

ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PROYEK JALAN DAN JEMBATAN FRONTAGE ROAD WARU – BUDURAN (LJT), SIDOARJO

Intan Yuli Riyanti¹, Michella Beatrix²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No. 45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

¹E-mail: intanyuli33@gmail.com

²E-mail: michella@untag-sby.ac.id

Abstract - The development of the construction world has resulted in the increasing need for heavy equipment in construction projects. The procurement of heavy equipment itself requires costs that are not cheap. The selection of the right heavy equipment has a huge influence on the efficiency of construction work. To determine the level of efficiency of heavy equipment, heavy equipment productivity is needed. Productivity is used as a guideline in determining the duration of each job and the cost of renting the necessary tools.

In the Waru – Buduran (LJT) Frontage Road and Bridge Construction project with a project length of 3.1 km consisting of 2.5 km using channels and 0.6 km without channels. The study aims to analyze the productivity of Excavator and Dump Truck heavy equipment on the Waru – Buduran (LJT) Road and Bridge Frontage Road and Bridge Project, Sidoarjo and analyze the number of Excavator and Dump Truck heavy equipment against time and cost.

The results obtained in this study are for excavator heavy equipment production per cycle of 0.63 m³, cycle time 39 seconds, production capacity per day 321,009 m³, working hours needed 38 days, excavators needed 4 units and costs needed Rp Rp 379,440,000. For dump truck heavy equipment the number of cycles is 12 times, the time per cycle is 14 minutes, the production per cycle is 8,820 m³, the production per hour is 26,082 m³/hour, the number of dump trucks required is 2 units. The cost required is IDR 76,456,000.

Keywords: Machine productivity analysis, Excavator productivity, Dump truck productivity, Cost, Time

Abstrak — Perkembangan dunia konstruksi mengakibatkan semakin tingginya kebutuhan alat berat pada proyek konstruksi. Pengadaan alat berat sendiri membutuhkan biaya yang tidak murah. Pemilihan alat berat yang tepat memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap efisiensi pekerjaan konstruksi. Untuk mengetahui tingkat efisiensi alat berat maka diperlukan produktivitas alat berat. Produktivitas berfungsi sebagai pedoman untuk menentukan durasi pelaksanaan setiap tugas dan biaya sewa peralatan yang diperlukan.

Pada proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru – Buduran (LJT) dengan panjang proyek 3,1 Km yang terdiri dari 2,5 km menggunakan saluran serta 0,6 km tanpa saluran. Penelitian bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat berat *Excavator* dan *Dump Truck* pada Proyek Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru – Buduran (LJT), Sidoarjo dan menganalisis jumlah alat berat *Excavator* dan *Dump Truck* terhadap waktu dan biaya.

Hasil yang didapat pada penelitian ini yaitu untuk alat berat *excavator* produksi per siklus 0,63 m³, waktu siklus 39 detik, kapasitas produksi per hari 321,009 m³, jam kerja yang dibutuhkan 38 hari, *excavator* yang dibutuhkan 4 unit dan biaya yang dibutuhkan Rp Rp 379.440.000. Untuk alat berat *dump truck* jumlah siklus 12 kali, waktu per siklus 14 menit, produksi per siklus 8.820 m³, produksi per jam 26,082 m³/jam, jumlah *dump truck* yang dibutuhkan 2 unit. Biaya yang dibutuhkan Rp 76.456.000.

Kata kunci: Analisis produktivitas alat berat, Produktivitas excavator, Produktivitas dump truck, Biaya, Waktu

I. PENDAHULUAN

Pembangunan yang semakin merata ke berbagai wilayah di Indonesia sebagai bukti dari program pemerintah untuk menghadirkan pemerataan ekonomi yang berkeadilan bagi seluruh rakyat Indonesia. Disahkannya Undang – Undang Nomor 2 Tahun 2022 Republik Indonesia tentang perubahan kedua atas Undang – Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang prasarana jalan sebagai salah satu penopang utama kesejahteraan umum dan sebagai prasarana dasar dalam pelayanan publik dan pelayanan public. pemanfaatan sumber daya ekonomi yang menjadi bagian dari sistem transportasi nasional, Pendekatan pembangunan daerah untuk mencapai konektivitas. Keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar pusat kegiatan dalam suatu perekonomian nasional (*Kementrian pekerjaan umum dan perumahan rakyat, 2023*). Perkembangan dunia konstruksi mengakibatkan semakin tingginya kebutuhan alat berat pada proyek konstruksi. Alat berat merupakan sumber daya utama yang dibutuhkan pada suatu proyek konstruksi. Penggunaan alat - alat berat sangat diperlukan untuk melaksanakan proyek konstruksi dengan cepat dan menyelesaikannya sesuai tujuan yang ditentukan. Namun pengadaan alat berat sendiri tidaklah murah. Sehingga, pemilihan alat berat yang tepat berdampak besar terhadap efisiensi operasional konstruksi. Untuk mengetahui tingkat efisiensi alat berat maka diperlukan produktivitas alat berat tersebut. Produktivitas berfungsi sebagai pedoman untuk menentukan durasi tugas dan biaya sewa peralatan yang diperlukan. Alat berat dikatakan produktif apabila tetap bekerja pada jam kerja sesuai fungsi dan peruntukannya Pemilihan alat berat yang akan digunakan merupakan faktor yang sangat penting dalam keberhasilan suatu proyek. Agar proyek dapat berjalan dengan lancar, alat berat yang digunakan harus sesuai. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan manajemen pelaksanaan proyek menjadi tidak tercapai, dengan demikian keterlambatan penyelesaian proyek dapat terjadi yang menyebabkan biaya membengkak. Produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya yang lebih besar. Maka dari itu sangat penting dan diperlukan manajemen alat berat. Pekerjaan tanah dalam suatu proyek jalan

merupakan salah satu kunci utama. Pada penelitian ini terfokus kepada alat berat Excavator dan Dump truck karena kedua alat berat tersebut yang paling dominan digunakan di lapangan. Menurut pengamatan di lapangan, proyek telah berjalan dengan baik namun ada beberapa alat berat yang menganggur dan menunggu alat berat yang lain selesai bekerja, karena pekerjaan yang dilakukan di lapangan berkesinambungan. Karena adanya idle pada alat berat akan mengakibatkan membengkaknya biaya produksi. Selain dari sisi penyewaan alat berat juga dari biaya upah operator alat berat itu sendiri. Selain itu adanya alat berat yang menganggur akan mempengaruhi alat berat selanjutnya. Sehingga perlu adanya suatu analisis produktivitas alat berat agar tidak akan ada lagi alat berat yang menganggur (*idle*). Pada proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru – Buduran (LJT) dengan panjang proyek 3,1 Km yang terdiri dari 2,5 km menggunakan saluran serta 0,6 km tanpa saluran. Dengan demikian pemilihan alat berat harus dilakukan dengan cermat dan tepat agar efektivitas penggunaan alat berat yang optimal dengan biaya yang minimal dan waktu yang dapat dicapai sesuai dengan nilai produktivitas alat berat tersebut. Untuk itu penulis mengambil judul “Analisis Produktivitas Alat Berat Excavator dan Dump Truck pada Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru – Buduran (LJT), Sidoarjo.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Produktivitas merupakan hasil yang dicapai berupa barang jasa konstruksi per unit dari suatu input tenaga kerja. Devinisi tersebut seperti mengabaikan kontribusi teknologi dan penanaman modal dalam penentuan produktivitas. Dalam industri konstruksi yang besar telah menunjukkan bahwa penggunaan alat berat secara produktif dapat meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya produksi sekaligus mengatasi kebutuhan tenaga kerja dan material yang terus meningkat. dalam menyiasati tenaga kerja dan bahan yang terus meningkat. Dengan demikian, semakin meningkatnya pertumbuhan teknologi dan penemuan inovasi – inovasi baru dalam proses pembangunan industri akan memiliki dampak yang signifikan terhadap produktivitas konstruksi pada masa yang akan datang. (Santoni Bejasekto,2020)

2.1 Analisis Produktivitas Alat Berat *Excavator*

Excavator adalah alat berat dari salah satu jenis alat penggali. Alat ini dirancang khusus untuk menggali material yang berada di bawah permukaan tanah atau dibawah lokasi pemasangan alat, seperti menggali gorong-gorong, menggali material tambang, dan lain-lain. Keunggulan alat ekskavator dibandingkan alat galian jenis lainnya adalah alat ini dapat menggali dan melakukan penggalian. Jenis excavator dibedakan dalam beberapa cara berdasarkan peralatan kontrol dan penggerakannya. Ada dua jenis perangkat kontrol: tipe kabel dan tipe hidrolik. Lalu untuk alat penggerakannya dapat digunakan crawler mounted dan roda karet (wheel mounted) (Suryadharma, 1998)(Setiawan et al.). Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi, 1982)

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{C_m} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

- Q = Produksi per jam (m³/jam)
- q = Produksi per siklus (m³)
- E = Efisiensi kerja
- C_m = waktu siklus dalam menit

Sedangkan kapasitas *bucket excavator* dapat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1982) :

Rumus kapasitas *bucket*

$$q = q' \times K \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat
 - K = faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah
- Untuk menentukan faktor *bucket* diperlukan data yang sesuai dengan napa yang dikerjakan *excavator* dilapangan. Dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 1 Faktor *Bucket Excavator*

| Kondisi Pemuatan | | Faktor |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Mudah | Karena timbunan dan material yang dikeruk oleh ekskavator lain digali dan dimuat, tidak diperlukan tenaga penggalian dan bucket dapat dimuat secara tegak. Pasir, tanah berpasir, tanah koloid dengan kadar air sedang. | 0.8 – 1.0 |

| | | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Sedang | Gali tiang pancang yang lepas dari tanah dan masukkan ke dalamnya. Penggalian dan penggalian sulit dilakukan, tetapi pemuatan lebih jarang. Pasir kering, tanah berpasir, tanah liat campuran, kerikil (kerikil) tanpa filter, pasir padat, dll. | 0.6 – 0.8 |
| Agak Sulit | Sulit untuk mengisi galian ke dalam ember. Menggali dan memuat kerikil, tanah liat keras, pasir bercampur kerikil, tanah berpasir, tanah liat koloidal, dan tanah liat dengan kadar air tinggi yang disimpan bersama excavator lainnya. | 0.5 – 0.6 |
| Sulit | Penggalian batu-batu besar yang bentuk dan ruangnya tidak beraturan, seperti batu pecah, batu bulat, pasir bercampur batu bulat, tanah berpasir, tanah bercampur tanah liat, dan tanah liat yang sulit diangkat dengan ember. | 0.4 – 0.5 |

Sumber : Andi Maddeppungeng, 2012

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1982) :

$$C_m = \text{Waktu gali} + \text{Waktu putar} \times 2 + \text{Waktu buang} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan waktu gali/muat, besarnya dipengaruhi oleh kondisi galian dan kedalaman maksimum galian. Waktu gali *excavator* dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 2 Waktu Gali *Excavator*

| Kedalaman | Kondisi Galian | | | |
|-----------|----------------|-----------|------------|--------|
| | Ringan | Rata-rata | Agak sulit | Sulit |
| 0 – 2 m | 6 dtk | 9 dtk | 15 dtk | 26 dtk |
| 2 – 4 m | 7 dtk | 11 dtk | 17 dtk | 28 dtk |
| 4 m | 5 dtk | 13 dtk | 19 dtk | 30 dtk |

Sumber : Blessing Billy Kalengkongan, 2020

Waktu putar dipengaruhi oleh sudut dan kecepatan putar, menggunakan tabel berikut :

Tabel 2. 3 Waktu Putar Excavator

| Sudut Putar | Waktu Putar |
|-------------|-------------|
| 45° - 90° | 4 – 7 dtk |
| 90° - 180° | 5 – 8 dtk |

Sumber : Blessing Billy Kalengkongan, 2020

Waktu buang tergantung pada kondisi pembuangan,

- a. Dalam *Dump Truck* = 5 – 8 detik
- b. Ketempat pembuangan= 3 – 6 detik

2.2 Analisis Produktivitas Alat Berat *Dump Truck*

Dump Truck merupakan alat berat atau kendaraan yang dibuat khusus sebagai alat angkut karena kelebihanannya dalam kecepatan, kapasitas, dan fleksibilitasnya. *Dump truck* luwes dan mudah di koordinasi dengan alat – alat lain seperti alat gali dan pemuat. Pemilihan *dumpt truk* harus mempertimbangkan kemampuan alat gali dan alat pemuatnya agar tidak ada alat yang menganggur dan mempertimbangkan kerugiannya. (Santoni Bajesekto,2020)

Fungsi *dump truck* sendiri ada tiga, yaitu :

- 1. *Side dump truck* (penumpahan kesamping)
- 2. *Rear dump truck* (penumpahan kebelakang)
- 3. *Rear and Side dump truck* (penumpahan kebelakang dan kesamping)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan *dump truck*, yaitu :

1. *Dump Truck* Kecil

Keuntungan :

- a. meningkatkan kelincahan dalam penggunaan
- b. lebih mudah digunakan
- c. meningkatkan fleksibilitas angkutan lokal
- d. Meneliti rute yang mudah untuk bepergian
- e. Jika salah satu *dump truck* unit transportasi rusak, produksi tidak terpengaruh.

- f. Pemeliharaan lebih mudah dilaksanakan

Kerugian :

- a. Karena banyaknya *dump truck*, maka lebih banyak waktu yang terbuang, terutama pada saat pemuatan.
- b. *Ekskavator* lebih sulit untuk memuat karena ukurannya yang kecil
- c. Diperlukan tambahan pengemudi
- d. Meningkatnya biaya pemeliharaan karena bertambahnya jumlah *dump truck* dan bertambahnya staf pemeliharaan.
- e.

2. *Dump Truck* Besar

Keuntungan :

- a. Untuk jumlah pekerjaan yang sama dengan *dump truck* kecil, jumlah *dump truck* besar akan berkurang
- b. Pengemudi yang dibutuhkan lebih sedikit
- c. Ideal untuk transportasi jarak jauh

Kerugian :

- a. Pengerjaan jalan harus diperhatikan karena berat *dump truck* relatif cepat merusak jalan
- b. Ukurannya yang besar membuat mereka sulit untuk dimanipulasi
- c. Produksi akan sangat berkurang bila salah satu *dump truck* tidak bekerja
- d. Apabila salah satu *dump truck* tidak berfungsi maka produksi akan berkurang secara signifikan.

Untuk menghitung produksi *dump truck* dapat dihitung menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1982) berikut :

$$Q = \frac{C \times 3600 \times E}{Cm} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- Q = Produksi per jam (m³/jam)
- C = Kapasitas rata – rata *dump truck* (m³)
- E = Efisien kerja
- Cm = waktu siklus dalam detik

Waktu siklus dapat dihitung menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1982) berikut :

$$C_m = n \times C_{ms} + \frac{D}{v_1} + \frac{D}{v_2} + t_1 + t_2 \dots\dots(2.5)$$

$$n = \frac{c}{q' \times k} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

- n = jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat truck
- c = Kapasitas rata – rata dump truck (m³)
- q' = Kapasitas bucke pemuat (excavator, menit) (m³)
- k = Faktor bucket pemuat
- C_{ms} = Waktu siklus pemuat (excavator, menit)
- D = Jarak angkat Dump truck (m)
- V₁ = Kecepatan rata – rata dump truck bermuatan (m/menit)
- V₂ = Kecepatan rata – rata dump truck kosong (m/menit)
- t₁ = Waktu buang, standby sampai pembuangan mulai (menit)
- t₂ = Waktu untuk posisi pengisian dan pemuatan mulai mengisi (menit)

waktu bongkar muat dan waktu tunggu dump truck dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2. 4 Waktu bongkar muat t1

| Kondisi Operasi Kerja | Baik | Sedang | Kurang |
|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Waktu buang (Menit) | 0.5 – 0.7 | 1.0 – 1.3 | 1.5 – 2.0 |

Sumber : Blessing Billy Kalengkongan, 2020

Tabel 2. 5 Waktu tunggu dan tunda t2

| Kondisi Operasi Kerja | Baik | Sedang | Kurang |
|-----------------------|------|--------|--------|
| | | | |

| Waktu buang (Menit) | 0.1 – 0.2 | 0.25 – 0.35 | 0.4 – 0.5 |
|---------------------|-----------|-------------|-----------|
| | | | |

Sumber : Blessing Billy Kalengkongan, 2020

Dalam hal ini harus diatur jenis dan jumlah alat berat yang dipakai sedemikian sehingga diperoleh efisiensi dan efektifitas yang tinggi. Hal pokok yang harus dipertimbangkan dan diketahui adalah :

1. Kapasitas alat berat sesuai dengan volume pekerjaan
2. Kapasitas alat berat susai dengan alat lain (karena berkesinambungan)
3. Sedapat mungkin menghindari ada satu atau lebih alat yang menganggur karena harus menunggu
4. Jika terpaksa harus menganggur, diusahakan alat berat yang paling murah biayanya atau alat yang multi fungsi sehingga dapat mengerjakan pekerjaan lain
5. Alat yang paling berpengaruh terhadap alat lain dalam team.
6. Produksi / kapasitas tiap jenis alat

Secara umum jumlah alat berat dihitung dengan persamaan (Rochmanhadi, 1982) berikut :

$$\frac{\text{Produksi alat berat yang paling berpengaruh}}{\text{Produksi dicari}} \dots\dots\dots(2.7)$$

2.3 Biaya Operasional

Biaya operasional adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan sistem, yaitu biaya yang dikeluarkan pada saat menggunakan sistem. Biaya operasional tersebut meliputi oli pemanas, oli pelumas atau hidrolik, penggantian ban, perawatan, penggantian suku cadang khusus seperti busi mesin excavator, dan gaji operator (Suryadharma, 1998).

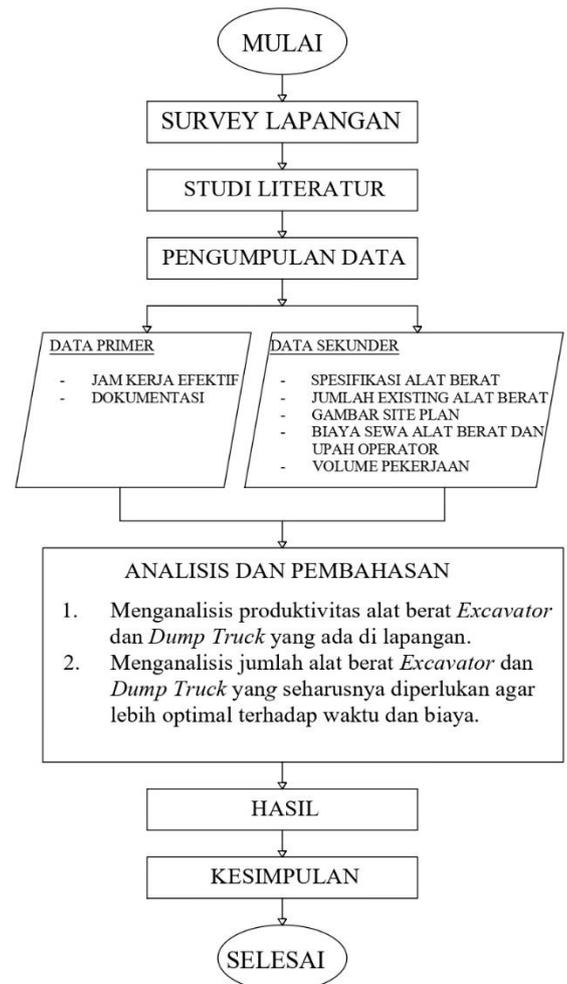
1. Bahan Bakar Konsumsi bahan bakar bervariasi tergantung pada kinerja alat berat dan medan. Produsen peralatan biasanya memberikan perkiraan konsumsi bahan bakar dalam liter per jam atau galon per jam, bergantung pada spesifikasi peralatan
2. Minyak Pelumas

Kebutuhan pelumas dan oli hidrolik berbeda-beda tergantung pada ukuran bak mesin dan lamanya waktu antar penggantian pelumas. Interval penggantian oli pelumas biasanya 100 hingga 200 jam pengoperasian. Tergantung pada kondisi area kerja, pabrik biasanya mengutip dalam liter per jam atau galon per jam. Kondisi medan dibagi menjadi tiga kategori :

- a. Ringan : gerakan teratur, banyak istirahat, tidak membawa beban penuh.
 - b. Sedang : operasi normal, bukan beban penuh.
 - c. Berat : Beroperasi terus menerus pada tenaga mesin maksimum.
3. Biaya Perbaikan/Pemeliharaan
Untuk menjaga kondisi peralatan dan tetap berfungsi dengan baik, diperlukan biaya perbaikan dan pemeliharaan seperti penggantian dengan suku cadang baru. Biasanya, untuk perbaikan, pabrik merekomendasikan harga berdasarkan penggunaan.
 4. Gaji Operator
Untuk menentukan gaji seorang operator, Anda harus mempertimbangkan keterampilan profesional dan pengalaman kerja operator itu sendiri.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



Gambar 3. 1 Diagram Alir

Sumber : Olahan Penulis, 2023

3.2 Survey Lapangan

Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Frontade Road Waru – Buduran (LJT) yang berada di Kabupaten Sidoarjo. Penulis telah melakukan *survey* lapangan pada bulan Februari 2023. Menurut pengamatan di lapangan, proyek telah berjalan dengan baik namun ada beberapa alat berat yang menganggur dan menunggu alat berat yang lain selesai bekerja, karena pekerjaan yang dilakukan di lapangan berkesinambungan.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Tabel 4. 1 Volume Galian dan Timbunan

| STA | | | Volume Galian (m ³) | Volume Timbunan (m ³) |
|--------------|---|-------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 4+600 | - | 5+875 | 3096,706 | 2940,605 |
| 6+050 | - | 7+175 | 3664,547 | 2398,989 |
| Total | | | 6.761,253 | 5.339,594 |

Sumber : PT. Jaya Etika Teknik, 2023

4.2 Perhitungan Produktivitas Excavator

Berikut analisa *excavator*

- Jenis alat : Sumitomo SH210
- Volume *Bucket* (ql) : 0,9 m³
- Kondisi alat : Baik
- Kondisi operator : Baik
- Faktor *Bucket* (K) : 0,7
- Faktor Efisiensi Kerja (E): 0,69
- Waktu gali : 9 detik
- Waktu buang : 14 detik
- Waktu putar : 8 detik

a. Produksi per siklus

Produksi per siklus yaitu banyaknya volume produk yang dapat dibawa oleh oleh *bucket excavator* dalam satu siklus. Produksi per siklus dilambangkan dengan (q)

$$q = ql \times k$$

$$q = 0,9 \text{ m}^3 \times 0,70 = \mathbf{0,63 \text{ m}^3}$$

b. Waktu siklus

Waktu siklus yaitu total waktu yang diperlukan dalam satu siklus. Waktu siklus didapat dari jumlah waktu gali, waktu putar dikali dua, dan waktu buang. Waktu siklus dilambangkan (Cm) dengan satuan detik.

$$Cm = \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang}$$

$$Cm = 9 \text{ detik} + (8 \text{ detik} \times 2) + 14 \text{ detik} = \mathbf{39 \text{ detik}}$$

c. Kapasitas produksi per jam

Kapasitas produksi per jam yaitu banyaknya produk yang dapat dikerjakan dalam satu jam. Kapasitas produksi per jam dapat ditentukan dengan hasil dari produksi per siklus dikali banyaknya detik dalam satu jam dikali faktor efisiensi kerja dan dibagi dengan waktu siklus. Kapasitas produksi per jam dilambangkan dengan (Q) dan dengan satuan m³/jam

$$1 \text{ jam} = 3600 \text{ detik}$$

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

$$Q = \frac{0,63 \times 3600 \times 0,69}{39}$$

$$Q = \mathbf{40,126 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

d. Produksi galian per hari

Produksi galian per hari yaitu banyaknya produk galian dan timbunan yang dapat dikerjakan dalam satu hari kerja. 1 hari kerja yaitu 8 jam. Produksi galian per hari dapat dihitung dengan banyaknya produktivitas per jam dikali jumlah jam kerja dalam satu hari.

$$1 \text{ hari} = 8 \text{ jam kerja}$$

$$\text{Produktivitas per jam} \times \text{jam kerja}$$

$$40,126 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = \mathbf{321,009 \text{ m}^3}$$

e. Jam kerja yang dibutuhkan

Jam kerja yang dibutuhkan yaitu banyaknya waktu kerja yang dibutuhkan untuk mengerjakan semua produktivitas alat berat *excavator*. Jam kerja yang dibutuhkan dapat dihitung dengan volume tanah yang digali ditambah volume tanah yang ditimbun dibagi dengan produktivitas per jam

$$\frac{\text{Volume tanah yang digali} + \text{Volume tanah yang ditimbun}}{\text{Produktivitas per jam}}$$

$$\frac{6.761,253 \text{ m}^3 + 5.339,594 \text{ m}^3}{40,126 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 301,571 \text{ jam}$$

$$= 301,571 \text{ jam} / 8 \text{ jam (waktu kerja dalam 1 hari)}$$

$$= 37,70 \text{ Hari} = 38 \text{ Hari}$$

f. Waktu kerja yang tersedia

Waktu kerja yang tersedia yaitu banyaknya waktu kerja yang tersedia untuk pekerjaan galian dan timbunan dikali jam kerja :

Pekerjaan galian dan timbunan x jam kerja

$$12 \text{ hari} \times 8 \text{ jam}$$

$$= 96 \text{ jam}$$

g. Excavator yang dibutuhkan

Excavator yang dibutuhkan dapat dihitung dengan jam kerja yang dibutuhkan dibagi dengan jam kerja yang tersedia

$$\frac{\text{Jam kerja}}{\text{Waktu kerja}}$$

$$\frac{301,571 \text{ jam}}{96 \text{ jam}}$$

$$= 3,14 \text{ Unit} = 4 \text{ Unit}$$

h. Site output per hari

Site output perhari yaitu banyaknya pekerjaan yang dapat diproduksi dalam 1 hari kerja atau 8 jam kerja. Site output perhari dapat dihitung dengan

Excavator yang dibutuhkan x produksi galian per hari

$$4 \text{ unit} \times 321,009 \text{ m}^3$$

$$= 1.284,036 \text{ m}^3$$

4.3 Perhitungan Produktivitas *Dump Truck*

Berikut Analisa *Dump truck* :

- Kapasitas rata – rata *Dump truck* (c) = 8,8 m³
- Kapasitas *bucket excavator* per siklus (q) = 0,63 m³
- Waktu per siklus *excavator* (Cm) = 39 detik
- Factor *bucket excavator* (K = 0,7
- Jarak angkat *dump truck* (D)= 800 m
- Kecepatan rata – rata *Dump truck* bermuatan (V1) = 40 km/jam
- Kecepatan rata – rata *Dump truck* kosong (V2) = 60 km/jam
- Waktu buang, tunggu sampai pembuangan mulai (t1) = 0,7 menit
- Waktu pengisian dan *excavator* mulai mengisi (t2) = 0,2 menit
- Kondisi alat = baik
- Kondisi operator = baik

a. Jumlah siklus

Jumlah siklus yaitu banyaknya siklus yang dibutuhkan pemuat (*excavator*) untuk memuat material ke *Dump truck*. jumlah siklus dapat diketahui dengan kapasitas rata – rata *dump truck* dibagi dengan kapasitas *bucket excavator* dikali dengan factor *bucket excavator*

$$n = \frac{c}{q \times k}$$

$$n = \frac{8,8 \text{ m}^3}{0,63 \times 0,7}$$

$$n = 19,955 = 20 \text{ kali}$$

b. Waktu per siklus

Waktu per siklus yaitu banyaknya waktu yang diperlukan dalam satu kali proses produksi. Waktu siklus dilambangkan dengan Cm dan dengan satuan detik. Berikut cara untuk menghitung waktu per siklus *dump truck*

$$Cm = n \times Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V2} + t1 + t2$$

$$Cm = 20 \times 39 \text{ detik} + \frac{8 \text{ m}}{4000 \text{ m/jam}} +$$

$$\frac{8 \text{ m}}{6000 \text{ m/jam}} + 0,7 \text{ mnt} + 0,2 \text{ mnt}$$

$$Cm = 20 \times 39 \text{ detik} + \frac{8 \text{ m}}{4000 \times 3600 \text{ m/dtk}} +$$

$$\frac{8 \text{ m}}{4000 \times 3600 \text{ m/mnt}} + 0,7 \times 60 \text{ dtk} + 0,2 \times 60 \text{ dtk}$$

$$C_m = 834 \text{ detik} = 834 / 60 \text{ untuk per menit} \\ = 13,9 \text{ menit} = 14 \text{ menit}$$

c. Produksi per siklus

Produksi per siklus dengan lambing C dan satuan m³. Produksi per siklus yaitu banyaknya produk yang dihasilkan dalam satu waktu. Produksi per siklus dapat dihitung dengan jumlah siklus dikali kapasitas bucket *excavator* dikali factor bucket *excavator*

$$C = n \times q \times K \\ C = 20 \text{ kali} \times 0,63 \text{ m}^3 \times 0,7 \\ C = 8,820 \text{ m}^3$$

d. Produksi per jam

Produksi per jam yaitu banyaknya produksi yang didapat dalam satu jam. Produksi per jam dilambangkan dengan (Q) dan dengan satuan m³/jam.

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{C_m} \\ Q = \frac{8,820 \text{ m}^3 \times 60 \times 0,69}{14} \\ Q = 26,082 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Alat yang digunakan untuk pengisian tanah ke *dump truck* yaitu *excavator*, sehingga jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah *excavator*.

$$\text{Jumlah } dump \text{ truck} = \frac{\text{produksi } excavator}{\text{produksi } dump \text{ truck}} \\ \text{Jumlah } dump \text{ truck} = \frac{40,126 \text{ m}^3/\text{jam}}{26,082 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ \text{Jumlah } dump \text{ truck} = 1,538 = 2 \text{ unit}$$

4.4 Perhitungan Biaya Excavator

Sesuai dengan tabel 2.6 Tabel biaya sewa alat berat dan upah operator, maka untuk alat berat *excavator* SH210 diketahui upah operator Rp 250.000 /hari, Biaya sewa alat Rp 160.000 /jam, serta BBM yang dibutuhkan Rp 940.000 /hari untuk jam kerja 8 jam per hari. Maka kebutuhan biaya alat berat *excavator* dapat dihitung

$$\text{Total Biaya per hari} = \text{Jumlah} \\ \text{Excavator} \times (\text{Biaya sewa} + \text{BBM} + \text{Upah} \\ \text{Operator})$$

$$= 4 \times ((\text{Rp } 160.000 \times 8 \text{ jam}) + \text{Rp} \\ 940.000 + \text{Rp } 250.000) \\ = 4 \times \text{Rp } 2.470.000 \\ = \text{Rp } 9.880.000$$

$$\text{Mobilisasi alat} = \text{Jumlah alat} \\ \text{berat} \times \text{biaya mobilitas}$$

$$= 4 \times \text{Rp } 1.000.000 \\ = \text{Rp } 4.000.000$$

$$\text{Waktu sewa alat berat } excavator = \\ 38 \text{ hari}$$

$$\text{Total biaya } excavator = (\text{Total} \\ \text{biaya per hari} \times \text{waktu sewa alat}) + \\ \text{mobilitas alat} \\ = (\text{Rp } 9.880.000 \times 38) + \text{Rp } 4.000.000 \\ = \text{Rp } 375.440.000 + \text{Rp } 4.000.000 \\ = \text{Rp } 379.440.000$$

Jadi, biaya alat berat *excavator* yang dibutuhkan dalam proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru – Buduran (LJT) sebesar **Rp 379.440.000**

4.5 Perhitungan Biaya Dump Truck

$$\text{Total Biaya per hari} = \text{Jumlah } Dump \\ \text{Truck} \times (\text{Biaya sewa} + \text{BBM} + \text{Upah} \\ \text{Operator})$$

$$= 2 \times ((\text{Rp } 72.000 \times 8 \text{ jam}) + \text{Rp } 200.000 \\ + \text{Rp } 230.000) \\ = 2 \times \text{Rp } 1.006.000 \\ = \text{Rp } 2.012.000 / \text{hari}$$

$$\text{Mobilisasi alat} = \text{Rp } 1.000.000 \times 2 \\ \circ = \text{Rp } 2.000.000$$

$$\text{Waktu sewa alat berat } dump \text{ truck} \\ \text{menyesuaikan dengan waktu sewa} \\ \text{alat berat } excavator = 38 \text{ hari}$$

$$\text{Total biaya } dump \text{ truck} = (\text{Total} \\ \text{biaya per hari} \times \text{waktu sewa alat}) + \\ \text{mobilitas alat}$$

$$= (\text{Rp } 2.012.000 \times 38) + \text{Rp } 2.000.000$$

$$= \text{Rp } 76.456.000 + \text{Rp } 2.000.000$$

$$= \text{Rp } 78.456.000$$

Jadi, biaya alat berat *dump truck* yang dibutuhkan dalam proyek Pembangunan Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru – Buduran (LJT) sebesar **Rp 78.456.000**

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari analisis yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah pada penelitian ini.

Produktivitas alat berat *excavator* mampu memproduksi 40,126 m³/jam dan produksi per hari sebesar 321,009 m³. Sedangkan untuk alat berat *dump truck* mampu memproduksi 26,082 m³/jam.

Sesuai dengan hasil analisis produktivitas alat berat *excavator* dan *dump truck* yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa dengan volume pekerjaan galian dan timbunan 12.100,847 m³ dapat diselesaikan dalam 38 hari dengan menggunakan 4 unit *excavator* dan 2 unit *dump truck*. serta biaya yang dikeluarkan per hari untuk pekerjaan *excavator* sebesar Rp 9.880.000 dan biaya mobilitas yang diperlukan untuk 4 unit *excavator* sebesar Rp 4.000.000. sehingga total biaya untuk biaya *excavator* Rp 379.440.000. Biaya yang dibutuhkan untuk mobilitas *dump truck* sebesar Rp 2.000.000. dan biaya produktivitas *dump truck* per hari sebesar Rp 2.012.000. Sehingga total biaya yang dibutuhkan untuk biaya *dump truck* sebesar Rp 76.456.000.

5.2 Saran

Beberapa saran dapat disampaikan mengenai analisis produktivitas alat berat *excavator* dan *dump truck* pada Proyek Jalan dan Jembatan Frontage Road Waru – Buduran (LJT), Sidoarjo adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan alat berat harus sesuai dengan kebutuhan dan tidak sembarangan, karena setiap alat berat memiliki fungsi yang berbeda – beda.
2. Dari segi harga alat berat yang sangat tinggi, harus diperhitungkan antara menyewa alat berat atau pengadaan alat berat. Karena keduanya memiliki

resiko dan keuntungan sendiri – sendiri.

VI. Daftar pustaka

Analisis produktivitas alat berat pada jalan inspeksi opas indah (analysis of productivity needs for heavy equipment in the road of inspection opas indah).

Billy kalengkongan tisano tj arsjad, blessing, and jantje b. Mangare. “analisa perhitungan produktivitas alat berat pada pekerjaan pematangan lahan pembangunan tower sutet likupang-paniki.” *Jurnal sipil statik*, vol. 8, no. 1, 2020, pp. 99–106.

Fran ewal, onesimus, and muhammad indrayadi. *Analisa produktivitas alat berat pada pekerjaan peningkatan jalan simpang manis raya-sekujam timbai.*

Jalan, pekerjaan, and dan jembatan. *Diklat spesifikasi umum spesifikasi pekerjaan tanah 2016 modul 4 kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat b a d a n p e n g e m b a n g a n s u m b e r d a y a m a n u s i a.*

Maddeppungeng, andi, and dan yusep depyudin. “analisis produktivitas alat-alat berat studi kasus proyek pembangunan jalan antartika ii di kawasan industri krakatau steel, cilegon.” *Jurnal fondasi*, vol. 1, 2012.

Rudy sutanto, kelvin, and michael halmar kosasi. *Produktivitas alat berat pada pekerjaan galian gedung p1 p2 uk petra.*

Setiawati, dwi novi, and andi maddeppungeng. *Analisis produktivitas alat berat pada proyek pembangunan pabrik krakatau (dwi novi-andi) analisis produktivitas alat berat pada proyek pembangunan pabrik krakatau posco zone iv di cilegon.*

