

Kombinasi Alat Berat pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Dan Galian pada Pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan Lot 3 Pantai Serang – Summersih

Wisnu Panji Septiono¹, Aldy Syahputra², Hendrata Wibisana³, Karina Meilawati Eka Putri⁴
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya-60294, Indonesia¹

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Pembangunan jalan, Galian tanah, Produktivitas alat berat.

Correspondence email:

21035010104@student.upnjatim.ac.id

Submitted: 21-12-2024

Revised: 21-02-2025

Accepted: 24-02-2025

Published: 24-02-2025

ABSTRAK

Pembangunan jalan adalah salah satu aspek utama untuk mendukung pertumbuhan ekonomi serta memperlancar mobilitas masyarakat. Salah satu tahap yang krusial dalam proyek ini adalah pekerjaan pemindahan tanah dan galian tanah, yang memerlukan perencanaan alat berat yang tepat untuk mencapai efisiensi waktu, biaya, dan kualitas. Analisa ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis pemilihan kombinasi alat berat yang optimal pada proyek pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan (JLS) Lot 3 Pantai Serang – Summersih, dengan fokus pada pekerjaan galian tanah dan pemindahan tanah. Proyek ini memiliki tantangan geografi yang kompleks, seperti perbukitan dan variasi jenis tanah yang memerlukan alat berat yang sesuai untuk mengoptimalkan produktivitas. Menggunakan metode pendekatan kuantitatif, mengumpulkan data, studi dokumentasi serta wawancara. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan rumus perhitungan untuk produktivitas alat berat untuk mengidentifikasi kombinasi alat berat yang paling efisien. Dari hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa kombinasi alat berat yang terdiri dari 1 excavator Kobelco SK200, 1 excavator Kobelco SK200, 4 unit dump truck, dan bulldozer dapat meningkatkan efisiensi kerja serta mengurangi waktu dan biaya yang diperlukan. Sehingga kombinasi 1 yang dipilih karena paling optimal dalam proses pengerjaan galian tanah dan pemindahan tanah di proyek pembangunan jalan JLS Lot 3 Pantai Serang – Summersih dan didapatkan hasil durasi waktu 15730 jam dan dengan biaya Rp. 25.837.774.442.

Keywords:

Road construction, Earth excavation, Heavy equipment productivity.

ABSTRACT

The construction of roads is one of the key aspects to support economic growth and facilitate community mobility. A crucial stage in this project is the earthmoving and excavation work, which requires proper heavy equipment planning to achieve efficiency in terms of time, cost, and quality. This analysis aims to evaluate the optimal combination of heavy equipment for the construction project of the South Coastal Road (JLS) Lot 3 Pantai Serang – Summersih, focusing on excavation and earthmoving tasks. The project faces complex geographical challenges, such as hilly terrain and varying soil types, which necessitate the use of suitable heavy equipment to optimize productivity. Using a quantitative approach, data collection, documentation studies, and interviews were conducted. The collected data were then analyzed using productivity calculation formulas for heavy equipment to identify the most efficient combination of heavy machinery. The results show that a combination of heavy equipment consisting of 1 Kobelco SK200 excavator, 1 Kobelco SK200 excavator, 4 dump trucks, and a bulldozer can improve work efficiency and reduce the required time and costs. Hence, Combination 1 was selected as the most optimal choice for excavation and earthmoving work in the JLS Lot 3 Pantai Serang – Summersih road construction project, achieving a total duration of 15,730 hours and a cost of IDR 25,837,774,442.

PENDAHULUAN

Pembangunan jalan memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan memperlancar mobilitas masyarakat. Salah satu tahap utama dalam proses ini adalah pekerjaan pemindahan tanah dan galian, yang membutuhkan perencanaan yang tepat, terutama dalam menentukan kombinasi alat berat yang akan digunakan. Pemilihan yang tepat dan efisien akan sangat berpengaruh terhadap kecepatan pelaksanaan, biaya proyek, serta kualitas hasil akhir.

Jalur Lintas Selatan (JLS) merupakan proyek infrastruktur strategis yang bertujuan untuk meningkatkan konektivitas wilayah di selatan Pulau Jawa. Salah satu segmen proyek yang sedang dikerjakan adalah Lot 3 Pantai Serang – Summersih. Wilayah ini memiliki kondisi geografis yang kompleks, seperti perbukitan, lembah, serta variasi jenis tanah dan batuan. Hal ini menuntut penggunaan alat berat yang sesuai agar pekerjaan pemindahan tanah dan galian

dapat berjalan efektif. Kombinasi alat berat yang kurang tepat dapat berdampak pada pembengkakan biaya, keterlambatan waktu, serta risiko teknis, seperti kerusakan alat akibat medan yang tidak mendukung.

Penelitian ini diangkat karena pentingnya menentukan kombinasi alat berat secara optimal untuk mendukung keberhasilan proyek konstruksi jalan. Melalui analisis pada proyek pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan Lot 3 Pantai Serang – Sumbersih, diharapkan penelitian ini dapat memberikan panduan praktis dan menjadi referensi bagi pihak-pihak terkait dalam mengelola proyek serupa secara efisien, baik dari sisi biaya, waktu, maupun dampak lingkungan.

METODE

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif untuk menganalisis tingkat produktivitas dengan mengkombinasikan alat-alat berat untuk pekerjaan galian dan pengangkutan alat berat dalam pekerjaan galian tanah dan pemindahan hasil galian di lapangan pada Jalur Lintas Selatan Lot 3 Pantai Serang – Sumbersih (Martin et al., 2018; Suhendra et al., 2019).

Data dikumpulkan melalui observasi langsung di lokasi, studi dokumentasi proyek serta wawancara dengan pihak-pihak terkait. Kemudian, data tersebut diolah menggunakan rumus produktivitas alat berat untuk mengidentifikasi besaran volume produktivitas pada setiap alat berat sehingga dapat terbentuk kombinasi alat berat. Setelah itu, didapatkan nilai produktivitas dari kombinasi alat berat yang paling optimal dan efisien (Bahar, 2022; Ketut Ariadi et al., 2021; Made et al., 2021; Riskijah et al., 2021).

HASIL

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas optimasi pemilihan alat berat dalam proyek konstruksi. Salah satu studi menunjukkan bahwa pemilihan jenis excavator yang tepat, seperti excavator Kobelco SK200, Komatsu PC200 dan excavator Caterpillar 320DL, dapat memberikan penghematan biaya sewa yang signifikan (Bahar, 2022; Dewi et al., 2021).

1. Alat Berat

Alat berat adalah mesin khusus untuk pekerjaan dengan skala besar., seperti pekerjaan galian, konstruksi, pemindahan material, atau pengangkutan barang berat. Alat ini sering digunakan dalam konstruksi, pertambangan, kehutanan, dan lainnya (Atmaja, 2021; La Shinta et al., 2017).

2. Faktor yang Mempengaruhi Pemilihan Alat

Pemilihan alat berat harus mempertimbangkan berbagai faktor, seperti volume pekerjaan, produktivitas alat, kondisi lapangan, ketersediaan sumber daya, dan biaya operasional (Ketut Ariadi et al., 2021; Riskijah et al., 2021).

3. Alat Berat yang Ditinjau

- *Excavator*
Excavator merupakan alat berat beroda *crawler* atau roda karet yang fungsi utamanya untuk menggali, memindahkan, dan memuat material tanah atau batuan.
- *Dump Truck*
Alat ini merupakan sebuah kendaraan beroda yang berfungsi untuk mengangkut material yang dihasilkan dari proses penggalian dari lokasi ke area penimbunan (*recycle*) atau tempat pembuangan
- *Bulldozer*
Bulldozer adalah jenis alat berat yang berfungsi untuk proses pemadatan, pembersihan area, serta meratakan permukaan tanah.

4. Rumus Produktivitas Alat Berat (Akbar et al., 2021; Donny, 2020; Martin Sokop et al., 2018; Muslim et al., 2023).

- Excavator

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

Q = produktivitas tiap jam (m³/jam)

q = kapasitas produksi tiap siklus (m³)

E = efisiensi pekerjaan

Cm = (*timecycle*) atau siklus dalam satuan menit

Sehingga, kapasitas bucket excavator dapat dihitung menggunakan rumus berikut

$$q = q' \times K$$

Dimana,

q' = Volume penuh bucket yang ditentukan dalam sebuah spesifikasi

K = Faktor *bucket* (bergantung pada keadaan tanah dan tipe dari tanah sendiri)

Untuk menentukan nilai *Factor bucket*, penyesuaian data diperlukan dengan pekerjaan lapangan Seperti tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Bucket

	Kondisi Pemuatan	Faktor
Ringan	Mengambil dan dilakukan pemuatan (<i>loading</i>) material yang berasal dari stockpile atau hasil kerukan excavator lain, yang tidak memerlukan gaya penggalian yang besar dan memungkinkan material dimuat hingga penuh di dalam bucket. Jenis material ini meliputi tanah kolodial dengan kadar air yang sedang, tanah berpasir, dan pasir.	1,0 ; 0,8
Sedang	Melakukan penggalian dan pemuatan material dari stockpile lepas yang memiliki material jenis tanah dengan penaganan yang lebih sulit untuk dilakukan penggalian dan pengerukan, namun masih dapat dimuat secara maksimal/penuh ke dalam bucket. Material ini mencakup jenis kerikil yang belum disaring, tanah dengan campuran tanah liat, tanah berpasir, pasir yang memadat dan pasir kering. Serta aktivitas menggali dan memuat kerikil langsung dari formasi bukit kerikil alami.	0,8 ; 0,6
Agak Sulit	Melakukan aktivitas pemuatan material dengan tingkat kompleksitas tinggi seperti Tanah liat yang sudah ditimbun dan memiliki kadar air tinggi, tanah liat keras, batu pecah, tanah berpasir, tanah kolodial liat, pasir bercampur kerikil. Material tersebut memiliki tingkat kesulitan yang tinggi untuk dimuat secara penuh ke dalam bucket.	0,6 ; 0,5
Sulit	Sebuah batu dengan ukuran besar yang susunannya tidak beraturan memiliki celah di antaranya, dihasilkan dari peledakan. Selain itu, jenis tanah yang ditemukan meliputi batu bulat, pasir campuran batu, tanah berpasir, tanah liat dan tanah sukar digali.	0,5 ; 0,4

(sumber: Rochmanhadi, 1985)

Mencari Waktu Siklus melalui Perhitungan dibawah :

$$Cm = \text{waktu saat menggali} + (\text{waktu saat berputar} \times 2) + \text{waktu saat membuang}$$

Tabel 2. Durasi Gali Excavator

Kedalaman	Tingkat Kesulitan Galian			
	Ringan	Rata - rata	Agak Sulit	Sulit
0 – 2 m	6 sekon	9 sekon	15 sekon	26 sekon
2 – 4 m	7 sekon	11 sekon	17 sekon	28 sekon
> 4m	5 sekon	13 sekon	19 sekon	30 sekon

(sumber: Rochmanhadi, 1985)

Faktor sudut dan kecepatan mempengaruhi waktu penggalian, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3. Durasi Putar mesin Excavator

Sudut Putar	Durasi Putar
45° - 90°	4 – 7 sekon
90° - 180°	5 – 8 sekon

(sumber: Rochmanhadi, 1985)

Waktu buang sesuai dengan kondisi pembuangannya,

$$\text{Kedalam dump truck} = 5 - 8 \text{ sekon}$$

$$\text{Kelokasi pembuangan} = 3 - 6 \text{ sekon}$$

- Dump Truck

Waktu muat (TI)

$$T1 = \frac{Cd}{q1} \times k \times Cm$$

$$Cm = \text{waktu saat menggali} + (\text{waktu saat berputar} \times 2) + \text{waktu saat membuang}$$

Durasi pengangkutan untuk pembuangan galian

$$Th = \frac{D}{v1}$$

Durasi kembali pasca-pembuangan galian

$$Tr = \frac{D}{v2}$$

Mengestimasi Produktivitas Dump Truck melalui Perhitungan :

$$P = \frac{C \times 60 \times E}{Cmt}$$

Siklus

$$C = n \times q1 \times K$$

$$Cmt = \text{waktu saat muat (TI)} + \text{waktu saat ngangkut (Th)} + \text{waktu saat kembali (Tr)} + \text{waktu buang dan waktu tunggu} + \text{waktu saat mengambil posisi muat}$$

Dimana :

$$P = \text{Produktivitas dump truck (m}^3/\text{jam)}$$

$$Cd = \text{kapasitas bak (m}^3\text{)}$$

- q1 = kapasitas *bucket* (m³)
- K = factor *bucket*
- V1 = kecepatan truck saat berisi (km/jam)
- V2 = kecepatan truck saat kosong (km/jam)
- D = jarak angkut (m)

• Bulldozer

$$Q = q \times \frac{60}{cm} \times E \times f$$

Dimana,

Q = produktivitas tiap jam (m³/jam)

q = produksi tiap siklus (m³)

E = efisiensi

F = koefisien faktor *blade*

Cm = waktu siklus semenit

Produksi per siklus :

q = produktivitas per siklus (m³)

L = lebar *blade*/sudu (m)

α = faktor *blade*/sudu

Faktor *blade* sangat penting karena berdampak langsung pada produktivitas alat. Besar tanah mempengaruhi besar faktor *blade* ini. Koefisien dari Faktor *blade* tercantum dalam Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Koefisien Faktor *Blade*

	Kondisi Pemuatan	Faktor
Penggusuran Ringan	Untuk penggusuran jenis ini dapat dilakukan pada tanah lepas dengan sudut penuh, termasuk tanah kering dan material yang biasanya difungsikan untuk timbunan.	1,1 ; 0,9
Penggusuran Sedang	Tanah lepas yang sulit digusur secara penuh meliputi tanah dengan campuran batu pecah, pasir dan kerikil.	0,9 ; 0,7
Penggusuran Agak Sulit	Tanah dengan kondisi yang berbeda seperti kadar air tinggi, tanah liat, pasir-kerikil, tanah liat kering dan tanah asli.	0,7 ; 0,6
Penggusuran Sulit	Bebatuan yang berasal dari hasil peledakan dan batu yang berukuran besar	0,6 ; 0,4

(sumber: Rochmanhadi, 1985)

Proses penggusuran, pergantian perseneling dan mundur merupakan tahapan waktu siklus Bulldozer yang dapat dihitung menggunakan persamaan.:

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$$

Dimana,

D = jarak saat mengangkut (m)

F = Kecepatan bergerak maju(m/menit) kisaran 3-5 km/jam.

R = kecepatan bergerak mundur (m/menit) kisaran 5 – 8 km/jam

Apabila mesin menggunakan tongflow, rasio kecepatan maju dan mundur memiliki persentase 75% dan 85% dari kecepatan maksimum

Z = Durasi mengganti persenelling (menit)

Tabel 5. Waktu Ganti Perselling

	Waktu Ganti Persenelling
Mesin gerak langsung : - tongkat tunggal	0,10 minute
Mesin gerak langsung : - tongkat ganda	0,20 minute
Mesin – mesin torqflow	0,05 minute

(sumber: Rochmanhadi, 1985)

Tabel 6. Efisiensi Kerja

Kondisi Alat	Operasi	Pemeliharaan Mesin				
		Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali		0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik		0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang		0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk		0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali		0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

(sumber: Rochmanhadi, 1985)

1. Kondisi di Lapangan

Penelitian ini dilaksanakan di proyek pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan (JLS) Lot 3 yang menghubungkan Pantai Serang dengan Summersih, khususnya pada tahap pekerjaan galian dan pemindahan tanah. Dari data yang ada di kantor diperoleh data volume galian batu sebesar 422539,69 m³, volume galian batu lunak 162670,04 m³, dan volume timbunan 261555,45 m³ sehingga total volumenya adalah 846765,18 m³.

2. Data Alat Berat yang Ditinjau

Penelitian ini fokus pada perhitungan kombinasi alat berat yang hasilnya diharapkan dapat menjadi opsi guna melakukan pekerjaan yang optimal pada pekerjaan di lapangan, terutama penataan lahan, baik dalam hal efisiensi biaya maupun waktu pelaksanaan (Diasa et al., 2021; Nasukha & Nugraheni, 2018; Setiawati & Maddeppungeng, 2013). Alat berat yang digunakan meliputi :

- Excavator Kobelco SK200 dengan bucket 0,9 m³
- Excavator Kobelco SK330 dengan bucket 1,4 m³
- Dump Truck dengan muatan maksimum 15 m³
- Bulldozer : memiliki lebar blade 2 m dan tinggi blade 0,5 m

3. Produktivitas Alat Berat

a. Excavator Kobelco SK200

Faktor bucket (K) = 0,8
 Kapasitas bucket (q1) = 0,9 m³
 Efisiensi (E) = 0,8
 Waktu bekerja (sehari) = 8 jam
 Waktu saat menggali = 6 sekon
 Waktu saat berputar = 6 sekon
 Waktu saat membuang = 5 sekon
 Produksi persiklus (q) = q1 x K
 = 0,9 x 0,8
 = 0,72 m³

Waktu siklus (Cm) = waku saat menggali + (waktu saat berputar x 2) + waktu saat membuang
 = 6 + (6 x 2) + 5
 = 23 detik

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} = \frac{0,72 \times 3600 \times 0,8}{23} = 90,16 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas per hari

$$Q_{\text{hari}} = Q \times \text{waktu kerja} = 90,16 \times 8 = 721,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$



Gambar 1. *Excavator Kobelco SK200*
(sumber: dokumen pribadi, 2024)

b. *Excavator Kobelco SK330*

Faktor <i>bucket</i> (K)	= 0,8
Kapasitas <i>bucket</i> (q1)	= 1,4 m ³
Efisiensi (E)	= 0,8
Waktu bekerja (sehari)	= 8 jam
Waktu saat menggali	= 5 detik
Waktu saat berputar	= 5 detik
Waktu saat membuang	= 4 detik
Produksi persiklus (q)	= q1 x K
	= 1,4 x 0,8
	= 1,12 m ³

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Cm)} &= \text{waku saat menggali} + (\text{waktu saat berputar} \times 2) + \text{waktu saat membuang} \\ &= 5 + (5 \times 2) + 4 \\ &= 19 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} = \frac{1,12 \times 3600 \times 0,8}{19} = 169,77 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas per hari

$$\begin{aligned} \text{Qhari} &= Q \times \text{waktu kerja} \\ &= 169,77 \times 8 \\ &= 1358,16 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$



Gambar 2. *Excavator Kobelco SK330*
(sumber: dokumen pribadi, 2024)

c. *Dump Truck*

Volume angkut bak (Cd)	= 10 m ³
Jarak angkut (D)	= 300 m
V ₁	= 20 km/jam
V ₂	= 30 km/jam
Efisiensi (E)	= 0,71

- Dimuat dengan Kobelco SK200

Waktu muat (T1)

$$\begin{aligned} T1 &= \frac{10}{0,9} \times 0,9 \times 19 \\ &= 190 \text{ detik} \\ &= 3,17 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu pengangkutan pada saat membuang galian

$$V1 = 20 \text{ km/jam}$$

$$= 333,33 \text{ meter/menit}$$

$$Th = \frac{300}{333,33}$$

$$= 0,9 \text{ menit}$$

Waktu balik pada saat selesai membuang tanah galian

$$V2 = 30 \text{ km/jam}$$

$$= 500 \text{ meter/menit}$$

$$Tr = \frac{300}{500}$$

$$= 0,6 \text{ menit}$$

Waktu buang + waktu tunggu

$$= 3 \text{ menit } 15 \text{ detik}$$

$$= 3,25 \text{ menit}$$

Waktu bagi *dumptruck* pada saat mengambil posisi muat

$$= 3 \text{ menit}$$

$$\text{Cmt} = 3,17 + 0,9 + 0,6 + 3,25 + 3$$

$$= 10,92 \text{ menit}$$

Siklus

$$C = n \times q1 \times K$$

$$10 = n \times 0,9 \times 0,9$$

$$n = \frac{10}{0,9 \times 0,9}$$

$$= 12,35 \text{ kali}$$

$$C = 12,35 \times 0,9 \times 0,9$$

$$= 10 \text{ m}^3$$

Produktivitas *dump truck* dinyatakan menggunakan rumus :

$$P = \frac{10 \times 60 \times 0,71}{10,92}$$

$$= 39,01 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi *dump truck* perhari-nya

$$= 39,01 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 312,08 \text{ m}^3/\text{hari}$$



Gambar 3. *Dump Truck* Dimuat dengan Kobelco SK200
(sumber: dokumen pribadi, 2024)

- Dimuat dengan Kobelco SK330

Waktu muat (TI)

$$T1 = \frac{10}{1,4} \times 0,9 \times 19$$

$$= 122 \text{ detik}$$

$$= 2,03 \text{ menit}$$

Durasi pengangkutan dan pembuangan galian

$$V1 = 20 \text{ km/jam}$$

$$= 333,33 \text{ meter/menit}$$

$$Th = \frac{300}{333,33}$$

$$= 0,9 \text{ menit}$$

Waktu balik pada saat selesai membuang tanah galian

$$V2 = 30 \text{ km/jam}$$

$$= 500 \text{ meter/menit}$$

$$Tr = \frac{300}{500}$$

$$= 0,6 \text{ menit}$$

Waktu buang + waktu tunggu

$$= 3 \text{ menit } 15 \text{ detik}$$

$$= 3,25 \text{ menit}$$

Waktu bagi *dumptruck* pada saat melakukan kegiatan pemuatan

$$= 3 \text{ menit}$$

$$Cmt = 2,03 + 0,9 + 0,6 + 3,25 + 3$$

$$= 9,78 \text{ menit}$$

Siklus

$$C = n \times q1 \times K$$

$$10 = n \times 1,4 \times 0,9$$

$$n = \frac{10}{1,4 \times 0,9}$$

$$= 7,94 \text{ kali}$$

$$C = 7,94 \times 1,4 \times 0,9$$

$$= 10 \text{ m}^3$$

Produktivitas *dump truck* dinyatakan menggunakan rumus :

$$P = \frac{10 \times 60 \times 0,71}{9,78}$$

$$= 43,56 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi *dump truck* perhari-nya

$$= 43,56 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 348,48 \text{ m}^3/\text{hari}$$



Gambar 4. *Dump Truck* Dimuat dengan Kobelco SK330
(sumber: dokumen pribadi, 2024)

d. *Bulldozer*

Lebar *blade* (L) = 2 m

Tinggi *blade* (H) = 0,5 m

Dozing time = 17 detik

Reversing time = 8 detik

Operan gigi = 0,1 detik

Koef. Perubahan volume tanah (f) = 1

Efisiensi (E) = 0,75

Produksi persiklus (q) = L x H²

$$= 2 \times 0,5^2$$

$$= 0,5 \text{ m}^3$$

Waktu siklus (Cm) = *dozing time* + *reversing time* + operan gigi

$$= 17 + 8 + 0,1$$

$$= 25,1 \text{ detik} \approx 0,418 \text{ menit}$$

$$Q = q \times \frac{60}{Cm} \times E \times f$$

$$= 0,5 \times \frac{60}{0,418} \times 0,75 \times 1$$

$$= 53,83 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi *bulldozer* perhari-nya

$$= 53,83 \times 8 \text{ jam}$$

$$= 430,64 \text{ m}^3/\text{hari}$$



Gambar 5. Bulldozer
(sumber: dokumen pribadi, 2024)

4. Alternatif Kombinasi Alat Berat

Dengan menggabungkan 2 jenis *backhoe*, *dump truck*, dan ditambah *bulldozer*, terbentuklah alternatif kombinasi alat berat yaitu :

- Kombinasi 1

Tabel 7. Kombinasi 1

Jenis Alat	Produksi I unit (m ³ /jam)	Produksi (m ³ /jam)	Durasi (jam)
1 unit <i>excavator</i> SK200	90,16	90,16	9392
1 unit <i>excavator</i> SK330	169,77	169,77	4988
2 <i>dump truck</i> dimuat dengan Kobelco SK200	39,01	78,02	10853
2 <i>dump truck</i> dimuat dengan Kobelco SK330	43,56	87,12	9720
1 unit <i>bulldozer</i>	53,83	53,83	15730

(sumber: hasil analisis data penulis, 2024)

- Kombinasi 2

Tabel 8. Kombinasi 2

Jenis Alat	Produksi I unit (m ³ /jam)	Produksi (m ³ /jam)	Durasi (jam)
2 unit <i>excavator</i> SK200	90,16	90,16	4696
1 unit <i>excavator</i> SK330	169,77	169,77	4988
2 <i>dump truck</i> dimuat dengan Kobelco SK200	39,01	78,02	10853
1 <i>dump truck</i> dimuat dengan Kobelco SK330	43,56	43,56	19439
1 unit <i>bulldozer</i>	53,83	53,83	15730

(sumber: hasil analisis data penulis, 2024)

5. Perhitungan Tarif Sewa Alat Berat dan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan

Biaya disini kami ibaratkan dengan nominal sewa per 1 unit *excavator* SK200 sebesar Rp. 508.940/jam, 1 unit *excavator* SK330 sebesar Rp. 519.630/jam, 1 unit *dump truck* sebesar Rp. 500.000/jam, dan 1 unit *bulldozer* sebesar Rp. 520.000/jam.

- Kombinasi 1

Tabel 9. Biaya Sewa Alat Berat Kombinasi 1

Jenis Alat	Produksi (m ³ /jam)	Durasi (jam)	Harga Sewa (Rp)	Biaya Sewa (Rp)
1 unit <i>excavator</i> SK200	90,16	9392	508.940	4.779.865.469
1 unit <i>excavator</i> SK330	169,77	4988	519.630	2.591.768.808
2 <i>dump truck</i> dimuat dengan Kobelco SK200	78,02	10853	500.000	5.426.590.490
2 <i>dump truck</i> dimuat dengan Kobelco SK330	87,12	9720	500.000	4.859.763.430
1 unit <i>bulldozer</i>	53,83	15730	520.000	8.179.786.246
JUMLAH				25.837.774.442

(sumber: hasil analisis data penulis, 2024)

- Kombinasi 2

Tabel 10. Biaya Sewa Alat Berat Kombinasi 1

Jenis Alat	Produksi (m ³ /jam)	Durasi (jam)	Harga Sewa (Rp)	Biaya Sewa (Rp)
2 unit excavator SK200	90,16	4696	508.940	2.389.932.735
1 unit excavator SK330	169,77	4988	519.630	2.591.768.808
2 dump truck dimuat dengan Kobelco SK200	78,02	10853	500.000	5.426.590.490
1 dump truck dimuat dengan Kobelco SK330	43,56	19439	500.000	9.719.526.860
1 unit bulldozer	53,83	15730	520.000	8.179.786.246
JUMLAH				28.307.605.137

(sumber: hasil analisis data penulis, 2024)

6. Perhitungan Harga Satuan Alat per m³

Tabel 11. Harga Satuan Alat/m³

Jenis Alat	Kapasitas Produksi m ³ /jam (Q)	Koefisien Alat m ³ /jam (1/Q)	Sewa Alat/jam	Alat/m ³ (Rp) (1/Q x Rp/jam)
excavator SK200	90,16	0,0111	508.940	5645
excavator SK330	169,77	0,0059	519.630	3061
dump truck dimuat SK200	39,01	0,0256	500.000	12817
dump truck dimuat SK330	43,56	0,0230	500.000	11478
bulldozer	53,83	0,0186	520.000	9660

(sumber: hasil analisis data, 2024)

7. Harga Satuan Bahan per m³ (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2008)

Tabel 12. Harga Satuan Bahan/m³

Jenis Alat	Jenis Tanah	Harga satuan bahan m ³
excavator SK200	Galian Timbunan	20.300
excavator SK330	Galian Timbunan	20.300
Dump truck	Galian Timbunan	20.300
bulldozer	Galian Timbunan	20.300

(sumber: panduan analisis harga satuan Dinas Pekerjaan Umum 2008)

8. Perhitungan Harga Dasar Tenaga Pekerja

Tabel 13. Harga Dasar Tenaga Kerja

Jenis Alat	Kapasitas Produksi m ³ /jam (Q)	Koef. Tenaga/jam (1 x jam kerja/Q)	Upah Tenaga Pekerja/jam (Rp)	Harga Satuan Tenaga/jam (orang/jam kerja x Rp/jam)
excavator SK200	90,16	0,0887	20.000	1775
excavator SK330	169,77	0,0471	20.000	942
dump truck dimuat SK200	39,01	0,2051	20.000	4102
dump truck dimuat SK330	43,56	0,1837	20.000	3673
bulldozer	53,83	0,1486	20.000	2972

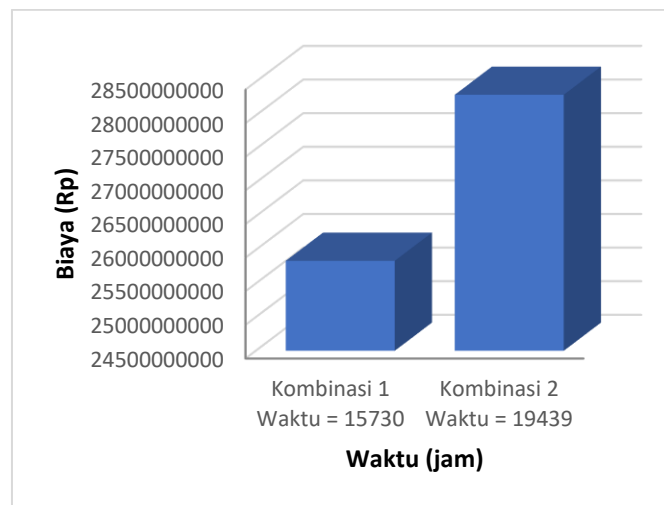
(sumber: hasil analisis data, 2024)

Tabel Berikut merangkum harga satuan alat, bahan, tenaga kerja (dengan pajak 10%) dan harga satuan pekerjaan.

Tabel 14. Harga Satuan Pekerjaan

Jenis Alat	Kapasitas Produksi m ³ /jam (Q)	Alat/m ³ (Rp) (I/Q x Rp/jam)	Harga satuan bahan m ³	Harga Satuan Tenaga/jam (orang/jam kerja x Rp/jam)	Harga Satuan pekerjaan (Jumlah ((Rp1 + Rp2 + Rp3) x 10%))
<i>excavator SK200</i>	90,16	5645	20.300	1775	30.491
<i>excavator SK330</i>	169,77	3061	20.300	942	26.734
<i>dump truck dimuat SK200</i>	39,01	12817	20.300	4102	40.941
<i>dump truck dimuat SK330</i>	43,56	11478	20.300	3673	38.997
<i>bulldozer</i>	53,83	9660	20.300	2972	36.226
		Jumlah			173.388

(sumber: hasil analisis data, 2024)



Gambar 6. Hubungan biaya dan waktu pada alternatif kombinasi alat berat (sumber: hasil analisis data, 2024)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis efisiensi kombinasi alat berat pada proyek pembangunan Jalan Jalur Lintas Selatan Lot 3 Pantai Serang – Summersih, dapat diambil kesimpulan yaitu kombinasi 1 yang paling optimal dalam proses pengerjaan galian dan pemindahan tanah di proyek pembangunan jalan JLS Lot 3 Pantai Serang – Summersih dan didapatkan hasil durasi waktu 15730 jam dan dengan biaya Rp. 25.837.774.442 yaitu dengan Kombinasi alat berat : 2 excavator Kobelco (SK200 & SK330) dan 2 dump dimuat dengan Kobelco SK200, 2 *dump truck* dimuat dengan Kobelco SK330, dan 1 unit *bulldozer*.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Yamali, F. R., & Dwiretnani, A. (2021). Analisa Penggunaan dan Produktivitas Alat Berat pada Kegiatan Peningkatan Ruas Jalan Simpang Pauh – Air Hitam Provinsi Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 114–119. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i2.57>
- Atmaja, J. (2021). *ANALISA KAJIAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH PROYEK PEMBANGUNAN JALAN*.
- Bahar, S. B. (2022). Analisis Perbandingan Harga Sewa Alat Berat Antara Excavator Komatsu PC200 Dengan Excavator Caterpillar 320D. *SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)*, 6(2), 81–86. <https://doi.org/10.35326/scej.v6i2.2115>
- La Shinta, A. C., Harimurti, H., & Hasyim, M. H. (2017). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Proyek Tol Pandaan-Malang (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Dewi, A. A., Azwarman, A., & Mona, E. (2021). Kajian Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Batang Sangkir-Kerinci. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 162–169. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i2.68>
- Diasa, I. W., Doddy, P., & Purna, I. M. (2021). Alternatif Pemilihan Kombinasi Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. In *Jurnal Teknik Gradien* (Vol. 13, Issue 01). <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>
- Direktorat Jenderal Bina Marga, D. P. U. (2008). Panduan Analisis Harga Satuan (Desember 2006). DPU Direktorat Jenderal Bina Marga.

- Donny, D. (2020). Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah, Dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir. *DynamicSaint*, 1.
- Ketut Ariadi, I., Gde, A. A., & Diah, A. A. (2021). Optimasi Kombinasi Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Gedung RSUD Sanjiwani Gianyar. In *Jurnal Spektran* (Vol. 9, Issue 2). <http://ojs.unud.ac.id/index.php/jsn/index>
- Made, I., Ariyastika, D., Diah, A. A., & Dewi, P. (2021). Perbandingan Biaya dan Waktu Pembangunan Rumah Tipe 120/100 pada Pembangunan Rumah Tinggal di Perumahan Tabanan Asri. In *JTST* (Vol. 3, Issue 3). <http://jurnal.polimdo.ac.id/>
- Martin, R., Arsjad, 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*. 16(70), 83–88.
- Martin Sokop, R., 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. *Jurnal Tekno*, 16(70), 83–88.
- Muslim, M., Partono, A., Zarkasi, A., & Samengasbumi, R. P. (2023). Analisis Perhitungan Biaya Operasional Alat Berat Excavator Dan Dump Truck Pada Metode Pelaksanaan Pembersihan Dan Angkutan Sendimen Danau Lebo (Vol. 3, Issue 2).
- Nasukha, T. A., & Nugraheni, F. (2018). Analisis Pemilihan Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo- Kertosono Paket 3 Zona 2 (*STA. 128+500 – STA. 132+000*).
- Riskijah, S. S., Pradipta, B. A., & Lidyaningtyas, D. (2021). Optimization of heavy equipment for earthwork in the construction of Mainroad Section X of Pandaan-Malang Toll Road. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1073(1), 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1073/1/012020>
- Setiawati, D. N., & Maddeppungeng, A. (2013). Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV di Cilegon.
- Suhendra, Dwiretnani, A., & Endika. (2019). Optimasi Alat Berat pada Pemindahan Tanah Mekanis (Studi Kasus Penyediaan Timbunan Tanah Pilihan Pada Pekerjaan Peningkatan Akses Jaringan Pipa Air Bersih Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Booster Senyerang). *Jurnal Talenta Sipil*, 2(1), 8-15.