi 1 hari. Berdasarkan perhitungan produktivitas untuk setiap tahapan pekerjaan, maka produktivitas harian alat adalah sebagai berikut: pekerjaan galian dan pemadatan membutuhkan penggunaan 1 unit heavy excavator, sehingga produktivitas harian sebesar 1265.954 m³, sedangkan dump truck memiliki produktivitas harian sebesar 1265.337 m³. Pekerjaan perataan tanah dilakukan menggunakan bulldozer dengan produktivitas harian sebesar 1345.5717 m³. Pekerjaan pemadatan tanah dilakukan dengan menggunakan alat pemadat dengan produktivitas harian sebesar 1281,52 m³. Berdasarkan biaya sewa dan operasional peralatan, total biaya proyek adalah Rp. 102.518.950,99 sudah termasuk biaya sewa dan operasional excavator, dump truck, bulldozer, dan compactor.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada proyek penelitian lain untuk memastikan hasil yang lebih akurat, karena penelitian ini hanya dilakukan di satu wilayah proyek.
2. Diperlukan ketelitian, ketelitian, dan pemahaman dalam menganalisis produktivitas kerja untuk mencapai hasil yang lebih baik.
3. Analisis harga alat berat dapat memanfaatkan katalog harga dari perusahaan/agen persewaan alat berat lainnya yang ada di sekitar lokasi pekerjaan.
4. Berbagai jenis alat berat dapat digunakan untuk pekerjaan persiapan lahan, tergantung pada persyaratan khusus dari tugas tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Miharja, GS. (2019). Optimalisasi Penggunaan Alat berat (Studi kasus: Pembangunan Jalan tol Medan – Kualanamu – Tebing Tinggi. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Pakuan Bogor. Vol.1 No. 1.
- [2] Sarwandy MHA. & Royan, N. (2021). Produktivitas Alat Berat Excavator Backhoe Pada Proyek Perumahan Al Zafa Tegal Binangun Kota Palembang. Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipi. Vol 07, No. 02, Desember 2021
- [3] Bismoko, YS. (2019). Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Galian Terhadap Biaya dan Waktu (STA. P.09/0+401 – STA. P.17/0+800. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- [4] Baskara. (2019). Analisis Produktivitas Alat Berat Excavator Pada Penambangan Pasir. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- [5] Putra, DH & Nugraheni, F. (2018). Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pindahkan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII. Prosiding Kolokium Program Studi Teknik Sipil (KPSTS) FTSP UII 2018, November 2018, ISSN 9-772477-5B3159
- [6] Afrilia, T. (2018). Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan Samarinda Km 28. JUTATEKS, Vol 2, No.1, 94-98.

- [7] Prima, GR., & Hafudiansyah, E.(2022). Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Proyek Jalan Tol (Studi Kasus: Ruas Jalan Tol Pematang Panggang – Kayu Agung Seksi 2, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan). *Akselerasi: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. Volume 3, No. 2, Februari 2022
- [8] Ramadhani, A. (2017). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Galian di Proyek Tol Nganjuk-Kertosono. *Jurnal Teknik Sipil*. Universitas Brwajijaya. Kota Malang.
- [9] Rochmanhadi. (1992). *Alat - Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Dep. Pekerjaan Umum Badan Penerbit pekerjaan Umum. Jakarta
- [10] Departemen Pekerjaan Umum (2016). *Pedoman Analisa Harga Satuan*. Direktorat Jenderal Bidang Umum.Jakarta.
- [11] Kementerian Pekerjaan Umum (2013) *Katalog Alat Berat Konstruksi*. Jakarta.
- [12] Aloysius, T. (2003). *Proyek Jalan Teori & Praktek*. Jakarta: Erlangga
- [13] Saputra, H, (2017), *Dokumentasi Excavator Catepillar 304E, Samarinda dan Dokumentasi Dump Truck kapasitas Bak 7m3, Samarinda*.
- [14] Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Penerbit Gunadarma.
- [15] Widodo, Y, (2017), *Dokumentasi Wheel Loader Komatsu WA380-3, Samarinda*.
- [16] Wigroho, H.Y., & Suryadama, (1998), “Alat- alat”.Penerbit Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [17] Wilopo, D. (2009), *Metode Konstruksi dan Alat-alat Berat*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- [18] Dinas Pekerjaan Umum (2023): *Standar Harga Satuan Barang dan Jasa*.Sleman
- [19] Permen PUPR No. 1 (2022), *Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat*. Jakarta.
- [20] https://www.hariantrendingtopik.com/2022/12/waktu-tempuh-jarak-perjalanan-semarang.html#google_vignette