

PRODUKTIVITAS KOMBINASI PEMAKAIAN ALAT BERAT EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK PADA PEKERJAAN GALIAN PROYEK PEMBANGUNAN GUDANG CJ LOGISTIC SAFE'N'LOCK ECO INDUSTRIAL PARK

Reinanda Aurellia Pramesti¹, Hasan Dani²

¹ Mahasiswa D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya.

² Dosen D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya.

Email: reinandaurellia.21017@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Pada proyek pembangunan Gudang *CJ Logistic Safe'n'Lock Eco Industrial Park* terdapat pekerjaan galian yang memerlukan alat berat seperti *excavator* dan *dump truck* sebagai alat bantu untuk pekerjaan pemindahan tanah. Meskipun proyek ini telah berjalan, pengaturan alat berat yang digunakan belum optimal, berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama periode penggalian tanah terdapat waktu tunggu *excavator* terhadap *dump truck*, hal ini yang dapat mempengaruhi produktivitas dan juga mengurangi efisiensi proses pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas *excavator* dan *dump truck*, membandingkan kombinasi alat berat untuk menentukan pilihan yang paling optimal dari segi waktu dan biaya, serta menetapkan jumlah alat dan durasi kerja yang paling efisien. Dengan pendekatan kuantitatif dan analisis komparatif digunakan untuk mengevaluasi dua alternatif kombinasi alat berat. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa produktivitas *excavator Hitachi zx210f-5g* adalah sebesar 47,62 m³/jam, dan untuk produktivitas *dump truck Mitsubishi Fuso FM 517 HS 7.5 MT* sebesar 26,32 m³/jam. Hasil analisis menunjukan bahwa kombinasi 3 merupakan kombinasi yang paling optimal. Kombinasi ini memberikan percepatan durasi sebesar 65,71% atau 23 jam lebih cepat dibandingkan dengan kondisi awal, dengan peningkatan biaya sebesar Rp11.884.875,00 atau 39,33%.

Kata Kunci: *Excavator, Dump Truck, Kombinasi, Pekerjaan Galian, Produktivitas*

Abstract

In the CJ Logistic Safe'n'Lock Eco Industrial Park Warehouse construction project, there is excavation work that requires heavy equipment such as excavators and dump trucks as aids for earthmoving work. Although this project has been running, the arrangement of heavy equipment used has not been optimal, based on observations made during the earthmoving period there is a waiting time for the excavator to the dump truck, this can affect productivity and also reduce the efficiency of the work process. This study aims to analyze the productivity of excavators and dump trucks, compare combinations of heavy equipment to determine the most optimal choice in terms of time and cost, and determine the number of tools and the most efficient work duration. With a quantitative approach and comparative analysis used to evaluate two alternative combinations of heavy equipment. The calculation results show that the productivity of the Hitachi zx210f-5g excavator is 47.62 m³/hour, and for the productivity of the Mitsubishi Fuso FM 517 HS 7.5 MT dump truck is 26.32 m³/hour. The results of the analysis indicate that combination 3 is the most optimal combination. This combination provides a duration acceleration of 65.71% or 23 hours faster compared to the initial condition, with a cost increase of Rp11,884,875.00 or 39.33%.

Keywords: *Excavator, Dump Truck, Combination, Excavation Work, Productivity*

PENDAHULUAN

Pembangunan konstruksi belakangan ini semakin berkembang dengan sangat pesat seiring meningkatnya kemajuan dari teknologi dan juga bertambahnya populasi manusia. Mulai dari

pembangunan pada jalan, gedung, bendungan dan pembangunan lainnya sedang berkembang di berbagai wilayah di Indonesia (Hariyanto et al., 2020). Bangunan merupakan struktur yang dibangun dengan tujuan tertentu, baik untuk hunian, industri,

komersial, atau fungsi lainnya. Bangunan sendiri sangat terkait erat dengan proyek konstruksi dalam industri pembangunan. Suatu proyek merupakan upaya mengerahkan sumber daya yang ada dan diorganisasikan untuk mencapai tujuan, sasaran, dan harapan penting tertentu yang harus diselesaikan dalam batas waktu yang telah disepakati (Kaprina et al., 2018).

Dalam suatu proyek konstruksi harus memperhatikan beberapa hal penting yaitu waktu, biaya, dan mutu. Ketiganya bergantung pada perencanaan yang cermat terhadap metode pelaksanaan, penggunaan alat dan penjadwalan. Keberhasilan suatu proyek konstruksi dapat diukur dari dua hal, yaitu keuntungan yang didapatkan serta ketepatan waktu penyelesaian proyek, oleh karena itu pemilihan alat berat yang akan digunakan pada proyek merupakan salah satu upaya untuk mencapai keberhasilan tersebut (Putra, 2018).

Pada proyek dengan skala yang besar untuk mempercepat pekerjaan galian tanah digunakannya alat berat seperti *excavator* dan *dump truck* untuk melakukan pekerjaan gali-muat. Alat berat yang akan digunakan pada suatu proyek harus sesuai dengan kondisi dan situasi yang ada pada proyek, sehingga ketepatan dalam memilih alat berat sangat mempengaruhi produktivitas dari alat berat tersebut (Kalengkongan et al., 2020). Kombinasi alat berat merupakan upaya untuk menentukan jumlah kebutuhan alat berat yang akan digunakan, jenis alat berat, menghitung waktu dan biaya yang dibutuhkan oleh setiap kombinasi alat berat yang akan digunakan. Oleh karena itu dibutuhkannya analisis kombinasi pada alat berat yang akan digunakan pada pekerjaan galian tanah untuk mengetahui produktivitas alat berat tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

Gudang

Menurut Maryono & Widyastuti (2024) gudang merupakan tempat yang menjadi aktivitas pengelolaan barang meliputi kegiatan penerimaan, penyortiran, penyimpanan, dan pengiriman barang. Gudang didefinisikan sebagai tempat penyimpanan sementara dan pengambilan inventori untuk mendukung kegiatan operasi bagi proses berikutnya, atau ke lokasi distribusi, atau kepada konsumen akhir (Saputra & Sihombing, 2020). Gudang juga dapat didefinisikan sebagai tempat yang dibebani tugas untuk menyimpan barang yang akan dipergunakan dalam produksi sampai barang diminta sesuai dengan jadwal produksi yang berfungsi menjadi titik pengiriman barang dimana semua barang dapat diterima dan dikirim secepat, seefektif, dan seefisien mungkin (Noor, 2018).

Galian dan Pemindahan Tanah

Pekerjaan tanah merupakan pekerjaan awal yang sangat penting dan menjadi pendahulu sebelum dimulainya pekerjaan konstruksi, yaitu untuk menentukan elevasi rencana, oleh karena itu diperlukan proses galian dan pemindahan tanah (Gultom et al., 2020). Pekerjaan galian merupakan proses pemindahan tanah atau batuan dari satu lokasi ke lokasi lain dan memprosesnya sehingga dapat memenuhi persyaratan elevasi (Sutanto et al., 2015). Pekerjaan galian meliputi galian, pengangkutan, pembuangan, dan pemadatan. Pemindahan tanah merupakan semua pekerjaan yang berhubungan dengan kegiatan tanah seperti penggalian, pemuatan, pengangkutan, penimbunan, perataan, dan pemadatan tanah atau batuan dengan menggunakan alat-alat besar (Zulkarnaen et al., 2023).

Alat Berat

Alat berat diartikan sebagai peralatan atau mesin berukuran besar yang dirancang untuk melakukan pekerjaan konstruksi seperti pekerjaan tanah, jalan, gedung, perkebunan, dan pertambangan (Kurniawan, 2023). Alat berat merupakan salah satu unsur penunjang pelaksanaan pekerjaan untuk mencapai target waktu dan volume yang telah ditentukan sebelumnya. Pemilihan alat berat merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan keberhasilan suatu proyek sehingga dapat berjalan dengan lancar, kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar hingga pembengkakan biaya proyek. Sehingga dalam pemilihan alat berat harus memperhatikan klasifikasi alat yang akan digunakan sesuai dengan kebutuhan dan metode pelaksanaan.

Excavator

Excavator merupakan alat berat yang memiliki peran yang penting dalam berbagai proyek konstruksi, terutama untuk pekerjaan yang melibatkan penggalian, pemindahan *material*, dan persiapan lahan. Alat ini terdiri dari beberapa komponen utama seperti *boom*, *arm*, dan *bucket* yang digerakan oleh sistem hidrolis. Sistem hidrolis pada *excavator* memungkinkan tenaga yang dihasilkan oleh mesin untuk ditransfer secara efisien ke bagian-bagian alat, sehingga menghasilkan gaya yang cukup besar untuk menggerakkan dan mengangkat *material* berat.

Dump Truck

Dump Truck merupakan alat berat yang digunakan untuk mengangkut *material* dalam jumlah besar, seperti tanah, pasir, batu dan *material* konstruksi lainnya. kendaraan ini dilengkapi dengan bak terbuka yang dapat dimiringkan atau diangkat untuk memudahkan proses penurunan *material* pada

lokasi tujuan. *Dump truck* menggunakan sistem hidrolis yang memungkinkan bak pada *dump truck* dapat diangkat ke atas, sehingga *material* dapat dituangkan dengan cepat dan efisien. Keunggulan utama *dump truck* terletak pada efisiensinya dalam mengangkut dan menurunkan *material*, seratnya kemampuannya untuk beroperasi di berbagai jenis medan.

Produktivitas

Menurut Arista (2024), produktivitas merupakan kemampuan alat yang dinyatakan dalam satuan (m^3/jam). Produktivitas alat berat bergantung pada kapasitas, waktu siklus alat, dan efisiensi alat. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek tidak berjalan lancar, sehingga menyebabkan pembengkakan pada kebutuhan biaya, juga dapat menyebabkan produktivitas alat berat yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat berat menjadi tidak sesuai (Sokop et al., 2018). Terdapat faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan penggunaan alat berat pada proyek, seperti lokasi proyek, dan jenis pekerjaan yang akan dilakukan, dalam pemilihan terdapat besaran yang dinamakan produktivitas untuk mengetahui tingkat efektivitas dan efisiensi alat berat tersebut (Sahid et al., 2021). Terdapat 3 (tiga) faktor yang mempengaruhi pengoperasian alat, yaitu waktu, material, efisiensi.

Biaya Operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang berkaitan dengan pengoperasian suatu alat berat, biaya operasional hanya dikeluarkan ketika alat berat beroperasi (Ramadhan & Prasetyono, 2024). Saat alat berat mulai dioperasikan, perhitungan biaya operasional penyewaan yang dikeluarkan meliputi biaya sewa alat berat perjam, biaya *mobilisasi* atau *demobilisasi*, biaya bahan bakar, dan biaya operator (Prisdawani et al., 2022).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif, penelitian kuantitatif merupakan suatu pendekatan yang didasari oleh sesuatu yang pasti, faktual, dan berdasarkan data empiris dalam meneliti suatu sampel dimana pengambilan sampel diambil secara acak dengan mengumpulkan data melalui instrument (Irsadunnafi, 2024). Pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang mengarah pada analisis komperatif. Analisis komperatif merupakan penelitian yang bersifat membandingkan (Arista, 2024). Dengan membandingkan beberapa jenis kombinasi jumlah *excavator* dan *dump truck*, setelah itu dapat ditarik kesimpulan kombinasi jumlah *excavator* dan *dump truck* mana yang paling

efisien dari segi waktu dan juga biaya. Berikut terdapat tahapan penelitian ini:

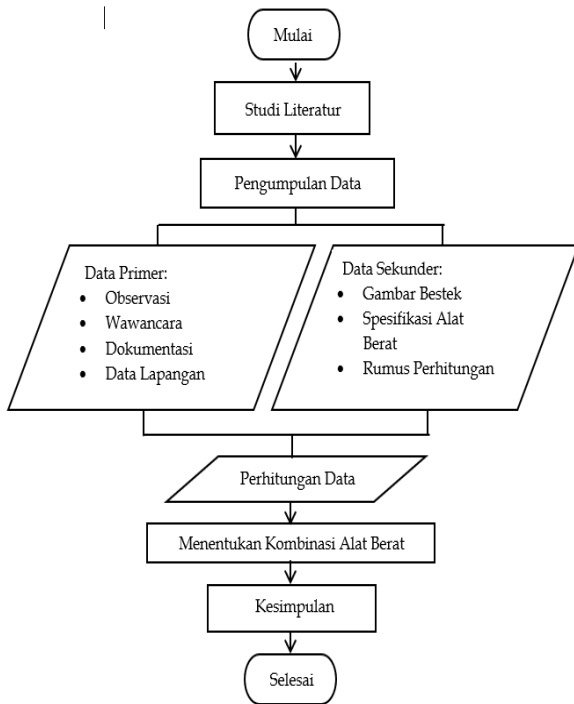
1. Penentuan objek penelitian
Objek penelitian dilakukan pada proyek Pembangunan Gudang *CJ logistic Safe'n'Lock Eco Industrial Park*.



Gambar 1 Lokasi Penelitian
(Sumber: www.googlemaps.com)

2. Mengumpulkan data yang dibutuhkan
Metode penelitian disusun untuk mengarahkan pembahasan studi secara struktur mulai dari penelitian terdahulu, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data yang dapat dilakukan melalui referensi penelitian sebelumnya dan dapat dilakukan melalui observasi lapangan secara langsung. Pengumpulan data primer dapat diperoleh dengan melakukan survei atau observasi langsung pada lokasi proyek serta melakukan proses dokumentasi. Data sekunder dalam penelitian berupa literatur mengenai spesifikasi alat berat, gambar bestek, rumus perhitungan, faktor dan kapasitas alat berat yang digunakan pada penelitian ini.
3. Mengolah data
Setelah mendapatkan data yang diperlukan maka langkah selanjutnya adalah perhitungan data. Pada tahap mengolah atau menganalisis perhitungan pada kombinasi produktivitas alat berat *excavator* dan *dump truck* didapat dengan rumus yang ada dan pengolahan data menggunakan bantuan *Microsoft Excel*. Terdapat beberapa perhitungan produktivitas alat berat, dan biaya operasional, sehingga dapat membuat dan menentukan kombinasi alat berat yang paling optimal.
4. Analisis hasil
Menganalisis data atau hasil yang sudah dihitung serta dibandingkan agar mendapatkan alasan dari terjadinya perbedaan perbandingan.
5. Kesimpulan
Tahapan akhir merupakan tahapan kesimpulan pada hasil penelitian yang telah dilakukan dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Volume Galian

Pada penelitian ini pekerjaan galian tanah yang digunakan sebagai data untuk menghitung volume galian merupakan pekerjaan galian pondasi *pile cap*, dan pekerjaan galian *drainase*. Hasil perhitungan volume galian untuk pekerjaan *drainase* akan digabungkan dengan hasil perhitungan volume galian pekerjaan *pile cap*. Jumlah total volume galian tersebut akan dikalikan dengan faktor *swelling*. Berikut ini merupakan hasil perhitungan total volume galian.

1. Volume Galian *Pile Cap* : 116,23 m³
2. Volume Galian *Drainase* : 1236,00 m³
3. Total Volume Galian = 116,23 + 1236,00 = 1352,23 m³
4. Total Volume x *Swelling* = 1352,23 x 1,25 = 1690,28 m³

Dari hasil perhitungan tersebut didapatkan total volume galian tanah sebesar 1690,28 m³.

Perhitungan Produktivitas Excavator

Pada proyek ini *excavator* mempunyai fungsi yaitu untuk menggali tanah dan untuk memindahkan tanah ke dalam *bak dump truck*. Digunakan unit *excavator* sebagai berikut.

- a. Kapasitas *Bucket* (V) : 0,91 m³
- b. Faktor *Bucket* (Fb) : 0,9
- c. Efisiensi Kerja (FaEXC) : 0,75
- d. Faktor Koreksi (Fv) : 0,9
- e. Waktu Siklus : 0,86 menit

Produktivitas *excavator* per jam (m³/jam)

$$\begin{aligned}
 (Q) &= \frac{v \times FaEXC \times Fb \times 60}{Ts \times Fv} \\
 &= \frac{0,91 \times 0,75 \times 0,9 \times 60}{0,86 \times 0,9} \\
 &= 47,62 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Produktivitas *Dump Truck*

Berikut ini merupakan data alat berat *dump truck* yang akan digunakan untuk perhitungan produktivitas.

- a. Kapasitas *bak dump truck* (V) : 28,42 m³
- b. Produktivitas *excavator* (Qexc) : 47,62 m³/jam
- c. Efisiensi kerja (FaDT) : 0,75
- d. Berat jenis *material* (D) : 1,6 ton/m³
- e. Waktu siklus (Ts) : 30,37 menit

Produktivitas *dump truck* per jam (m³/jam)

$$\begin{aligned}
 (Q1) &= \frac{v \times FaDT \times 60}{D \times Ts} \\
 &= \frac{28,42 \times 0,75 \times 60}{1,6 \times 30,37} \\
 &= 26,32 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Biaya Sewa Alat

Data harga sewa alat berat pada perhitungan ini diperoleh berdasarkan informasi aktual dari proyek yang sedang berjalan, yang mencerminkan kondisi harga pasar pada saat pelaksanaan pekerjaan. Sementara itu, harga bahan bakar yang digunakan dalam perhitungan diperoleh dari situs resmi Pertamina agar sesuai dengan harga yang berlaku. Dibawah ini merupakan perhitungan biaya sewa total alat berat yang digunakan:

1. *Excavator*
 - a. Tipe : *Hitachi zx210f-5g*
 - b. Harga sewa alat = Rp155.000,00/jam
 - c. Bahan bakar = Rp233.625,00/jam
 - d. Operator = Rp15.625,00/jam
 - e. Harga sewa total = Rp404.250,00/jam
2. *Dump Truck*
 - a. Tipe : *Mitsubishi Fuso FM*
 - b. Harga sewa alat = Rp230.000,00/jam
 - c. Bahan bakar = Rp213.600,00/jam
 - d. Operator = Rp15.625,00/jam
 - e. Harga sewa total = Rp459.225,00/jam

Perhitungan Kombinasi

Perhitungan kombinasi alat berat *excavator* dan *dump truck* dilakukan berdasarkan produktivitas dari alat berat dan biaya sewanya, sebelum itu dilakukannya analisa terhadap kondisi asli di lapangan yang nantinya akan digunakan sebagai pembandingan terhadap hasil perhitungan kombinasi alat berat.

1. Analisa Kondisi Asli					
A. <i>Excavator</i>					
a. Jumlah alat (n)	= 1 unit		a. Jumlah alat (n)	= 2 unit	
b. Volume Galian	= 1690,28 m ³		b. Volume Galian	= 1690,28 m ³	
c. Produksi <i>excavator</i> (Q)	= 47,62 m ³ /jam		c. Produksi <i>excavator</i> (Q)	= 47,62 m ³ /jam	
d. Produksi keseluruhan	= Q x n		d. Produksi keseluruhan	= Q x n	
	= 47,62 x 1 unit			= 47,62 x 2 unit	
	= 47,62 m ³ /jam			= 95,23 m ³ /jam	
e. Waktu kerja	= $\frac{V. \text{ Galian}}{\text{Produksi keseluruhan}}$		e. Waktu kerja	= $\frac{V. \text{ Galian}}{\text{Produksi exca keseluruhan}}$	
	= $\frac{1690,28 \text{ m}^3}{47,62 \text{ m}^3/\text{jam}}$			= $\frac{1690,28 \text{ m}^3}{95,23 \text{ m}^3/\text{jam}}$	
	= 35,48 jam \approx 35 jam			= 17,74 jam \approx 18 jam	
Biaya sewa total	= Rp404.250,00 x 35		Biaya sewa total	= Rp404.250,00 x 18	
	x 1 unit			x 2 unit	
	= Rp14.148.750,00			= Rp14.553.000,00	
B. <i>Dump Truck</i>			B. <i>Dump Truck</i>		
Biaya sewa total	= Rp459.225,00 x 35		f. Volume galian	= 1690,28 m ³	
	x 1 unit		g. Produktivitas <i>dump truck</i>	= 26,32 m ³ /jam	
	= Rp16.072.875,00		h. Produktivitas <i>excavator</i>	= 95,23 m ³ /jam	
2. Alternatif Kombinasi Satu			Jumlah <i>dump truck</i> (n)	= $\frac{\text{Produksi Terbesar}}{\text{Produksi Terkecil}}$	
A. <i>Excavator</i>				= $\frac{95,23}{26,32}$	
a. Jumlah alat (n)	= 1 unit			= 3,62 unit \approx 4 unit	
b. Volume Galian	= 1690,28 m ³		Biaya sewa total	= Rp459.225,00 x 18	
c. Produksi <i>excavator</i> (Q)	= 47,62 m ³ /jam			x 4 unit	
d. Produksi keseluruhan	= Q x n			= Rp33.064.200,00	
	= 47,62 x 1 unit		4. Alternatif Kombinasi Tiga		
	= 47,62 m ³ /jam		A. <i>Excavator</i>		
e. Waktu kerja	= $\frac{V. \text{ Galian}}{\text{Produksi exca keseluruhan}}$		a. Jumlah alat (n)	= 3 unit	
	= $\frac{1690,28 \text{ m}^3}{47,62 \text{ m}^3/\text{jam}}$		b. Volume Galian	= 1690,28 m ³	
	= 35,48 jam \approx 35 jam		c. Produksi <i>excavator</i> (Q)	= 47,62 m ³ /jam	
Biaya sewa total	= Rp404.250,00 x 35		d. Produksi keseluruhan	= Q x n	
	x 1 unit			= 47,62 x 3 unit	
	= Rp14.148.750,00			= 142,85 m ³ /jam	
B. <i>Dump Truck</i>			e. Waktu kerja	= $\frac{V. \text{ Galian}}{\text{Produksi exca keseluruhan}}$	
f. Volume galian	= 1690,28 m ³			= $\frac{1690,28 \text{ m}^3}{142,85 \text{ m}^3/\text{jam}}$	
g. Produktivitas <i>dump truck</i>	= 26,32 m ³ /jam			= 11,83 jam \approx 12 jam	
h. Produktivitas <i>excavator</i>	= 47,62 m ³ /jam		Biaya sewa total	= Rp404.250,00 x 12	
Jumlah <i>dump truck</i> (n)	= $\frac{\text{Produksi Terbesar}}{\text{Produksi Terkecil}}$			x 3 unit	
	= $\frac{47,62}{26,32}$			= Rp14.553.000,00	
	= 1,81 unit \approx 2 unit		B. <i>Dump Truck</i>		
Biaya sewa total	= Rp459.225,00 x 35		f. Volume galian	= 1690,28 m ³	
	x 2 unit		g. Produktivitas <i>dump truck</i>	= 26,32 m ³ /jam	
	= Rp32.145.750,00		h. Produktivitas <i>excavator</i>	= 142,85 m ³ /jam	
3. Alternatif Kombinasi Dua			Jumlah <i>dump truck</i> (n)	= $\frac{\text{Produksi Terbesar}}{\text{Produksi Terkecil}}$	
A. <i>Excavator</i>					

$$= \frac{142,85}{26,32}$$

$$= 5,43 \text{ unit} \approx 5 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa total} &= \text{Rp}459.225,00 \times 12 \\ &\quad \times 5 \text{ unit} \\ &= \text{Rp}27.553.500,00 \end{aligned}$$

Perbandingan Kombinasi

Di bawah ini merupakan penggabungan perhitungan tiap kombinasi seperti jumlah alat yang digunakan, durasi pekerjaan, dan biaya sewa alat berat dalam bentuk tabel, sehingga nantinya dapat memudahkan dalam membandingkan analisa kondisi asli dengan kombinasi alat berat.. Kemudian akan dilakukan perbandingan tiap kombinasi terhadap analisa kondisi asli berdasarkan waktu pekerjaan dan juga biaya sewa.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Analisa Kondisi Asli

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	1	35	404.250	14.148.750
<i>Dump Truck</i>	1	35	459.250	16.072.875
Total		35		30.221.625

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kombinasi Satu

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	1	35	404.250	14.148.750
<i>Dump Truck</i>	2	35	459.250	32.145.750
Total		35		46.294.500

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kombinasi Dua

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	2	18	404.250	14.553.00
<i>Dump Truck</i>	4	18	459.250	33.064.200
Total		18		47.617.200

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kombinasi Tiga

Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (Jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	3	12	404.250,00	14.553.000,00
<i>Dump Truck</i>	5	12	459.250,00	33.064.200,00
Total		12		47.617.200,00

Pembahasan

Hasil perhitungan analisa terhadap kondisi asli di lapangan akan digunakan sebagai pembandingan terhadap hasil perhitungan kombinasi alat berat, untuk mengetahui kombinasi yang paling optimal dari segi waktu dan juga biaya sewa. Berikut merupakan perhitungan perbandingan di setiap tiap kombinasi terhadap kondisi asli.

Perbandingan Kombinasi Satu dan Kondisi Asli

$$1. \text{ Perbandingan Waktu} = \frac{35-35}{35} \times 100\% = 0$$

$$2. \text{ Perbandingan Biaya} = \frac{46.294.500,00 - 30.221.625,00}{30.221.625,00} \times 100\% = + 53,18\%$$

Keterangan:

- (-) Pekerjaan lebih cepat dan biaya lebih murah
- (+) Pekerjaan lebih lama dan biaya lebih mahal

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kombinasi Tiga

	Kombinasi Satu	Kombinasi Dua	Kombinasi Tiga
Waktu (%)	0	- 48,57	- 65,71
Waktu (Jam)	0	- 17	- 23
Biaya (%)	53,18	57,56	39,33
Biaya (Rp)	16.072.875,00	17.395.575,00	11.884.875,00

Berdasarkan Tabel 5 yang menyajikan rekapitulasi data perbandingan tiga kombinasi alat berat *excavator* dan *dump truck*, dapat diketahui bahwa Kombinasi 1 tidak memberikan efisiensi baik dari segi waktu maupun biaya. Kombinasi 2, yang menggunakan 2 unit *excavator* dan 4 unit *dump truck*, memberikan percepatan waktu kerja sebesar 48,57% atau lebih cepat 17 jam jika dibandingkan dengan kondisi asli, dengan total durasi pekerjaan menjadi 18 jam. Namun, biaya sewa meningkat menjadi Rp17.393.575,00 atau naik sebesar 57,65% dari kondisi awal. Kombinasi 3 lebih efisien, dengan

tambahan biaya yang lebih kecil dibandingkan dengan kombinasi yang lain, Kombinasi 3 mampu memberikan percepatan waktu yaitu 23 jam lebih cepat dibandingkan dengan kondisi asli di lapangan. Hal ini menjadikan Kombinasi 3 sebagai pilihan kombinasi yang paling optimal, karena menghasilkan efisiensi waktu paling tinggi dengan biaya tambahan yang paling kecil dibandingkan dengan kombinasi lainnya, kombinasi 3 ini memberikan keseimbangan yang terbaik antara percepatan waktu pelaksanaan dan pengendalian biaya sewa alat.

Diagram Perbandingan



Gambar 3. Diagram Perbandingan Kombinasi

Diagram di atas menyajikan perbandingan dari ketiga kombinasi berdasarkan efisiensi biaya dan percepatan waktu kerja. Dapat dilihat bahwa Kombinasi 3 memberikan percepatan waktu paling signifikan yaitu sebesar 65,71%, dengan kenaikan biaya sewa alat berat sebesar 39,33%. Sehingga berdasarkan perbandingan kombinasi dari segi waktu dan biaya, Kombinasi 3 merupakan pilihan yang paling optimal, karena mampu memberikan percepatan waktu kerja paling besar dengan biaya yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan kombinasi lainnya.

SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan rekapitulasi perbandingan alternatif kombinasi pemakaian alat berat *excavator* dan *dump truck* dari segi biaya dan waktu, maka dapat disimpulkan bahwa produktivitas *excavator Hitachi zx210f-5g* adalah sebesar 47,62 m³/jam, dan untuk produktivitas *dump truck Mitsubishi Fuso FM 517 HS 7.5 MT* sebesar 26,32 m³/jam. Perbandingan waktu dan biaya pada tiap kombinasi alat berat *excavator* dan *dump truck* menunjukkan bahwa setiap penambahan jumlah alat berat dapat mempercepat durasi pekerjaan, namun juga meningkatkan biaya sewa. Kombinasi 3 dengan 3 unit *excavator* dan 5 unit *dump truck*, menghasilkan percepatan durasi sebesar 65,71%, dengan peningkatan biaya sewa yang lebih rendah dibanding kombinasi lain, yaitu hanya

39,33%. Hal ini menjadikan Kombinasi 3 sebagai pilihan paling optimal dari segi waktu dan biaya

REFERENSI

- Arista, D. (2024). Produktivitas Alat Berat Excavator Komatsu Pc78 Untuk Pekerjaan Galian Pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Siti Khodijah Muhammadiyah Tahap 3 Cabang Sepanjang. *Jurnal Vokasi Teknik Sipil*, 2(2), 13–18.
- Gultom, R. I., Rassarandi, F. D., & Siagian, G. P. (2020). Perhitungan Volume Galian Dan Timbunan Dengan Metode Cut & Fill Pada Pembangunan Jalan Dan Area Parkir Rusun 2 Kawasan Industrial Panbil Muka Kuning. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (Sentrinov)*, 6(1), 702–709.
- Hariyanto, B., Lestari, D. M., & Firdaus, R. (2020). Kuantitatif Penggunaan Alat Berat Untuk Item Pekerjaan Galian Dan Timbunan (Studi Kasus: Peningkatan Jalan Kecamatan Ciruas-Lebakwangi-Pontang-Tirtayasa) Kabupaten Serang. *Journal Of Sustainable Civil Engineering (Josce)*, 2(01), 29–40.
- Irsadunafi, N. H. (2024). Jenis Dan Dominasi Material Yang Diangkat Oleh Tower Crane Pada Pekerjaan Struktur (Studi Kasus Proyek Rumah Sakit Mitra Keluarga Sidoarjo). *Jurnal Vokasi Teknik Sipil*, 2(2), 31–38.
- Kalengkongan, B. B., Arsjad, T. T., & Mangare, J. B. (2020). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Pembangunan Tower Sutet Likupang-Paniki. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1).
- Kaprina, A., Winarto, S., & Purnomo, Y. C. S. (2018). Analisa Produktifitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Syariah Dan Ilmu Hukum Iain Tulungagung. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(1), 1–11.
- Kurniawan, S. (2023). Produktivitas Alat Berat Pada Galian Dan Timbunan. *Jumatis: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, 4(1), 266–271.
- Maryono, M. M., & Widyastuti, D. D. (2024). Pengaruh Fasilitas Dan Kemampuan Kerja Petugas Terhadap Efektivitas Pergudangan Pt Ardhy Bumi Persada Jakarta Timur. *Jurnal Ilmiah M-Progress*, 14(2), 222–235.
- Noor, I. (2018). Peningkatan Kapasitas Gudang Dengan Redesign Layout Menggunakan Metode Shared Storage. *J. Jieom*, 1(1), 1.
- Prisdawani, T., Lubis, M., & Tanjung, D. (2022). Analisa Estimasi Biaya Pada Pelaksanaan Proyek Pembangunan Bendungan Lau Simeme Paket Ii Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat Di Kab. Deli Serdang Sumatera Utara. *Buletin Utama Teknik*, 17(3), 235–240.

- Putra, D. H. (2018). *Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum Uii.*
- Sahid, M. N., Listyawan, A. B., Solikhin, M., & Masithoh, S. (2021). Kajian Produktivitas Alat Berat Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Bendungan Bendo. *Media Teknik Sipil, 19*(1), 33–39.
- Saputra, S., & Sihombing, T. Y. (2020). Analisis Kualitas Pelayanan Pergudangan Pada Pt Agility International Cabang Surabaya. *Pro Mark, 10*(2).
- Sokop, R. M., Arsjad, T. T., & Malingkas, G. (2018). Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. *Tekno, 16*(70).
- Sutanto, K. R., Kosasi, M. H., & Andi, A. (2015). Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Gedung P1 P2 Uk Petra. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil, 4*(1).
- Zulkarnaen, Z., Fitrayuddin, F., Satriawansyah, T., & Juniansyah, D. (2023). Optimasi Penggunaan Peralatan Pemindahan Tanah Mekanis Untuk Meningkatkan Kinerja Waktu Dan Biaya:(Studi Kasus: Proyek Jalan Lingkar Selatan Lunnyuk). *Jurnal Sainteka, 4*(3), 9–14.