

ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PILE CAP PROYEK PEMBANGUNAN FLY OVER MRANGGEN-GODONG

^{*)}Agatha Adhitya Buton¹, Agus Subiyanto¹, Muh. M. Ramadhan¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang, Malang

^{*)}Email : agathaadhityabuton@gmail.com

ABSTRACT

As one of the modes of land transportation, road transportation in Indonesia dominates and is the most used transportation for transporting goods and services. Highways are an important component in the dynamics of development to grow and improve the development of national development in advancing general welfare as referred to in the Preamble to the 1945 Constitution of the Republic of Indonesia (Noor Mahmudah, 2019). In Indonesia, highway construction continues to be improved, both repair and maintenance efforts, as well as the construction of new roads. This study aims to determine the type of heavy equipment used and calculate the efficiency of heavy equipment productivity in the pile cap work of the Mranggen-Godong flyover construction project. The research method used is descriptive qualitative to explain the results of heavy equipment calculations based on calculation data collected through documentation techniques and literature reviews. Based on the research results, the productivity results of the heavy equipment used in the pile cap and abutment work for the Mranggen-Godong flyover construction project were obtained, namely excavators of 739.615 m³/hour, dump trucks 96.149 m³/hour, bar cutters 8,789.66 kg/hour, bar benders 6,665.65 kg/hour, and concrete mixer trucks 24.001 m³/hour.

Keyword: *Productivity, Heavy Equipment, Pile Cap, Abutment, Flyover, Construction Project*

ABSTRAK

Sebagai salah satu moda transportasi darat, angkutan jalan raya di Indonesia mendominasi dan menjadi transportasi yang paling digunakan untuk mengangkut barang dan jasa. Jalan raya merupakan komponen penting dalam dinamika pembangunan untuk menumbuhkan dan meningkatkan perkembangan pembangunan nasional dalam memajukan kesejahteraan umum sebagaimana yang dimaksud dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 (Noor Mahmudah, 2019). Di Indonesia pembangunan jalan raya terus ditingkatkan, baik usaha perbaikan dan pemeliharaan, maupun pembangunan jalan baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis alat berat yang digunakan dan menghitung efisiensi produktivitas alat berat pada pekerjaan pile cap proyek pembangunan flyover Mranggen-Godong. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif untuk menjelaskan hasil perhitungan alat berat berdasarkan data perhitungan yang dikumpulkan melalui teknik dokumentasi dan tinjauan kepustakaan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh hasil produktivitas pada alat berat yang digunakan pada pekerjaan pile cap dan abutment proyek pembangunan flyover Mranggen-Godong yaitu excavator sebesar 739,615 m³/jam, dump truck 96,149 m³/jam, bar cutter 8.789,66 kg/jam, bar bender 6.665,65 kg/jam, dan concrete mixer truck 24,001 m³/jam.

Kata kunci: Produktivitas, Alat Berat, Pile Cap, Abutment, Flyover

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia pembangunan jalan raya terus ditingkatkan, baik usaha perbaikan dan pemeliharaan, maupun pembangunan jalan baru. Upaya pemerintah dalam Pembangunan jalan di Wilayah Jawa Tengah saat ini terus ditingkatkan, salah satunya Proyek Pembangunan *Fly Over* Mranggen-Gedong. Pembangunan *Fly Over* Mranggen atau sering disebut *Fly Over* Ganefo merupakan bentuk usaha pemerintah Jawa Tengah dalam mengatasi masalah kemacetan yang terjadi di jalur utama yang menghubungkan Kota Semarang dengan Kota Demak dan Kabupaten Kudus. Kemacetan disebabkan oleh peningkatan volume lalu lintas, sebagai akibat dari pertumbuhan ekonomi yang terus bertambah. Proyek *Fly Over* direncanakan mulai 2016, yang kemudian mulai dilakukan pelaksanaannya sekitar tahun 2020, dan selesai dikerjakan pada September 2022. Pada saat ini *Fly Over* Ganefo sudah beroperasi menghubungkan Kota Purwodadi, Demak dan Semarang, sekaligus menjadi *Fly Over* pertama yang terrealisasikan di Kota Mranggen.

Proses pelaksanaan pembangunan *Fly Over* Ganefo termasuk dalam pekerjaan bangunan sipil berskala besar. Selain itu, proyek ini diharapkan dapat diselesaikan secepatnya mengingat tujuan perencanaan proyek *Fly Over* guna untuk mengatasi masalah kemacetan. Sehingga pemakaian alat berat sangatlah diperlukan dalam mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan target yang telah direncanakan dan yang sudah disepakati, pekerjaan pile cap dan abutment merupakan bagian terpenting dari struktur bawah dan struktur atas *fly over* yang memerlukan peranan alat berat untuk proses penggalian, pemindahan material, pengecoran, dan penataan struktur. Alat-alat berat memudahkan pekerja menyelesaikan pekerjaan konstruksi dalam waktu cepat, namun tetap menghasilkan bangunan dengan nilai mutu bagus. Lebih lengkap alasan penting penggunaan alat berat dalam proyek konstruksi ialah karena alat berat mampu menyelesaikan pekerjaan konstruksi dengan kapasitas atau volume pekerjaan yang sangat besar, kemajuan dalam mesin dari alat berat sangat canggih, alat

berat memenuhi kebutuhan terhadap nilai mutu pekerjaan, memudahkan pekerja dalam memindahkan material yang berat, serta mempercepat penyelesaian pekerjaan konstruksi bangunan (Afrizal Nursin dkk, 2020).

Salah satu aspek manajemen proyek yang sangat menentukan keberhasilan dan kelancaran suatu proyek konstruksi yaitu manajemen material. Manajemen material sering kali mencakup pengelolaan alat berat yang digunakan. Sebuah penelitian, Kumar dkk. (2018), efisiensi suatu proyek secara keseluruhan telah meningkat sebesar 35% dengan menerapkan manajemen alat berat yang tepat. Manajemen alat berat mempengaruhi produktifitas kerja proyek sehingga memiliki peranan sangat penting dalam keberhasilan suatu proyek. Apabila penerapan manajemen material pada proyek konstruksi tidak efisien, maka menimbulkan pemborosan waktu dan pembengkakan biaya material.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dijelaskan bahwa produktivitas alat berat sangat berpengaruh terhadap progres penyelesaian kerja suatu proyek konstruksi, sehingga sangat penting untuk melakukan perhitungan produktivitas alat berat secara akurat agar tidak terjadi pemborosan biaya dan keterlambatan progres penyelesaian kerja. Dalam penyelesaian pekerjaan proyek pembangunan *fly Over* Mranggen-Godong direncanakan selesai pada Maret 2022. Namun, proyek ini mengalami keterlambatan sehingga baru diresmikan pada 22 September 2022 akibat adanya beberapa ketidaksesuaian perencanaan pada proyek Ganefo Mranggen-Godong dengan kondisi nyata dilapangan, mulai dari ketidaksesuaian perencanaan gambar rencana hingga perubahan pembebasan lahan. Oleh karena itu, peneliti akan melakukan perhitungan produktivitas alat berat pada proyek pembangunan fly over Mranggen-Godong untuk mengetahui tingkat efisiensi produktivitas alat berat dalam pekerjaan proyek tersebut. Peneliti membatasi perhitungan produktivitas alat berat pada pekerjaan pile cap dan abutment dalam proyek pembangunan fly over Mranggen-Godong.

Pengertian manajemen konstruksi

Manajemen konstruksi merupakan suatu bidang sebagai bentuk usaha yang berfokus pada manajemen pada konstruksi yaitu perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian terhadap kegiatan-kegiatan proyek dimulai dari awal sampai akhir kegiatan dengan mendistribusikan setiap sumber-sumber daya secara efisien dan efektif yang akan dianalisa untuk mencapai suatu hasil sesuai yang diharapkan dalam perencanaan. Manajemen konstruksi sebagai sumber daya yang terlibat dalam proyek konstruksi, diaplikasikan oleh manajer proyek secara tepat. Sumber daya dalam proyek konstruksi dapat dikelompokkan sebagai: *manpower, material, machines, money, and method* (Hafnidar A. Rani, 2016).

Pengertian alat berat

Secara umum, alat berat merupakan alat yang berguna untuk memudahkan pelaksanaan suatu proyek konstruksi yang bersifat berat. Lebih lanjutnya, pengertian alat berat atau sering disebut alat konstruksi ini adalah alat yang sengaja didesain secara khusus untuk melaksanakan fungsi, tugas, atau kegiatan dalam proyek konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, terutama pada pekerjaan konstruksi bervolume besar. Alat berat membantu pekerjaan tersebut menjadi lebih mudah, cepat, hemat, serta aman (Fery Sondakh, 2019).

Produktivitas alat berat dan perhitungan durasi kerja alat berat

Sofwan Hadi (2018), menyatakan bahwa produktivitas merupakan nilai besaran kemampuan alat berat untuk melaksanakan fungsinya seperti memindahkan atau menggusur, menggali, dan mengangkut material dari satu tempat ke tempat yang lain dalam satu jam (m^3/jam). Untuk memperkirakan produktivitas atau kapasitas alat berat diperlukan faktor standart kinerja alat, faktor efisiensi alat, operator, kondisi lapangan, dan material. Cara perhitungan produktivitas alat berat berbeda-beda berdasarkan fungsi dan kegunaan alat berat tersebut. Namun demikian, alat berat mempunyai dasar perhitungan taksiran produktivitas yang sama, yaitu:

$$Q = q \times N \times E$$

Dimana: Q = produksi alat per jam (m^3/jam), q = kapasitas produksi alat per siklus ($m^3/siklus$) N = Jumlah siklus per jam = (60/Ts), Ts = Waktu siklus (jam) E = Faktor efisiensi Alat

Durasi waktu alat berat merupakan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam satuan waktu seperti jam atau hari. Adapun rumus untuk menghitung durasi waktu kerja alat berat, kita dapat menggunakan rumus dasar yang berkaitan dengan produktivitas alat berat, kapasitas alat, dan jumlah pekerjaan yang harus diselesaikan, yaitu:

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

Dimana: T = Durasi kerja alat berat (jam), V = Volume pekerjaan (m^3 atau ton), Q = Produktivitas alat berat per jam (m^3/jam), E = Efisiensi kerja alat

2. METODE PENELITIAN

Objek dan subjek penelitian

Objek dari penelitian ini adalah produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan pile cap dan abutment pada proyek Pembangunan Fly Over Mranggen-Godong. Sedangkan subjek dari penelitian ini adalah Dinas Bina Marga Kabupaten Jawa Tengah. Proyek Pembangunan Fly Over Mranggen – Gedong berlokasi di Jl. Ganefo Utara, Tegalan, Kembangarum, Kec. Mranggen, Kabupaten Demak, Jawa Tengah 56567. Pembangunan Fly Over ini berfungsi sebagai penghubung Ruas Jalan Kota Purwodadi, Demak dan Semarang dengan pesifikasi penelitian pekerjaan pile cap dan abutment.



Sumber : Dokumen Pribadi

Gambar 1. Peta Lokasi Proyek Pembangunan *Fly Over* Mranggen-Godong

Metode pengumpulan data

Data penelitian yang akan dikumpulkan untuk dianalisis berupa data yang ditinjau dan didapat melalui teknik dokumentasi dan tinjauan kepustakaan.

Data penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data sekunder. Data sekunder tersebut antara lain yaitu dokumen gambar rencana, *time schedule*, kurva S, dan rekap alat berat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat berat digunakan dan analisis produktivitas alat berat

Alat berat yang digunakan pada pekerjaan *pile cap* yaitu *excavator* sebagai alat penggali dan *dump truck* sebagai alat angkut tanah galian, *bar cutter* dan *bar bender* sebagai alat kerja pembersihan, dan *concrete mixer truck* sebagai alat bantu pengecora.

Produktivitas alat berat *excavator*

Excavator digunakan untuk menggali pada pekerjaan *pile cap* untuk menggali struktur *pile cap* yang berada di bawah elevasi tanah, dengan *type excavator* yang digunakan adalah Komatsu PC-200 dengan spesifikasi kapasitas *excavator* yaitu 0,93 m³. Produktivitas alat berat *excavator* (Q) m³/jam dengan data sesuai persamaan sebagai berikut:

- Kapasitas bucket (q) = 0,93 m³ (spesifikasi kapasitas *excavator* Komatsu PC-200)
- Faktor bucket (Fb) = 1,00 (untuk tanah asli, kering berpasir/ Tabel 2.1)
- Faktor efensial alat (Fa) = 0,83 (kondisi baik/ Tabel 2.3)
- Waktu Siklus (Ts) = waktu siklus standar, 18,2 – 34,4 detik, Lihat Tabel 2.2, untuk kapasitas bucket 0,93 m³ dan sudut putar (90 – 180)⁰ diperoleh waktu siklus 26, 3 detik.

- Waktu Siklus = 26,3 detik

$$Q = \frac{q \times 3600}{T_s} \times E$$

$$Q = \frac{q \times 3600}{T_s} \times F_a \times F_b$$

$$Q = \frac{0,93 \times 3600}{26,3} \times 0,83 \times 1,00$$

$$Q = 105,659 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah didapatkan produktivitas m³/jam dikonversikan berdasarkan pada jam kerja efektif sehingga menjadi produktivitas m³/hari, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = 105,659 \text{ m}^3/\text{jam} \times \text{jam kerja efektif/hari}$$

$$Q = 105,659 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari}$$

$$Q = 739,615 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dari hasil perhitungan produktivitas yang telah didapatkan, selanjutnya adalah perhitungan durasi atau waktu yang dibutuhkan oleh alat berat excavator untuk menyelesaikan pekerjaan galian untuk profil pile cap dengan mengacu pada jumlah *excavator* yang digunakan sesuai strategi pengerjaan yaitu 2 buah *excavator*. Perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produktivitas}}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{610,126 \text{ m}^3}{739,615 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = 0,4 = 1 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk menyelesaikan volume pekerjaan galian untuk profil pile cap dengan volume 610,126 m³ dengan bantuan 2 buah excavator dibutuhkan waktu yaitu 1 hari dengan nilai produktivitas 739,615 m³/hari.

1. Produktivitas *Dump Truck*

Dump Truck merupakan alat berat yang digunakan untuk mengangkut tanah material galian ke tempat pembuangan atau *quarry*. *Dump truck* yang digunakan dalam pekerjaan pile cap ini adalah *dump truck* 10 m³, mengangkut tanah material galian ke tempat pembuangan atau *quarry* sejauh 7,5 km diisi menggunakan excavator kapasitas 0,93 m³ dengan hasil perhitungan produktivitas (Q) m³/jam sebagai berikut:

- Kapasitas alat (q) = 10 m³
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83 (Tabel 2.4)
- Berat volume tanah lepas (D) = 1,60 ton/m³
- Kecepatan muat isi = 40 km/jam (Tabel 2.5)
- Kecepatan muat kosong = 60 km/jam (Tabel 2.5)
- Jarak *quarry* = 7,5 km
- Waktu isi (T₁)

$$T_1 = \frac{q \times 60}{D \times Q_{\text{exca}}}$$

$$= \frac{10 \times 60}{1,6 \times 105,65} = 3,5 \text{ menit}$$

- Waktu tempuh isi

$$T_2 = \frac{7,5 \times 60}{40} = 11,3 \text{ menit}$$

- Waktu tempuh kosong

$$T_3 = \frac{7,5 \times 60}{60} = 7,5 \text{ menit}$$

- Waktu buang

$$T_4 = 2 \text{ menit (waktu yang dibutuhkan untuk membuang 10 ton material tanah galian)}$$

- Waktu siklus (Ts) = waktu isi + waktu tempuh isi + waktu tempuh kosong + waktu buang
- Waktu siklus (menit) = (3,5+11,3+7,5 +2)
- Waktu siklus = 24,3 menit

- Produktivitas alat:

$$Q = \frac{q \times 60}{D \times T_s} \times E$$

$$Q = \frac{q \times 60}{D \times T_s} \times Fa$$

$$Q = \frac{10 \times 60}{1,6 \times 24,3} \times 0,83$$

$$Q = 12,809 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah didapatkan produktivitas m³/jam dikonversikan berdasarkan pada jam kerja efektif sehingga menjadi produktivitas m³/hari, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = 12,809 \text{ m}^3/\text{jam} \times \text{jam kerja efektif/hari}$$

$$Q = 12,809 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari}$$

$$Q = 89,663 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dari hasil perhitungan produktivitas yang telah didapatkan, selanjutnya adalah perhitungan kebutuhan jumlah dump truck dengan mengacu pada waktu yang digunakan yaitu 1 hari untuk menyelesaikan pekerjaan galian. Perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produktivitas}}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{610,126 \text{ m}^3}{89,663 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = 6,2 = 6 \text{ unit}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk menyelesaikan volume pekerjaan galian *pile cap* dengan volume 610,126 m³ dibutuhkan waktu yaitu 1 hari dengan jumlah dump truck yang digunakan untuk mengangkut tanah hasil galian adalah 6 unit dengan nilai produktivitas 89,663 m³/hari.

Produktivitas *bar cutter*

Bar cutter merupakan alat yang digunakan untuk memotong baja tulangan dalam pekerjaan pembesian. Diameter baja tulangan yang digunakan dalam pembesian *pile cap* proyek pembangunan *flyover* Mranggen - Godong adalah >Ø12 dan *bar cutter* yang digunakan yaitu sbc 32, karena diameter tulangan besi terbesar digunakan dalam pembangunan *flyover* Mranggen - Godong adalah 32 mm dengan kapasitas produksi yaitu 6,31 kg, diambil berat ukuran satu meter dari besi diameter terbesar. Perhitungan produktivitas *bar cutter* adalah sebagai berikut:

- Kapasitas alat (q) = 6,31 kg

- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

- Waktu siklus diambil berdasarkan pengamatan peneliti, waktu pengambilan besi, waktu ukur dan waktu potong didapat berdasarkan pengamatan peneliti di *youtube*.

- Waktu siklus = ambil besi + ukur + potong

- Waktu siklus (detik) = (4 + 9 + 2)

- Waktu siklus (detik) = 15 detik

- Waktu siklus (menit) = 0,25 menit

- Produktivitas alat:

$$Q = \frac{q \times 60}{T_s} \times E$$

$$Q = \frac{q \times 60}{T_s} \times F_a$$

$$Q = \frac{6,31 \times 60}{0,25} \times 0,83$$

$$Q = 1.256,95 \text{ kg/jam}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah didapatkan produktivitas kg/jam dikonversikan berdasarkan pada jam kerja efektif sehingga menjadi produktivitas kg/hari, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = 1.256,95 \text{ kg/jam} \times \text{jam kerja efektif/hari}$$

$$Q = 1.256,95 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam/hari}$$

$$Q = 8.798,66 \text{ kg/hari}$$

Dari hasil perhitungan produktivitas yang telah didapatkan, selanjutnya adalah perhitungan durasi *bar cutter* dengan mengacu pada alat yang digunakan yaitu 2 hari berdasarkan pertimbangan terhadap luas area dan volume kerja untuk menyelesaikan pekerjaan galian. Perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produktivitas}}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{368.078,64 \text{ kg}}{8.798,66 \text{ kg/hari} \times 2}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = 20,9 = 21 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk menyelesaikan pembesian *pile cap* dengan volume 368.078,64 kg dibutuhkan waktu yaitu 11 hari dengan jumlah *bar cutter* yang digunakan untuk memotong besi adalah 2 unit, nilai produktivitas 8.798,66 kg/hari.

Produktivitas *bar bender*

Bar bender merupakan alat yang digunakan untuk membengkok atau membentuk baja tulangan dalam pekerjaan pembesian. Diameter baja tulangan yang digunakan dalam pembesian pile cap proyek pembangunan *flyover* Mranggen - Godong adalah $>\varnothing 12$ dan *bar bender* yang digunakan yaitu sbb 32, karena diameter tulangan besi terbesar digunakan dalam pembangunan *flyover* Mranggen - Godong adalah 32 mm dengan kapasitas produksi yaitu 6,31 kg, diambil berat ukuran satu meter dari besi diameter terbesar. Perhitungan produktivitas *bar bender* adalah sebagai berikut:

- Kapasitas alat (q) = 6,31 kg
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Waktu siklus diambil berdasarkan pengamatan peneliti, waktu pengambilan besi, waktu ukur dan waktu potong didapat berdasarkan pengamatan peneliti di *youtube*.
- Waktu siklus = ambil besi + ukur + membengkok besi
- Waktu siklus (detik) = (4 + 9 + 6)
- Waktu siklus (detik) = 20 detik
- Waktu siklus (menit) = 0,33 menit
- Produktivitas alat:

$$Q = \frac{q \times 60}{T_s} \times E$$

$$Q = \frac{q \times 60}{T_s} \times Fa$$

$$Q = \frac{6,31 \times 60}{0,33} \times 0,83$$

$$Q = 952,24 \text{ kg/jam}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah didapatkan produktivitas kg/jam dikonversikan berdasarkan pada jam kerja efektif sehingga menjadi produktivitas kg/hari, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = 952,24 \text{ kg/jam} \times \text{jam kerja efektif/hari}$$

$$Q = 952,24 \text{ kg/jam} \times 7 \text{ jam/hari}$$

$$Q = 6.665,65 \text{ kg/hari}$$

Dari hasil perhitungan produktivitas yang telah didapatkan, selanjutnya adalah perhitungan kebutuhan jumlah *bar bender* dengan mengacu pada waktu yang dibutuhkan yaitu 21 hari. Perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produktivitas}}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{368.078,64 \text{ kg}}{6.665,65 \text{ kg/hari} \times 21}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = 2,63 = 3 \text{ unit}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk menyelesaikan pembesian pile cap dengan volume 368.078,64 kg dibutuhkan waktu yaitu 21 hari dengan jumlah *bar bender* yang digunakan untuk memotong besi adalah 3 unit, nilai produktivitas 6.665,65 kg/hari.

Produktivitas *concrete mixer truck*

Concrete mixer truck merupakan alat berat yang digunakan untuk mengangkut material beton basah dari *batching plant* ke tempat pengecoran. *Concrete mixer truck* yang digunakan dalam pekerjaan abutment adalah *concrete mixer truck* 5 m³, memiliki spesifikasi kecepatan muat isi (15 – 25) km/jam, kecepatan muatan kosong (25 – 35) km/jam, membawa beton basah dari *concrete pan mixer* Q = 9,96 m³/jam sejauh 7,5 km ke lokasi pengecoran *pile cap*, berikut hasil perhitungan produktivitas (Q) m³/jam sebagai berikut:

- Kapasitas alat (q) = 5 m³
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Jarak = 7,5 km
- Kecepatan isi = 20 km/jam
- Kecepatan kosong = 30 km/jam
- Waktu muat

$$T_1 = \frac{q \times 60}{Q_{cpm}}$$

$$= \frac{5 \times 60}{9,96} = 30,12 \text{ menit}$$

- Waktu tempuh isi

$$T_2 = \frac{7,5 \times 60}{20} = 22,5 \text{ menit}$$
- Waktu tempuh kosong

$$T_3 = \frac{7,5 \times 60}{30} = 15 \text{ menit}$$
- Waktu buang

$$T_4 = 5 \text{ menit (waktu yang diperlukan untuk menuangkan } 5 \text{ m}^3 \text{ beton basah ke dalam area } \textit{pile cap})$$
- Waktu siklus = waktu muat + waktu tempuh isi + waktu tempuh kosong + waktu buang
- Waktu siklus (menit) = (30,12+22,5+15 +5)
- Waktu siklus = 72,62 menit
- Produktivitas alat:

$$Q = \frac{q \times 60}{T_s} \times E$$

$$Q = \frac{q \times 60}{T_s} \times Fa$$

$$Q = \frac{5 \times 60}{72,62} \times 0,83$$

$$Q = 3,428 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah didapatkan produktivitas m³/jam dikonversikan berdasarkan pada jam kerja efektif sehingga menjadi produktivitas m³/hari, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Q = 3,428 \text{ m}^3/\text{jam} \times \text{jam kerja efektif/hari}$$

$$Q = 3,428 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari}$$

$$Q = 24,001 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dari hasil perhitungan produktivitas yang telah didapatkan, selanjutnya adalah perhitungan kebutuhan waktu untuk *concrete mixer truck* menyelesaikan pekerjaan dengan mengacu pada alat yang digunakan yaitu 2 unit. Perhitungan sebagai berikut:

- Pengecoran lantai kerja:

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produktivitas}}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{31,072 \text{ m}^3}{24,001 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = 0,6 = 1 \text{ hari}$$

- Pengecoran struktur pile cap:

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produktivitas}}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = \frac{376,00 \text{ m}^3}{24,001 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2}$$

$$\text{Waktu yang dibutuhkan} = 7,8 = 8 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa untuk menyelesaikan volume pengecoran lantai kerja pile cap dengan volume 31,072 m³ dengan menggunakan 2 unit alat *concrete mixer truck* dibutuhkan waktu yaitu 1 hari dan untuk menyelesaikan volume pengecoran struktur pile cap dengan volume 376,00 m³ dengan menggunakan 2 unit alat *concrete mixer truck* dibutuhkan waktu yaitu 8 hari dengan nilai produktivitas 24,001 m³/hari.

Hasil perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan pile cap proyek pembangunan *flyover* Mranggen – Godong adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pekerjaan Pile Cap

Item Pekerjaan	Alat Berat yang Digunakan	Hasil Produktivitas	Durasi Waktu Kerja (hari)	Jumlah Alat (buah)
Galian Struktur Pile Cap	<i>Excavator</i>	105,659 m ³ /jam 739,615 m ³ /hari	1	2
	<i>Dump Truck</i>	12,809 m ³ /jam 89,663 m ³ /hari	1	6
Pengecoran Lean Concrete	<i>Concrete Mixer Truck</i>	3,428 m ³ /jam 24,001 m ³ /hari	1	2

Item Pekerjaan	Alat Berat yang Digunakan	Hasil Produktivitas	Durasi Waktu Kerja (hari)	Jumlah Alat (buah)
Pembesian	<i>Bar Cutter</i>	1.256,95 kg/jam 8.798,66 kg/hari	21	2
	<i>Bar Bender</i>	925,24 kg/jam 6.665,65 kg/hari	21	3
Pengecoran Struktur Pile Cap	<i>Concrete Mixer Truck</i>	3,428 m ³ /jam 24,001 m ³ /hari	8	2

Sumber: Perhitungan Data

4. KESIMPULAN

Alat berat yang digunakan pada pelaksanaan pekerjaan pile cap dan abutment yaitu excavator type PC 200 (133 HP), dump truck type Mitsubishi 10 m³, bar cutter (3 HP), bar bender (3 HP), dan concrete mixer truck (220 HP). Produktivitas alat berat pekerjaan pile cap dan abutment yang dihasilkan dari analisa perhitungan adalah produktivitas excavator adalah 739,615 m³/hari dengan total volume penggalian pile cap adalah 610,126 m³ waktu yang dibutuhkan 1 hari, dump truck produktivitas adalah 96,149 m³/hari dengan total volume total 610,126 m³ waktu yang dibutuhkan 1 hari, bar cutter produktivitas adalah 8.798,66 kg/hari dengan volume total adalah 368.078,64 kg waktu yang dibutuhkan 21 hari, bar bender produktivitas adalah 6.665,65 kg/jam dengan volume total 368.078,64 kg waktu yang dibutuhkan 21 hari, concrete mixer truck produktivitas adalah 24,001 m³/hari dengan volume total pengecoran lantai kerja 31,072 m³ waktu yang dibutuhkan 1 hari, volume total pengecoran struktur pile cap 376,00 m³ waktu yang dibutuhkan 8 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga. (2023). Analisis Harga Satuan Pekerjaan. Semarang: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- Dharmawan, H., Imam. (2020). Analisis Produktivitas Pekerjaan Pembesian Kolom. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta
- Febrianti, D. dan Zakia. (2018). Analisis Produktivitas dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator pada Pekerjaan Galian Tanah. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar: Aceh.
- Hadi, S. (2018). Alat Berat dan PTM. Yogyakarta: Poliban Press.
- Kare, R., R., V., Tisano T., A., & Grace Y., M. (2022). Metode Pelaksanaan Konstruksi abutment pada Jembatan Sosongian Tumpaan. Jurnal Teknik Sipil, 20(82),1091-1093.
- Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat. (2023). Permen PUPR N0.8/PRT/M/2023. Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.
- Mahmudah, N. (2019). Teknik Jalan Raya. Yogyakarta: Lembaga Penelitian, Publikasi dan Pengabdian Masyarakat (LP3M).
- Muis. (2017). Analisis Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat pada Proyek Peningkatan Jalan Kabupaten Paket IV Ruas Pemepek-Repok Pidandang, Lombok Tengah. Jurnal Teknik Sipil, Universitas Mataram: Mataram.
- Nugraha, S. A. (2020). Analisis Produktivitas Excavator dan Dump truck. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia: Yogyakarta.
- Nursin, A., Fajar S., dan Nunung M. (2020). Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. Depok: PNJ Press.
- Prayogo, D., Muhammad F., K., & Sutikno. (2020). Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile dan Pile Cap STA 33+531 Proyek Jalan Tol Jakarta Outer Ring Road Cimanggis – Cibitung Seksi II. Seminar Nasional Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. 138-148.
- Rani, Hafnidar A. (2016). Manajemen Proyek Konstruksi. Yogyakarta: Deepublish.
- Riyanti, I. Y., & Michella, Beatrix. (2024). Analisa Produktivitas Alat Berat Proyek Jalan dan Jembatan Frontage Waru – Buduran (LJT) Sidoarjo. Jurnal Teknik Sipil. 16(1), 93.
- Santoso, A., Priyo. (2022). Analisis Perhitungan Waktu dan Biaya Pekerjaan Galian. Jurnal Teknik Sipil, 15(1), 14-21.

Sokop, R. M., Tisano T. Arsjad, dan Grace Malingkas. (2018). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. Jurnal Teknik Sipil, 16(70), 1-6.