

Evaluasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Proyek Pembangunan Red Fox Residence

Evaluation of Heavy Equipment for the Filing Work of the Red Fox Residence Project Construction

Happyza Rispa Musdalifah^{1,*}, Sapitri¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Riau, Jl. Kaharuddin Nasution No. 113, Pekanbaru, Indonesia

* Penulis korespondensi : happyza@student.uir.ac.id

Tel.: -

Diterima: April 14, 2022; Direvisi: Juli 15, 2022; Disetujui: Sept 20, 2022.

DOI: 10.25299/saintis.2022.vol22(02).25434

Abstrak

Pelaksanaan pekerjaan proyek Perumahan Red Fox Residence mengalami penambahan elevasi tanah yang mengakibatkan penambahan biaya pada pekerjaan timbunan. Luas awal area tanah perumahan yang akan ditimbun adalah 14.080m², namun setelah dilakukan pengukuran ketinggian jalan penghubung perumahan, ternyata elevasi tanah harus ditambah 0,21 m untuk mengimbangi ketinggian jalan. Terkait hal tersebut, kontraktor menghitung ulang biaya pekerjaan penimbunan dilokasi perumahan Red Fox Residence. Komposisi alat berat pada eksisting rencana kontraktor sebanyak 1 unit excavator, 5 unit dump truck, dan 1 unit bulldozer. Dengan nilai proyek sebesar Rp.479.370.912,27 pekerjaan tersebut dijadwalkan pelaksanaannya selama 25 hari yaitu dari tanggal 25 April 2021 sampai dengan 30 Mei. Terkait dengan adanya penambahan volume pekerjaan, maka tujuan penelitian ini menganalisis kebutuhan alat berat yang optimal dan berapa estimasi biaya yang dibutuhkan. Metode yang dilakukan adalah dengan pendekatan deskriptif dengan perhitungan alat berat yang diatur melalui Permen PUPR NO.28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman AHSP Bidang PU. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan alat berat yang direkomendasikan adalah sebanyak 1 unit excavator, 11 unit dump truck, dan 1 unit bulldozer. Pekerjaan penimbunan tersebut selama 14 hari, dengan biaya Rp.423.281.968,84. Selisih penyelesaian waktu lebih cepat 11 hari dari eksisting rencana dan selisih biaya sebanyak Rp56.088.943,43. Dengan demikian, pekerjaan yang direkomendasikan tersebut cocok dipakai dalam proyek timbunan pekerjaan penimbunan Perumahan Red Fox Residence.

Kata Kunci: alat berat, pekerjaan timbunan, excavator, dump truck, bulldozer

Abstract

The construction of the Perumahan Red Fox Residence project has experienced an increase in soil elevation which has resulted in additional costs for the heap work. The initial area of the residential land to be piled up is 14,080m², but after measuring the height of the road connecting the housing, it turns out that the elevation of the soil must be increased by 0.21 m to compensate for the height of the road. In this regard, the contractor recalculated the cost of the stockpiling work at the Red Fox Residence housing location. The composition of heavy equipment in the existing contractor's plan is 1 unit of excavator, 5 units of dump truck, and 1 unit of bulldozer. With a project value of Rp.479,370,912.27, the work is scheduled to be carried out for 25 days, from April 25, 2021 to May 30. Related to the increase in work volume, the purpose of this study is to analyze the optimal need for heavy equipment and how much is the estimated cost needed. The method carried out is a descriptive approach with the calculation of heavy equipment regulated through the Minister of PUPR Regulation NO.28/PRT/M/2016 concerning AHSP Guidelines for Public Works Sector. The results of the study showed that the recommended use of heavy equipment was 1 unit of excavator, 11 units of dump truck, and 1 unit of bulldozer. The hoarding work lasted for 14 days, at a cost of Rp 423,281,968.84. The difference in completion time is 11 days faster than the existing plan and the cost difference is IDR 56,088,943.43. Thus, the recommended work is suitable for use in filling work of the Perumahan Red Fox Residence project.

Keywords: heavy equipment, filing work, excavator, dump truck, bulldozer

PENDAHULUAN

Rumah adalah prasarana tempat tinggal yang dibutuhkan masyarakat dari semua golongan, termasuk masyarakat Kota Pekanbaru. Kota Pekanbaru terus tumbuh dan berkembang pesat, hal itu terlihat dari munculnya perumahan perumahan baru setiap tahun. Data Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu (DPMPTSP) Kota

Pekanbaru menunjukkan bahwa terdapat 174 izin perumahan yang telah di keluarkan pada tahun 2018, kemudian 175 izin perumahan yang telah di keluarkan pada tahun 2019 dan selanjutnya 120 izin perumahan yang telah di keluarkan pada tahun 2020. Total keseluruhan izin perumahan yang telah di berikan DPMPTSP selama tahun 2018 sampai dengan tahun 2020 yaitu sebesar 469. Salah satu

perumahan yang saat ini sedang di bangun yaitu perumahan Red Fox Residence Pekanbaru.

Pekerjaan tanah pada proyek konstruksi harus diperhatikan, karena merupakan hal yang sangat penting dan dapat berpotensi mempengaruhi peningkatan risiko biaya. Penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah di proyek konstruksi hampir tidak dapat dielakkan dan dipandang menjadi satu kesatuan dengan pekerjaan tanah. Alat berat telah menjadi sumber daya vital pada proyek konstruksi [1]. Secara umum pekerjaan tanah meliputi beberapa pekerjaan, yakni seperti pekerjaan penimbunan, pekerjaan pengangkutan tanah dan pekerjaan pemadatan tanah [2]. Pekerjaan tanah pada proyek yang besar, biasanya menggunakan alat berat dan bukan lagi dengan tenaga manusia, karena fungsi dari alat berat tersebut ialah agar memudahkan manusia dalam mengerjakan suatu pekerjaan [3][4].

Alat berat dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis antara lain: (i) peralatan pengangkat (*lifting device*) yang digunakan untuk memindahkan suatu muatan dalam 1 *batch*, seperti kerek, dongkrak, crane dan excavator; (ii) peralatan pengangkut (*conveyor*) yang digunakan untuk memindahkan muatan curah (banyak partikel atau *homogeny*), maupun muatan satuan secara kontinyu, seperti screw conveyor, belt conveyor, pneumatic, vibratory, dan lain-lain; (iii) peralatan permukaan dan *overhead* yang digunakan untuk memindahkan muatan curah dan satuan, baik batch maupun kontinyu seperti scraper, excavator, bulldozer, dan lainnya [3]. Manajemen pada alat berat merupakan salah satu bagian dari manajemen proyek, karna dipengaruhi oleh beberapa factor manajemen seperti biaya, mutu dan waktu. Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan untuk setiap jenis, jumlah dan kapasitas alat. Pemilihan alat berat yang tepat sangatlah diperlukan karena apabila kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan berpotensi terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan pekerjaan [5] [6].

Terdapat empat hal yang harus diperhitungkan dalam menentukan alat berat yang akan digunakan, yaitu (i) kapasitas alat berat, (ii) kapasitas alat angkut, (iii) waktu siklus, dan (iv) waktu operator [7]. Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan alat berat terdapat, efisiensi alat adalah hal yang penting. Untuk efektivitas alat, bergantung pada kemampuan operator alat berat, pemilihan dan pemeliharaan alat berat, perencanaan dan pengaturan letak alat, tofografi, kondisi cuaca, dan metode pelaksanaannya [8]. Hal penting lainnya dalam penggunaan alat berat untuk proyek

konstruksi adalah aspek keselamatan dan keamanan kerja [9]. Penggunaan alat berat secara optimal menjadi hal penting karena manajemen alat berat akan berpengaruh pada produktivitas pekerjaan dilapangan yang dapat berdampak pada biaya dan waktu [10]. Optimalisasi merupakan suatu proses melaksanakan program yang telah direncanakan dengan terencana guna mencapai tujuan/target sehingga dapat meningkatkan kinerja secara maksimal. Tujuan optimasi adalah untuk memaksimalkan (atau meminimalkan) nilai suatu fungsi/ manfaat dengan batasan-batasan tertentu [11]. Penggunaan alat berat yang tidak optimal seperti alat yang rusak, tidak sesuai dan tantangan penggunaan alat berat pada cuaca tertentu menjadi penyebab pembuangan (*waste*) waktu yang berdampak pada peningkatan biaya [12]. Perhitungan baik dari segi biaya, waktu penggunaan terhadap alat berat harus dilakukan secara optimal hingga bisa mencapai biaya yang minimum dengan target waktu pelaksanaan pekerjaan maksimum [13].

Excavator

Fungsi dari Excavator yaitu mengangkut, memuat dan memudahkan pengangkutan material tanpa harus banyak berpindah tempat. Excavator hanya berputar 180°, memproses material yang digali dan dimuat ke dalam dump truck [14]. Excavator mempunyai beberapa jenis yaitu backhoe, power shovel, dragline dan clamshell. Pada penelitian ini, alat berat yang dipakai adalah jenis backhoe.



Gambar 1. Excavator

Dump Truck

Fungsi dari Dump truck adalah untuk mengangkut material dari tempat yang relative jauh. Dump truck juga mempunyai ukuran yang berbeda – beda berdasarkan dengan kondisi lapangan, volume material waktu dan biaya.



Gambar 2. Dump Truck

Bulldozer

Bulldozer merupakan traktor yang dipasangkan blade di bagian depannya memiliki fungsi utama sebagai pendorong/penggeser tanah [8]. Bulldozer juga dapat menggali, meratakan dan menggaru/menyayat.



Gambar 3. Bulldozer

Proyek Perumahan Red Fox Residence dalam proses pekerjaan penimbunan dilakukan dengan menggunakan alat berat excavator untuk menggali, dump truck untuk mengangkut tanah dan bulldozer untuk meratakan dan memadatkan tanah. Pada proyek perumahan ini, terjadinya penambahan elevasi tanah yang mengakibatkan penambahan biaya pada pekerjaan timbunan. Luas area awal tanah perumahan yang direncanakan ditimbun adalah 14.080 m², dengan panjang 220 m dan lebar 64 m. Volume tanah timbun yang dibutuhkan dengan kedalaman tanah galian elevasi rata-rata 0,845 m yaitu sebanyak 11.894,14 m³. Setelah dilakukan pengukuran ketinggian jalan penghubung perumahan, ternyata elevasi tanah harus ditambah 0,21 m atau sebanyak 2.979,79 m³ untuk mengimbangi ketinggian jalan. Terkait hal tersebut, kontraktor menghitung ulang biaya pekerjaan penimbunan dilokasi perumahan Red Fox Residence dikarenakan adanya penambahan elevasi tanah tersebut menjadi 1,05 m dengan total keseluruhan

tanah timbun yang dibutuhkan menjadi volume 14.873,93. Tanah tersebut didatangkan dari quarry yang berjarak 12 km dari lokasi Pembangunan Red Fox Residence Pekanbaru.

Pada proyek ini, kontraktor pelaksana menggunakan pemakaian alat berat dengan komposisi 1 unit excavator, 5 unit dump truck, dan 1 unit bulldozer. Komposisi alat berat yang digunakan tersebut, dijadwalkan pelaksanaannya selama 25 hari yaitu dari tanggal 25 April 2021 sampai dengan 30 Mei 2021. Hasil investigasi awal dilapangan menunjukkan terjadinya penambahan elevasi tanah timbun sehingga terjadinya peningkatan biaya, maka kontraktor harus menghitung ulang untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang optimal dari segi biaya dan waktu.

Berdasarkan permasalahan yang terdapat di lapangan, maka perlu di lakukan perhitungan kembali terhadap optimalisasi penggunaan alat berat. Pendekatan yang di lakukan untuk mendapatkan hasil perhitungan alat berat telah di atur melalui Permen PUPR NO.28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman AHSP Bidang PU dan metode yang digunakan adalah metode deskriptif [15]. Secara spesifik tujuan dari penelitian pada artikel ini adalah menentukan komposisi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan penimbunan proyek perumahan Red Fox Residence Pekanbaru dan menghitung biaya alat berat yang akan direkomendasikan kepada kontraktor.

METODOLOGI

Penelitian ini hanya fokus kepada pekerjaan penimbunan, dengan menggunakan alat berat untuk mengoptimisasi anggaran dari segi waktu dan biaya. Kontraktor pelaksana proyek tersebut, menjadwalkan pelaksanaan pekerjaan ini selama 25 hari yaitu dari tanggal 19 April 2021 sampai dengan 30 Mei 2021. Fokus alat berat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: excavator, dump truck dan bulldozer.

Untuk mencapai tujuan penelitian maka dilakukan beberapa tahapan, antara lain:

1. Pengumpulan Data
Pengumpulan data merupakan hal yang penting, pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yang berupa data perencanaan proyek, catatan observasi, daftar harga, indeks, kapasitas, sewa peralatan, dan rencana anggaran biaya/ *Bill of Quantity*. *Bill of Quantity* (BOQ) adalah daftar yang memuat rincian item pekerjaan beserta estimasi kuantitas atau volumenya untuk

pekerjaan yang akan dilaksanakan [16]. Pemeriksaan terhadap dokumen BOQ menjadi aspek yang sangat penting dan tidak boleh diabaikan dalam hal memetakan volume dan ruang lingkup pekerjaan [16].

2. Pengolahan dan Analisis Data

Pada tahap pengolahan dan analisis data ini dilakukan tahap-tahapan berikut pada tiga alat berat excavator, dump truck dan bulldozer:

- a. Menentukan komposisi alat berat
 - Menghitung kapasitas aktual alat berat
 - Menghitung waktu siklus alat berat.
 - Menghitung produksi kerja aktual
 - Menghitung waktu yang dibutuhkan
- b. Menghitung durasi (waktu) pekerjaan dengan alat berat
- c. Menghitung Biaya Operasional Alat Berat
 - Biaya kepemilikan alat
 - Biaya bahan bakar dan pelumas
 - Biaya tenaga kerja

3. Diskusi

Pada tahap ini akan dibuat suatu rangkuman dari hasil analisis yang telah didapat sebelumnya, dan pembahasan didapatkan melalui perbandingan perhitungan komposisi alat perencanaan dan pelaksanaan yang bertujuan untuk meminimalisir biaya dan waktu pengerjaan proyek.

HASIL DAN DISKUSI

Pembangunan perumahan Red Fox Residence saat dilakukan pengambilan data sedang dalam proses melakukan pekerjaan penimbunan. Pekerjaan penimbunan dilakukan menggunakan alat berat excavator untuk menggali, dump truck untuk mengangkut tanah dan bulldozer untuk meratakan dan memadatkan tanah. Luas area tanah perumahan yang ditimbunan adalah 14.080 m², dengan panjang 220 m dan lebar 64 m. Volume tanah timbun yang dibutuhkan dengan kedalaman tanah galian elevasi rata-rata 0,845 meter yaitu sebanyak 11.894,14 m³.

Setelah dilakukan pengukuran ketinggian jalan penghubung perumahan, ternyata elevasi tanah harus ditambah 0,21 m untuk mengimbangi ketinggian jalan. Tanah tersebut didatangkan dari lokasi quarry yang berjarak 12 km dari lokasi Pembangunan Red Fox Residence.

Hasil Perhitungan Komposisi Alat

Cara kerja dari alat meliputi pekerjaan penggalian, pengangkutan dan penimbunan, serta perataan tanah agar menjadi badan jalan yang direncanakan. Kegiatan penggalian tanah dilakukan oleh excavator, pengangkutan dan penimbunan lokasi yang rendah dilakukan oleh dump truck. Bulldozer berfungsi sebagai perata tanah baik dari hasil galian maupun dari hasil timbunan. Produktivitas masing-masing alat berat yang digunakan pada proyek adalah:

1. Excavator

Fungsi dari Excavator adalah melakukan penggalian dilapangan. Total volume tanah timbunan yang dibutuhkan sebanyak 14.873,93 m³. Tanah yang didatangkan dari quarry ditimbunan pada lokasi peroyek tersebut dengan jarak 12 km. Untuk menghitung jumlah waktu yang dibutuhkan menyelesaikan pekerjaan penggalian tersebut, adalah sebagai berikut :

a. Kapasitas Aktual Excavator

$F = 0,83$ ((berdasarkan standard factor efisiensi/ kondisi alat kerja, asumsi dalam ke adaan baik sekali)

$q_l = 1,00 \text{ m}^3$ (factor konversi excavator backhoe dengankondisi penggalian 40%-70% dan kondisi normal)

$k = 1,15$ (Kapasitas bucket dan daya dukung excavator)

$q = q_l \times k = 1,15 \text{ m}^3$

b. Waktu Siklus Excavator

$t_m = 14,5 \text{ dt}$ (sudut ayun 45 – 90°)

$C_f = 1$

$C_m = t_m \times C_f = 14,5 \text{ detik}$

c. Produksi Kerja Aktual

$Q = \frac{q \times 3600 \times F}{C_m} = 236,98 \text{ m}^3/\text{jam}$

d. Waktu yang dibutuhkan

$T = \text{Volume Tanah} / Q$

$T = \frac{\text{Volume Tanah}}{Q} = \frac{14.873,93 \text{ m}^3}{236,98 \text{ m}^3} = 62,76 \text{ jam}$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka 1 excavator yang digunakan memiliki nilai produktivitas sebesar 236,98 m³/jam dengan waktu penyelesaian selama 62,76 jam untuk mengerjakan volume pekerjaan tanah 14.873,93m³ dengan

2. Dump Truck

Tanah yang digali, diangkat dan ditimbun pada lokasi yang rendah dengan jarak tempuh 12 Km sebanyak 14.873,93 m³. Perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui total waktu yang dibutuhkan dump truck untuk mengangkut tanah bolak-balik adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 14.873,93 \text{ m}^3 \\ q_l &= 14 \text{ m}^3 \\ k &= 1,15 \text{ (penggalian dan pemuatan ringan)} \\ F &= 0,83 \text{ (50 menit perjam)} \\ Q_p &= 236,98 \text{ m}^3/\text{jam (Q excavator)} \\ t_3 &= 0,7 \text{ menit (median 0,6 menit - 0,8 menit)} \\ t_4 &= 1,1 \text{ menit (median 1,0 - 1,2 menit)} \\ D &= 12 \text{ km} \\ V_1 &= 40 \text{ km/jam (waktu pergi muatan)} \\ V_2 &= 50 \text{ km/jam (waktu kembali kosong)} \end{aligned}$$

a. Kapasitas Aktual bak (q)

$$\begin{aligned} Q &= q_l \times k \\ &= 14 \text{ m}^3 \times 1,15 = 16,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Waktu Muat (t_m)

$$\begin{aligned} T &= \frac{Vq_1}{Q_p} \times 60 = \frac{14 \text{ m}^3}{236,98 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \\ &= 3,03 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. Waktu angkut (t₁)

$$\begin{aligned} t_1 &= \frac{D}{V_1} \times 60 = \frac{12 \text{ km}}{40 \frac{\text{km}}{\text{jam}}} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \\ &= 18 \text{ menit} \end{aligned}$$

d. Waktu kembali (t₂)

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{D}{V_2} \times 60 = \frac{12 \text{ km}}{50 \frac{\text{km}}{\text{jam}}} \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \\ &= 14,4 \text{ menit} \end{aligned}$$

e. Waktu Siklus (C_m)

$$\begin{aligned} C_m &= t_m + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \\ &= (3,545 + 18 + 14,4 + 0,7 + 1,1) \text{ menit} \\ &= 37,745 \text{ menit} \end{aligned}$$

f. Produktivitas kerja actual (Q)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times 60 \times F}{C_m} = \frac{16,1 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times 0,83}{37,745 \text{ menit}} \\ &= 21,25 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jumlah dump truck yang dibutuhkan diperoleh dari:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Produksi Kerja Aktual Excavator} \times D}{\text{Produksi Kerja Aktual DumpTruck}} = \frac{236,98 \text{ m}^3/\text{jam}}{21,25 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 11,1 \text{ unit} = 11 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka dibutuhkan 11 dump truck untuk memindahkan volume tanah 14.873,93 m³ dengan produktivitas 1 dump truck sebesar 21,25 m³/jam.

3. Bulldozer

Tanah yang ditimbun memerlukan tindakan perataan yang dilakukan oleh bulldozer. Perhitungan produktivitas bulldozer adalah :

a. Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Lebar blade (L)} &= 3.980 \text{ mm} \\ \text{Tinggi blade (H)} &= 1.550 \text{ mm} \\ F &= 0,75 \text{ (berdasarkan standard factor efisiensi/ kondisi alat kerja, asumsi dalam keadaan baik)} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor blade (a)} = 1$$

$$D = 50 \text{ m (jarak gusur)}$$

$$\begin{aligned} F_s &= 6,8 \times 0,75 \text{ (maju)} \\ &= 5,1 \text{ km/jam atau } 85 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_s &= 8,6 \times 0,75 \text{ (mundur)} \\ &= 6,45 \text{ km/jam atau } 107,5 \text{ m/menit} \end{aligned}$$

Faktor konversi volume tanah : Lepas = 1,25

a. Kapasitas Aktual

$$\begin{aligned} q &= a \times L \times H^2 \\ &= 1 \times 3.980 \times (1,550 \text{ m})^2 = 9,56 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. Waktu Siklus

$$\begin{aligned} C_m &= \frac{D}{F_s} = \frac{D}{R_s} + Z \\ &= \frac{50 \text{ m}}{85 \frac{\text{m}}{\text{menit}}} + \frac{50 \text{ m}}{107,5 \frac{\text{m}}{\text{menit}}} + 0,075 \text{ menit} \\ &= 1,13 \text{ menit} \end{aligned}$$

c. Produktivitas bulldozer untuk tanah lepas :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times 60 \times F \times C_f}{C_m} \\ &= \frac{9,56 \text{ m}^3 \times 60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times 0,75 \times 1,25}{1,13 \text{ menit}} \\ &= 475,96 = 476 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

d. Produktivitas bulldozer untuk pekerjaan tanah di lokasi :

$$\begin{aligned} T &= \frac{\text{Volume Tanah}}{Q} = \frac{14.873,93 \text{ m}^3}{476 \text{ m}^3} \\ &= 31,25 \text{ jam} \end{aligned}$$

Dengan spesifikasi dan bulldozer yang ada, maka 1 bulldozer yang digunakan memiliki nilai produktivitas sebesar 475,96 m³/jam dengan waktu penyelesaian sebesar 31,25 jam untuk mengerjakan volume pekerjaan tanah 14.873,93 m³.

Durasi Perjaan Dengan Alat Berat

a. Berdasarkan kondisi existing di lapangan

Excavator

$$= \frac{\text{volume pekerjaan} \times \text{faktor konversi}}{\text{jumlah alat} \times \text{kapasitas produksi excavator} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{14.873,93 \text{ m}^3 \times 1,00}{1 \times 236,98 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7} = 8,9 = 9 \text{ hari}$$

Dump truck

$$= \frac{\text{volume pekerjaan} \times \text{faktor konversi}}{\text{jumlah alat} \times \text{kapasitas produksi dump truck} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{14.873,93 \text{ m}^3 \times 1,00}{5 \times 21,25 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 7} = 19,9 = 20 \text{ hari}$$

Bulldozer

$$= \frac{\text{volume pekerjaan} \times \text{faktor konversi}}{\text{jumlah alat} \times \text{kapasitas produksi bulldozer} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{14.873,93 \text{ m}^3 \times 1,00}{5 \times 475,98 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 7} = 4,46 = 5 \text{ hari}$$

b. Berdasarkan hasil perhitungan komposisi alat berat (direkomendasikan)

Excavator

$$= \frac{\text{volume pekerjaan} \times \text{faktor konversi}}{\text{jumlah alat} \times \text{kapasitas produksi excavator} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{14.873,93 \text{ m}^3 \times 1,00}{1 \times 236,98 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7} = 8,9 = 9 \text{ hari}$$

Dump truck

$$= \frac{\text{volume pekerjaan} \times \text{faktor konversi}}{\text{jumlah alat} \times \text{kapasitas produksi dump truck} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{14.873,93 \text{ m}^3 \times 1,00}{11 \times 21,27 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 7} = 9 \text{ hari}$$

Bulldozer

$$= \frac{\text{volume pekerjaan} \times \text{faktor konversi}}{\text{jumlah alat} \times \text{kapasitas produksi bulldozer} \times \text{jam kerja}}$$

$$= \frac{32.400 \text{ m}^3 \times 1,00}{5 \times 475,98 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 7} = 4,4 = 5 \text{ hari}$$

Komposisi alat berat yang optimal dapat diperkirakan sedemikian rupa sehingga efisiensi kerja dapat tercapai dengan sebaik-baiknya. Untuk menentukan komposisi alat berat yang digunakan, hal pertama yang dipertimbangkan adalah alat yang saling tergantung atau alat yang pemakaiannya

tergantung dengan produktivitas alat lainnya. Untuk pekerjaan galian tanah dengan pembuangan tanah keluar lokasi, alat berat yang bekerja secara bersamaan dan saling tergantung satu sama lain adalah excavator dan dumptruck. Sementara bulldozer dapat bekerja secara terpisah dari keduanya namun tetap memperhitungkan kemudahan kerja dump truck yang mengangkut tanah hasil galian tanah ke lokasi buangan. Jika tumpukan tanah di lokasi buangan dibiarkan tanpa perataan bisa jadi pekerjaan akan terhambat. Jumlah dumptruck yang digunakan disesuaikan dengan kemampuan sebuah excavator dalam mengisi tanah ke baknya. Ada dua pertimbangan dalam menetapkan jumlah dump truck yang akan dipergunakan. Pertimbangan tersebut adalah berdasarkan produksi kerja aktual dan berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan.

1. Menentukan jumlah dumptruck berdasarkan produksi kerja aktual.

Dumptruck bekerja secara beriringan dengan gerakan excavator. Dengan demikian jumlah dumptruck yang dibutuhkan disesuaikan juga dengan produksi kerja aktual dari kedua alat. Jumlah dump truck yang dapat dilayani oleh satu excavator sebanyak :

$$= \frac{236,98 \text{ m}^3}{21,25 \text{ m}^3/\text{jam}} = 11 \text{ unit}$$

2. Menentukan jumlah dumptruck berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan.

Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah dump truck untuk mengangkut tanah dari lokasi galian ke lokasi pembuangan seluruhnya adalah 699,94 jam (14.873,93 m³ : 21,25 m³/jam). Sebuah excavator dapat menyelesaikan pekerjaannya selama 62,76 jam (14.873,93 : 236,98 m³/jam). Maka jumlah dumptruck yang sesuai adalah:

$$= \frac{699,94 \text{ m}^3}{62,76 \text{ jam}} = 11 \text{ unit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka jumlah dump truck yang diperkirakan paling optimal untuk melayani 1 unit excavator pada pekerjaan dimaksud adalah 11 unit.

3. Bulldozer dapat melaksanakan tugasnya setelah tanah mulai menumpuk atau di tuang dilokasi pembuangan.

Volume tanah yang harus dikerjakan bulldozer 14.873,93m³. Waktu yang dibutuhkan untuk

menggosur dan meratakan tanah dengan 1 unit bulldozer adalah:

Waktu kerja bulldozer

$$= \text{volume tanah} : \text{produktivitas bulldozer}$$

$$= 14.873,93 \text{ m}^3 : 476 \text{ m}^3/\text{jam} = 31,24 \text{ jam}$$

$$(1 \text{ hari kerja} = 7 \text{ jam}) = 31,24 \text{ jam} : 7 \text{ jam/hari}$$

$$= 4,46 \text{ hari} \approx 5 \text{ hari}$$

Pasangan alat berat yang terdiri dari 1 unit excavator dan 11 unit dump truck dapat menyelesaikan pekerjaan mengantar tanah hasil galian dari lokasi galian ke lokasi buangan selama 9 hari. Untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan perataan tanah hasil galian, 1 unit bulldozer membutuhkan waktu 5 hari. Jika ingin dipercepat penyelesaian pekerjaan galian maka dump truck dapat dioperasikan 11 unit dengan waktu kerja 9 hari sehingga selesainya pekerjaan dapat bersamaan, dengan asumsi semua alat berat memulai pekerjaan secara serentak di hari yang sama. Berikut adalah alternatif komposisi alat berat untuk pekerjaan penimbunan perumahan perumahan Red Fox Residence., yaitu:

1. 1 unit excavator dan 5 unit dump truck membutuhkan waktu 20 hari; dan 1 unit bulldozer membutuhkan waktu 5 hari, merupakan komposisi yang direncanakan oleh kontraktor dilapangan.
2. 1 unit excavator, 11 unit dump truck membutuhkan waktu 9 hari dan 1 unit bulldozer yang membutuhkan waktu 5 hari kerja.

Tabel 1. Komposisi Jumlah Alat dan Waktu

Nama Alat	Kondisi Existing		Rekomendasi	
	Jumlah (unit)	Waktu (hari)	Jumlah (unit)	Waktu (hari)
Excavator 105 HP	1	9	1	9
Dump Truck 450 HD	5	20	11	9
Bulldozer 155 HP D7H	1	5	1	5

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa jika dibandingkan dengan komposisi optimal menurut perhitungan yang dilakukan jumlah dump truck yang diperhitungkan lebih dari 2 kali jumlah yang ditetapkan oleh kontraktor. Dengan demikian perlu diperhitungkan kembali komposisi yang digunakan oleh kontraktor baik dari segi waktu yang dihabiskan maupun biaya yang akan digunakan.

Penggunaan alat berat secara umum perlu memperhatikan dan mempertimbangkan komposisi alat berat optimal yang digunakan oleh kontraktor baik dari segi waktu yang dihabiskan maupun biaya yang akan digunakan. Penilaian optimal atau tidaknya komposisi alat berat yang disusun untuk mengerjakan suatu pekerjaan tergantung dari efisiensi alat-alat yang digunakan. Selain itu faktor biaya yang dikeluarkan dan waktu yang dihabiskan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan pun ikut menjadi pertimbangan dalam memilih komposisi mana yang lebih baik. Berikut ini diperhitungkan kembali alternatif komposisi alat berat untuk pekerjaan galian tanah pada pekerjaan penimbunan perumahan Red Fox Residence Pekanbaru. Perhitungan efisiensi, biaya dan waktu menjadi patokan bagi pemilihan alternatif mana yang optimal diantara 2 macam alternatif tersebut.

Biaya Operasional Alat Berat

Pengoperasian alat berat membutuhkan sejumlah biaya yang mutlak dikeluarkan agar alat berat dapat bekerja sebagaimana mestinya. Biaya operasional tersebut terdiri dari biaya kepemilikan, bahan bakar dan tenaga kerja. Masing-masing biaya diperhitungkan sesuai dengan porsinya sehingga penggabungan seluruh perhitungan item biaya tersebut menjadi biaya operasional alat berat yang harus disediakan oleh kontraktor pelaksana proyek. Seluruh alat berat diasumsikan milik sendiri, bukan sewa. Adapun komponen biaya operasional alat berat yaitu: (i) biaya kepemilikan alat, (ii) biaya bahan bakar dan pelumas, dan (iii) biaya tenaga

A. Biaya kepemilikan alat

Biaya kepemilikan alat terdiri dari biaya penyusutan, biaya bunga, gudang dan asuransi, serta biaya perbaikan, spare part dan mekanik. Biaya penyusutan adalah perkiraan biaya yang dikeluarkan untuk keausan barang-barang yang digunakan hingga akhirnya tidak dapat digunakan lagi. Biaya penyusutan dihitung berdasarkan harga perolehan (harga pokok) alat berat dikurangi nilai sisa (10% dari harga pokok). Penyusutan dihitung berdasarkan jam pakai sehingga biaya yang disusutkan dibagi dengan jam kerja selama perkiraan usia alat. Khusus dump truck, nilai sisa diperhitungkan 10% dari harga pokok yang dikurangi harga ban. Ban mengalami penyusutan tercepat yang dapat dihitung terpisah dari penyusutan dump truck. Biaya ban diperhitungkan pada bagian biaya spare part.

Biaya bunga, gudang dan asuransi diasumsikan 20% pertahun dari harga pokok. Biaya

ini lebih besar dari bunga pinjaman bank saat penelitian dilaksanakan yaitu sebesar 20% dengan perkiraan biaya bunga 15%, biaya gudang 2%, biaya asuransi 2% dan biaya lain-lain 1%. Biaya-biaya ini memperhitungkan umur ekonomis alat (dalam tahun) karena dikeluarkan selama keberadaan alat optimal sebab setelah melampaui umur ekonomis alat akan lebih banyak membutuhkan biaya perbaikan ketimbang mendatangkan hasil bagi pemilikinya.

Ketika mengoperasikan alat, pemilik juga harus mengeluarkan biaya perbaikan, spare part dan mekanik. Besarnya komponen biaya tersebut diperkirakan 20% pertahun dari harga pokok dibagi jam kerja pertahun. Perhitungan biaya kepemilikan masing-masing alat berat yang digunakan pada pekerjaan penimbunan di lokasi proyek adalah sebagai berikut :

1. Excavator

- a. Harga excavator baru = Rp 1.386.000.000,00
- b. Nilai sisa 10% = Rp 138.600.000,00
- c. Usia ekonomis = 5 tahun
- d. Jam kerja pertahun = 2000 jam
- e. Biaya penyusutan

$$= \frac{\text{harga pokok} - \text{nilai sisa}}{\text{umur ekonomis} \times \text{jam kerja/tahun}}$$

$$= \frac{1.386.000.000,00 - 138.600.000,00}{5 \text{ tahun} \times 2.000 \text{ jam/tahun}}$$

$$= \text{Rp } 124.740,00/\text{jam}$$

f. Biaya bunga, gudang dan asuransi

$$= \frac{20\% \times (\text{umur ekonomis} + 1) \times \text{harga pokok}}{2 \times \text{umur ekonomis} \times \text{jam} \frac{\text{kerja}}{\text{tahun}}}$$

$$= \frac{20\% \times (5 + 1) \times \text{Rp } 1.386.000.000,00}{2 \times 5 \times 2.000 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 83.160,00 \text{ jam}$$

- g. Biaya perbaikan, spare part, dan mekanik
- = 20% x (harga pokok : jam kerja pertahun)
- = 20% x (Rp 1.386.000.000,00 : 2.000 jam)
- = Rp138.600,00/jam

- h. Total biaya kepemilikan excavator perjam
- = Rp 124,740,00 + Rp 83.160,00 + Rp 138.600,00
- = Rp 346.500,00/jam

2. Dumptruck

- a. Harga pokok = Rp 1.050.000.000,00
- b. Harga ban 10 buah = Rp 43.843.000,00
- c. Usia ekonomis = 5 tahun

- d. Jam kerja/tahun = 2.000 jam
- e. Biaya penyusutan
- = $\frac{(\text{harga pokok} - \text{ban}) - \text{nilai sisa}}{\text{umur ekonomis} \times \text{jam kerja/tahun}}$

$$\text{Nilai sisa} = 10\% \text{ harga pokok} - \text{harga ban}$$

$$= (10\% \times 1.050.000.000) - 43.843.000$$

$$= \text{Rp } 56.157.000$$

$$\text{Biaya penyusutan :}$$

$$= \frac{(1.050.000.000 - 3.843.000) - 56.157.000}{5 \text{ tahun} \times 2000 \text{ jam/tahun}}$$

$$= \text{Rp } 94.500,00/\text{jam}$$

- f. Biaya bunga, gudang dan asuransi
- = $\frac{20\% \times (5 + 1) \times \text{Rp } 1.050.000.000}{2 \times 5 \times 2.000 \text{ jam}}$
- = Rp 63.000,00 /jam

- g. Biaya perbaikan, spare part, mekanik
- = 20% x (harga pokok : jam kerja pertahun)
- = 20% x (Rp 1.050.000.000,00 : 2.000 jam)
- = Rp105.000,00/jam

- h. Total biaya kepemilikan dump truck perjam
- = Rp94.000,00+ Rp 63.000,00+ Rp 105.000,00
- = Rp262.500,00/jam

3. Bulldozer

- a. Harga pokok = Rp 1.950.000.000,00
- b. Nilai sisa 10% = Rp 195.000.000,00
- c. Umur ekonomis = 5 tahun
- d. Jam kerja/tahun = 2.000 jam

- e. Biaya penyusutan
- = $\frac{\text{harga pokok} - \text{nilai sisa}}{\text{umur ekonomis} \times \text{jam kerja/tahun}}$
- = $\frac{1.950.000.000 - 195.000.000}{5 \text{ tahun} \times 2.000 \text{ jam/tahun}}$
- = Rp 175.500,00/jam

- f. Biaya bunga, gudang dan asuransi
- = $\frac{20\% \times (\text{umur ekonomis} + 1) \times \text{harga pokok}}{2 \times \text{umur ekonomis} \times \text{jam kerja/tahun}}$
- = $\frac{20\% \times (5 + 1) \times \text{Rp } 1.950.000.000,00}{2 \times 5 \times 2.000 \text{ jam}}$
- = Rp117.000,00/jam

- g. Biaya perbaikan, spare part, mekanik
- = 20% x (harga pokok : jam kerja pertahun)
- = 20% x (Rp 1.950.000.000,00 : 2.000 jam)
- = 0,2 x Rp 975.000,00/jam
- = Rp 195.000,00/jam

- h. Total biaya kepemilikan bulldozer perjam
 = Rp 175.500,00+ Rp 117.000,00+ Rp 195.000,00
 = Rp 487.500,00/jam

B. Biaya bahan bakar dan pelumas

Bahan bakar utama alat berat yang dipergunakan pada penelitian ini adalah solar. Khusus untuk alat berat, pemerintah telah menetapkan harga bahan bakar Wilayah I Sumatra Riau untuk sektor industri. Harga solar industri perliter adalah Rp 11.004,64. Pelumas digunakan untuk menjaga mesin dari keausan. Pelumas yang sering digunakan adalah oli. Selain itu, gemuk juga digunakan untuk menjaga pergesekan. Pada bagian ini, filter diperhitungkan juga meskipun tidak tergolong pelumas namun dipergunakan pada pemakaian pelumas. Berikut adalah harga beberapa macam pelumas dan filter yang digunakan:

1. Oli mesin : Rp 69.986,00/liter
2. Oli transmisi : Rp 51.979,00/liter
3. Oli final drive : Rp 51.979,00/liter
4. Oli hidrolik : Rp 37.500,00/liter
5. Gemuk pelumas : Rp 27.375,00/kg
6. Filter : Rp 160.000,00/buah

Kebutuhan masing-masing bahan bakar dan pelumas berbeda- beda untuk setiap alat berat, hal tersebut sesuai dengan fungsi dan bobot alat berat. Kebutuhan setiap jam pakai alat berat dihitung berdasarkan koefisien yang dipergunakan. Nilai koefisien tersebut ditetapkan berdasarkan pengalaman di lapangan dan juga mempertimbangkan angka kebutuhan minyak dan pelumas. Perhitungan kebutuhan bahan bakar dan pelumas pada masing-masing alat berat adalah sebagai berikut:

1. Excavator Komatsu PC 180

Excavator menggunakan solar sebagai bahan bakar dan untuk pelumas menggunakan beberapa macam pelumas. Kebutuhan bahan bakar dan pelumas perjam diperhitungkan dengan cara mengalikan koefisien kebutuhan perjam dan harga pasar. Besarnya biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk excavator perjam adalah :

Tabel 2. Bahan Bakar Excavator

Bahan Bakar	Koeff	Harga Satuan	Harga (/jam)
Solar	= 18,000	x Rp14.350	= Rp 258,300,52
Oli mesin	= 0,040	x Rp 69.986	= Rp 2.636,46
Oli transmisi	= 0,004	x Rp 51.979	= Rp 207,92
Oli final drive	= 0,004	x Rp 51.979	= Rp 207,92

Bahan Bakar	Koeff	Harga Satuan	Harga (/jam)
Oli hidrolik	= 0,020	x Rp 37.500	= Rp 750,00
Gemuk pelumas	= 0,030	x Rp 27.375	= Rp 821,25
Filter	= 0,0072	x Rp 160000	= Rp 1.152,00
Total Biaya			= Rp 264.078,00

2. DumpTruck Nissan Diesel CWB 450 HD

Pelumas dump truck terdiri dari beberapa macam, dan tidak menggunakan oli transmisi. Biaya bahan bakar dan pelumas dumptruck dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bahan Bakar Excavator

Bahan Bakar	Koeff	Harga Satuan	Harga (/jam)
Solar	= 12,5000	x Rp 14.350	= Rp 179.375,00
Oli mesin	= 0,0060	x Rp 69.986	= Rp 395,92
Oli final drive	= 0,0008	x Rp 51.979	= Rp 41,58
Oli hidrolik	= 0,0025	x Rp 37.500	= Rp 93,75
Gemuk pelumas	= 0,0004	x Rp 27.375	= Rp 10,95
Filter	= 0,0050	x Rp 160.000	= Rp 800,00
Total Biaya			= Rp 180.717,20

3. Bulldozer caterpillar D7H

Bulldozer berbahan bakar solar. Kebutuhan bahan bakar dan pelumas perjam kerja bulldozer dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Bahan Bakar Excavator

Bahan Bakar	Koeff	Harga Satuan	Harga (/jam)
Solar	= 20,000	x Rp 14.350	= Rp 287.000,00
Oli mesin	= 0,040	x Rp 69.986	= Rp 2.639,46
Oli transmisi	= 0,004	x Rp 51.979	= Rp 207,92
Oli final drive	= 0,004	x Rp 51.979	= Rp 207,92
Oli hidrolik	= 0,020	x Rp 37.500	= Rp 750,00
Gemuk pelumas	= 0,030	x Rp 27.375	= Rp 821,25
Filter	= 0,0072	x Rp 160000	= Rp 1.152,00
Total Biaya			= Rp 292.778,55

C. Biaya tenaga kerja

Alat berat dioperasikan oleh seorang atau lebih operator. Operator dalam mengoperasikan alat berat dibantu oleh seorang pembantu operator. Mekanik dan pembantunya dibutuhkan untuk menjaga agar alat berat dapat beroperasi dengan sebaik-baiknya. Untuk menghitung kebutuhan operator, mekanik dan pembantunya, selain standar upah perhari juga diperhitungkan koefisien pemakaian tenaga mereka perjam sesuai yang dipergunakan oleh Dinas PU. Upah tenaga kerja provinsi untuk setiap pekerja satu harinya adalah :

Operator	: Rp 200.000,00
Pembantu operator	: Rp 125.000,00
Mekanik	: Rp 150.000,00
Pembantu mekanik	: Rp 100.000,00
Driver	: Rp 150.000,00
Pembantu Driver	: Rp 100.000,00

Koefisien sebesar 0,125 digunakan sebagai pengali dari harga tenaga kerja per hari. Jumlah biaya tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengoperasikan masing- masing alat berat yang digunakan perunit alat berat perjam sesuai koefisien dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Tenaga Kerja/ Jam

Tenaga Kerja	Harga satuan	Upah (/jam)
Excavator Komatsu PC 180		
Operator	= 0,125x Rp 200.000,00 =	Rp 25.000,00
Pembantu operator	= 0,125x Rp 125.000,00 =	Rp 15.625,00
Mekanik	= 0,125 x Rp 150.000,00 =	Rp 18.750,00
Pembantu mekanik	= 0,125x Rp 100.000,00 =	Rp 12.500,00
Total Upah Excavator/ jam		= Rp 71.875,00
Dump Truck Nissan Diesel CWB 450 HD		
Driver	= 0,125x Rp 150.000,00 =	Rp 18.750,00
Pembantu driver	= 0,125x Rp 100.000,00 =	Rp 12.500,00
Mekanik	= 0,125 x Rp 150.000,00 =	Rp 18.750,00
Pembantu mekanik	= 0,125x Rp 100.000,00 =	Rp 12.500,00
Total Upah Dum Truck/ jam		= Rp 62.500,00
Bulldozer caterpillar D7H		
Operator	= 0,125x Rp 200.000,00 =	Rp 25.000,00
Pembantu	= 0,125x Rp 125.000,00 =	Rp 15.625,00

Tenaga Kerja	Harga satuan	Upah (/jam)
operator		
Mekanik	= 0,125 x Rp 150.000,00 =	Rp 18.750,00
Pembantu mekanik	= 0,125x Rp 100.000,00 =	Rp 12.500,00
Total Upah Bulldozer/ jam		= Rp 71.875,00

Secara umum biaya operasional yang dikeluarkan dalam mengoperasikan alat berat untuk pekerjaan penimbunan di lokasi pekerjaan meliputi biaya kepemilikan alat, biaya bahan bakar/pelumas, dan biaya tenaga kerja. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan di atas maka jumlah biaya untuk masing-masing alat perjam dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Biaya Operasional Alat Berat Perunit Perjam.

Biaya Operasional	Alat Berat		
	Excavator	Dump Truck	Bulldozer
Kepemilikan	346.500	262.500	487.500
BBM & pelumas	264.078,55	180.717,20	292.778,55
Tenaga kerja	71.875	62.500	71.875
Total	682.453,55	505.717,20	852.153,55

Pada Tabel 6, dapat dilihat bahwa bulldozer membutuhkan biaya paling besar diantara ketiga alat yang digunakan tersebut, yaitu sebesar Rp 852.153,55.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diuraikan dari tahapan di atas, maka perhitungan komposisi alat berat adalah:

- Perencanaan kontraktor (kondisi eksisting)
Komposisi dengan 1 unit excavator, 5 unit dump truck dan 1 unit bulldozer. Waktu yang diperlukan yaitu 9 hari untuk excavator, 20 hari untuk dump truck dan 5 hari untuk bulldozer. Waktu kerja 1 hari yaitu selama 7 jam. Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya diperoleh biaya alat perunit perjam untuk excavator Rp 682.453,55; dump truck Rp 505.717,20 dan Bulldozer Rp 852.153,55. Sehingga estimasi total biaya hingga selesai pekerjaan galian tanah yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya} &= \text{jumlah alat berat} \times \text{hari kerja} \times 7 \\
 &\quad \text{jam/hari} \times \text{biaya perunit perjam} \\
 1 \text{ excavator} &= 1 \times 20 \times 7 \times \text{Rp } 682.453,55 \\
 &= \text{Rp. } 95.543.496,38
 \end{aligned}$$

*Evaluasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Proyek Pembangunan Red Fox Residence
(Musdalifah & Sapitri)*

5 dump truck = 5 x 20 x 7 x Rp 505.717,20
= Rp. 354.002.041,79
1 bulldozer = 1 x 5 x 7 x Rp 852.153,55
= Rp. 29.825.374,10
Total biaya alat berat Rp. 479.370,912,27

biaya hingga selesai pekerjaan galian tanah dengan komposisi alat hasil seperti yang direkomendasikan adalah: jumlah alat berat x hari kerja x 7 jam/hari x biaya perunit perjam

b. Rekomendasi

Komposisi ini terdiri dari penggunaan 1 unit excavator, 11 unit dump truck dan 1 unit bulldozer. Waktu yang diperlukan yaitu 9 hari untuk excavator dan 9 hari dump truck dan 5 hari untuk bulldoze. Waktu kerja 1 hari adalah 7 jam. Dari perhitungan sebelumnya, biaya alat perunit perjam excavator yaitu Rp 682.453,55; dump truck Rp 505.717,20 dan Bulldozer Rp 852.153,55. Sehingga estimasi total

1 excavator = 1 x 9 x 7 x Rp 682.453,55
= Rp.42.994.573,37
11 dump truck = 11 x 9 x 7 x Rp 505.717,20
= Rp350.462.021,37
1 bulldozer = 1x 5 x 7 x Rp 852.153,55
= Rp. 29.825.374,10
Total biaya alat berat Rp 423.281.968,84

Hasil tabulasi perhitungan dua pendekatan di atas dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Estimasi Biaya Alat Berat

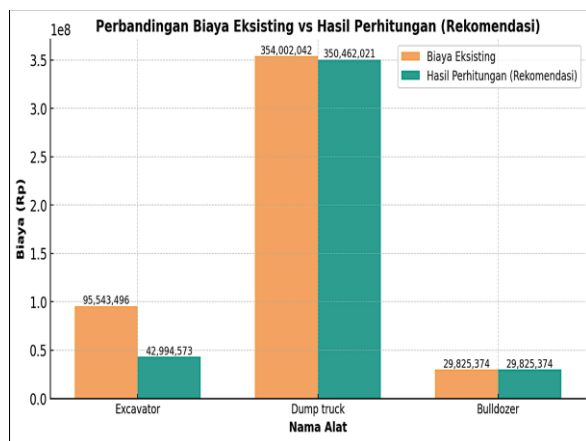
Perencanaan Kontraktor			Biaya Pekerjaan Timbunan		
Nama Alat	Biaya Operasional (Rp/jam)	Jumlah (unit)	Waktu Kerja (hari)	Jam kerja	Jumlah Biaya (Rp)
Excavator	682,453.55	1	20	7	95,543,496.38
Dump truck	505,717.20	5	20	7	3 54,002,041.79
Bulldozer	852,153.55	1	5	7	29,825,374.10
Total Biaya Pekerjaan Galian Eksisting Kontraktor					479,370,912.27

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Estimasi Biaya Alat Berat

Hasil Perhitungan (Rekomendasi)			Biaya Pekerjaan Timbunan		
Nama Alat	Biaya Operasional (Rp/jam)	Jumlah (unit)	Waktu Kerja (hari)	Jam kerja	Jumlah Biaya (Rp)
Excavator	682,453.55	1	9	7	42,994,573.37
Dump truck	505,717.20	11	9	7	350,462,021.37
Bulldozer	852,153.55	1	9	7	29,825,374.10
Total Biaya Pekerjaan Galian Rekomendasi					423,281,968.84

Berdasarkan Tabel 8 terlihat bahwa perhitungan yang direkomendasikan dengan komposisi 1 unit excavator, 11 unit dump truck, 1 unit bulldozer dari segi biaya adalah paling rendah dari existing rencana yang direncanakan oleh kontraktor. Waktu penyelesaian juga lebih cepat 11 hari dari existing rencana yang ditetapkan oleh kontraktor. Setelah rekomendasi komposisi alat berat diperhitungkan maka dengan luas area 14.873,93m³ biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan oleh masing-masing alat berat juga dapat dihitung.

Perbandingan masing-masing komposisi biaya dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa perbedaan biaya cukup signifikan pada excavator dan dump truck. Hal tersebut karena meskipun excavator yang digunakan sama-sama 1 unit namun pada perhitungan pada perhitungan rekomendasi pekerjaan timbunan tanah dengan excavator dapat dilakukan dalam 9 hari (durasi lebih pendek dari pada pekerjaan eksisting). Untuk pekerjaan timbunan tanah dengan dump truck terlihat hasil perhitungan rekomendasi juga lebih rendah meskipun penggunaan alat lebih banyak, hal tersebut karena durasi pekerjaan dengan perhitungan rekomendasi lebih pendek yaitu dari 20 hari menjadi 9 hari. Disamping itu pekerjaan dengan dump truck juga lebih produktif karena akan melayani pekerjaan excavator lebih maksimal. Total biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan timbunan berdasarkan estimasi kontraktor yaitu sebesar Rp 479,370,912.27, sedangkan berdasarkan hasil analisa pada penelitian ini yaitu sebesar 423,281,968.84. Hasil perhitungan komposisi biaya alat berat existing dan rekomendasi menunjukkan bahwa perhitungan biaya dengan komposisi alat berat hasil rekomendasi lebih rendah sebesar Rp 56.088.943,43. Jumlah alat dan durasi pekerjaan menjadi pertimbangan utama guna menilai produktivitas dan efisiensi kerja dari alat berat yang menguntungkan bagi pelaksana pekerjaan. Selain itu jenis dan kondisi alat berat juga sangat mempengaruhi. Hal tersebut sejalan dengan

KESIMPULAN

Perencanaan penggunaan alat berat pada pekerjaan penimbunan, yang meliputi efisiensi kerja biaya dan waktu akan berdampak pada kelancaran pekerjaan di lapangan. Terkadang, pelaksanaan pekerjaan di lapangan berbeda dengan yang direncanakan. Banyak faktor yang menyebabkan

terjadinya perbedaan tersebut seperti jauh lokasi tempat pengambilan timbunan serta cuaca yang kurang mendukung, tingkat kesulitan kerja di lapangan. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan diperoleh bahwa komposisi alat berat yang paling optimal (yang efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya) adalah pada pekerjaan yang direkomendasikan dengan komposisi 1 unit excavator 11 unit dump truck dan 1 unit bulldozer. Waktu yang dibutuhkan pada komposisi ini adalah 14 hari. Selisih 11 hari lebih cepat dari kondisi eksisting (lapangan) dengan selisih biaya Rp.56.088.943.43. Dengan demikian, alternatif tersebut dipandang dapat dipakai dalam proyek timbunan pekerjaan penimbunan perumahan Red Fox Residence Pekanbaru.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada pihak kontraktor perumahan Red Fox Residence yang telah membantu dalam penyediaan data sekunder dan membantu dalam proses observasi pengumpulan data dilapangan.

REFERENSI

- [1] L. R. Peurifoy, *Construction, Planning, Equipment, and Methods*, Seventh Edition. Mc Graw Hill, Inc, 2006.
- [2] PUPR Bidang Sumber Daya Air, *Pedoman Penyusunan Spesifikasi Teknis Volume 1 Umum Bagian - 1: Pekerjaan Tanah*. 2022.
- [3] Ach. Muhib Zainuri, *Mesin Pindah Bahan: Material Handling Equipment*, 1st ed. Yogyakarta: Andi, 2010.
- [4] S. Purwanto, M. A. Mu'min, and D. Amaludin, "Analisa Kebutuhan Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Pembentukan Lahan Proyek Cluster Duo Perumahan Talaga Bestari Untuk Tercapainya Efisiensi Biaya Proyek," *Structure Teknik Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 138-47, Sep. 2021.
- [5] D. Febrianti and Z. Zulyaden, "Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan," *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, vol. 4, no. 1, Oct. 2018, doi: 10.35308/jts-utu.v4i1.586.
- [6] T. A. Nasukha and F. Nugraheni, "Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pindahkan Tanah Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Kertosono Paket 3 Zona 2 (Sta. 128+500 - Sta. 132+000)," in *Prosiding Kolokium Program Studi Teknik Sipil (KPSTS) FTSP UII*, Nov. 2018.

- [7] A. T. H. Kusumo, H. Triwuryanto, R. Maulana, and S. N. Sari, "Analisis Pemilihan Alat Berat Dalam Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Bendungan Bener," *Equilib*, vol. 03, no. 01, pp. 55–64, Mar. 2022.
- [8] S. F. Rostiyanti, *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*, 2nd ed. Rineka Cipta, 2008.
- [9] D. J. Edwards, *Guidance on the safe use of excavator quick-hitch devices*. 2007. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/305075523>
- [10] I. I. Susanti, M. Ratri, and A. Putri, "Optimization Heavy Equipment Productivity Against Costs on Un-Top Soil and Spreading Work With Linear Programming Simplex Method," *International Journal of Sciences, Engineering and Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 89–98, Nov. 2021, [Online]. Available: <http://adri.journal.or.id/index.php/ijset/index>
- [11] "Overview of optimization," *Process Systems Engineering*, vol. 7, no. C, pp. 285–314, Jan. 2006, doi: [https://doi.org/10.1016/S1874-5970\(06\)80012-3](https://doi.org/10.1016/S1874-5970(06)80012-3).
- [12] Sapitri and F. Firdaus, "Waste Konstruksi: Identifikasi Potensi dan Penyebabnya Pada Proyek Perumahan Di Pekanbaru," *JURNAL SAINTIS*, vol. 19, no. 2, pp. 79–88, Nov. 2019, doi: [10.25299/saintis.2019.vol19\(2\).3904](https://doi.org/10.25299/saintis.2019.vol19(2).3904).
- [13] M. I. Marais, "Pengoimalan Pemindahan Tanah Mekanis Dengan Sistem Multi Channel Single Phase Pada Proyek Pembangunan Retail Indomaret Kalimantan Selatan," *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, vol. 11, no. 02, pp. 108–115, 2022, [Online]. Available: <http://jtb.ulm.ac.id/index.php/JTB>
- [14] S. S. Riskijah, B. A. Pradipta, and D. Lidyaningtyas, "Optimization of heavy equipment for earthwork in the construction of Mainroad Section X of Pandaan-Malang Toll Road," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1073, no. 1, p. 012020, Feb. 2021, doi: [10.1088/1757-899x/1073/1/012020](https://doi.org/10.1088/1757-899x/1073/1/012020).
- [15] Menteri PUPR Republik Indonesia, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. 2016.
- [16] Sapitri, "Kajian Progress Fisik pada Proyek Pembangunan Spillway Dalam Kondisi Force Majeure," *Jurnal Saintis*, no. 2, 2016., <https://journal.uir.ac.id/index.php/saintis/article/view/1752/1085>

This page is intentionally blank