



Journal of Applied Engineering Sciences

Volume 5, Issue 3, September 2022

P-ISSN 2615-4617

E-ISSN 2615-7152

Open Access at : <https://ft.ekasakti.org/index.php/JAES/index/>

ANALISA PRODUKTIVITAS PEMAKAIAN ALAT BERAT EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK UNTUK PEMBANGUNAN 2 TANGKI TIMBUN (STUDI KASUS: TBBM PERTAMINA BUNGUS TELUK KABUNG)

PRODUCTIVITY ANALYSIS OF THE USE OF HEAVY EQUIPMENT EXCAVATOR AND DUMP TRUCK FOR THE CONSTRUCTION OF 2 HOWING TANKS (CASE STUDY: TBBM PERTAMINA BUNGUS TELUK KABUNG)

Jetli Nurbai ¹⁾, M. Parabang ²⁾, Hardi Wijaya ³⁾

Program Studi Teknik Sipil, fakultas Teknik Dan Perencanaan, Universitas Ekasakti, Padang, Sumatera Barat¹²³

E-mail: jetlinurbai34@gmail.com

INFO ARTIKEL

koresponden

Jetli Nurbai

jetlinurbai34@gmail.com

Kata Kunci :

Alat berat,
Produktivitas,
Excavator, Dump
Truck.

Open Access at:

<https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/>

Hal: 053 - 066

ABSTRAK

Alat berat merupakan faktor penting dalam dunia pembangunan. Alat berat dapat mempercepat pekerjaan dalam skala besar ataupun kecil, apabila pekerjaan dengan skala besar sangat mempercepat pekerjaan proyek tersebut. Pada pembangunan 2 tangki timbun TBBM Pertamina Bungus Teluk Kabung menggunakan beberapa alat salah satunya Excavator Kobelco SK 200, Dump Truck dan lain sebagainya. Masing-masing alat berat mempunyai kegunaan tersendiri. Karena keberhasilan pada sebuah proyek dipengaruhi oleh waktu dan teknik pelaksanaan dimana faktor-faktor tersebut dapat berpengaruh pada produktivitas alat berat. Produktivitas alat berat yang diperoleh dilapangan yaitu, Excavator Koebelco SK 200 untuk pekerjaan galian didapat sebesar 104,43 m³//jam. Produktivitas Dump Truck sebagai alat pengangkut hasil galian didapat sebesar 20,32 m³//jam dengan jumlah dump truck 1 unit dengan jarak pembuangan sejauh 5 KM. Dari hasil penelitian ini penulis memberi saran akan lebih baik sebelum melakukan pekerjaan pada pembangunan 2 tangki timbun TBBM Pertamina Bungus Teluk Kabung terlebih dahulu melakukan pemilihan alat berat yang tepat. Agar proses penggalian dan pengangkutan material lebih cepat.

Copyright© 2022 JAES. All rights reserved

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Corresponden

Jetli Nurbai

jetlinurbai34@gmail.com

Keywords:

Heavy equipment,
Productivity,
Excavator, Dump
Truck.

Open Access at:

<https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/>

Page: 053 - 066

Heavy equipment is an important factor in the world of development. Heavy equipment can accelerate work on a large or small scale, if large-scale work greatly speeds up the project work. In the construction of 2 storage tanks for TBBM Pertamina Bungus Teluk Kabung using several tools, one of which is the Kobelco SK 200 Excavator, Dump Truck and so on. Each machine has its own use. Because the success of a project is influenced by time and implementation techniques where these factors can affect the productivity of heavy equipment. The productivity of heavy equipment obtained in the field, namely, the Koebelco SK 200 Excavator for excavation work is 104.43 m³//hour. The productivity of the Dump Truck as a means of transporting the excavated products is 20.32 m³//hour with the number of dump trucks 1 unit with a disposal distance of 5 KM. From the results of this study, the authors suggest that it would be better before carrying out work on the construction of 2 Pertamina Bungus Teluk Kabung TBBM storage tanks first to select the right heavy equipment. To speed up the process of extracting and transporting materials.

Copyright© JAES. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Setiap proyek konstruksi memerlukan alat berat untuk beberapa jenis pekerjaan, namun tidak mencakup semua jenis alat berat yang ada. Jenis-jenis proyek yang pada umumnya menggunakan alat berat adalah proyek gedung, pelabuhan, jembatan, jalan, irigasi dan lain-lain. Adapun faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan penggunaan alat berat adalah lokasi dan jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan. Kemudian faktor tenaga dan kapasitas alat berat serta metode dan cara pengoperasiannya. Alat berat yang akan digunakan pada pekerjaan ini adalah excavator, dan dump truck. Alat-alat berat yang sering dikenal di dalam ilmu Teknik Sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar.



Gambar 2 Wawancara dengan Kontraktor

b. Dokumentasi

Yaitu mengumpulkan data dengan cara merekam data/keterangan yang diperlukan dengan menggunakan peralatan elektronik yang ada misalnya dengan kamera, tape recorder dan sebagainya.



Gambar 3.8 Dokumentasi Langsung di Lokasi Proyek

Sumber Data Pribadi

Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari suatu badan atau instansi. Data yang diperoleh secara tidak langsung. Dimana data - data didapat dari PT. Wika Industri & Kontruksi pada proyek Pembangunan 2 Tangki Timbun TBBM Bungus Teluk Kabung.

a. Data Spesifikasi Alat

1. Excavator (Kobelco SK-200)

Kapasitas angkat	: 20 Ton
Panjang keseluruhan	: 9.560 mm
Tinggi keseluruhan	: 2.980 mm
Kecepatan angkat minimal	: 3.6 km/h
Kecepatan angkat maksimal	: 6.0 km/h
Panjang lengan	: 6.35 m
Berat kendaraan(ton)	: 20 ton
Berat bucket	: 470 kg

2. Dumptruck (Fuso)

Tenaga maksimum	: 130 bhp
RPM at Maksimal torque	: 2800 rpm
Kapasitas Mesin	: 7545 cc

Kecepatan Maksimum	: 130
RPM at maksimal Power	: 2700 rpm
Tenaga maksimum	: 128 bhp

b. Dengan meminta Secara Langsung kepada Pihak Kontraktor.

c. Data Volume Alat

Data yang menjelaskan berapa Pekerjaan Volume alat dalam pengerjaan Tangki timbun tersebut. Dengan memintanya kepada pihak kontraktor.

• **EXCAVATOR (Kobelco SK-200)**

Kapasitas Bucket	: $1m^3$
Efisiensi Kerja	: 0.8
Waktu Gali	: 12 detik
Waktu Swing	: 12 detik
Waktu Buang	: 6 detik
Waktu Siklus	: 30 detik

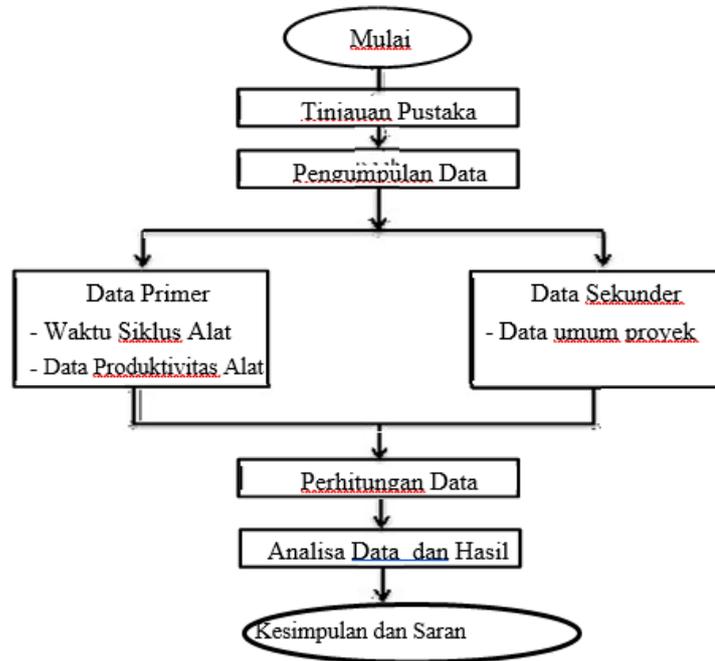
• **DUMP TRUCK (Fuso)**

Kapasitas	: $20 m^3$
Jarak Pembuangan	: 5 km
Kecepatan isi	: 40 km/jam
Kecepatan Kosong	: 50 km/jam
Waktu tempuh isi	: $\frac{5 km}{40 km/jam} \times 60 = 8$ menit
Waktu tempuh kosong	: $\frac{5 km}{50 km/jam} \times 60 = 6$ menit
Waktu unloading	: 3 menit
Manuver	: 3 menit
Waktu total	: 60 menit

Teknik Analisa Data

Analisa data yang digunakan dalam menyelesaikan skripsi ini adalah dengan menghitung masing- masing produktivitas alat berdasarkan hasil pengamatan di lapangan. Kemudian dilakukan perhitungan biaya alat berat, sehingga kita dapat mengetahui biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan operasional tersebut.

Bagan Alur Penelitian (Flow Chart)



Gambar 3. 2 . Bagan Alur Penulisan

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Produktivitas dan Waktu Pelaksanaan Peralatan

Perhitungan Produktivitas Excavator Tipe Kobelco SK-200

Produksi per jam excavator pada suatu pekerjaan galian dan untuk spesifikasi excavator Kobelco SK-200 dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1 Spesifikasi Excavator Kobelco SK-200

	Model	Kobelco Sk-200
Attachment	Bucket capacity	0.93 m ³
	Bucket weight	790 kg
Demensions	Overall length	9.45 m
	Overall height	2.98 m
	Overall width	2.99 m
Working Ranges	Max. digging depth	6.7 m
	Max. digging height	9.72 m

Sumber : PT Naga Prima Konstruksi

Berikut adalah perhitungan menggunakan excavator dengan merk Kobelco tipe SK-200:

1. Produksi per siklus (q)

$$q = KB \times BF$$

Dari hasil tes penyelidikan tanah yang sudah dilakukan sebelum proses penggalian diketahui jenis tanah pada lokasi proyek merupakan lapisan sand, dan trace of gravel sehingga didapatkan nilai untuk bucket factor yaitu 0,95

Jadi produksi per siklus:

$$Q = 0,93 \times 0,95 = 0,88 \text{ m}^3$$

Tabel 1 Bucket Factor

Kondisi Operasi Penggalian		Bucket factor
Mudah	Tanah clay, agak lunak	1.20 - 1.10
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1.10 - 1.00
Agak Sulit	Tanah asli berpasir dan berkerikil	1.00 - 0.90
Sulit	Tanah keras, berkas ledakan	0.90 - 0.70

Sumber : PT Naga Prima Konstruksi

2. Waktu siklus (Cm)

Waktu putar SK-200 = 18 detik (tabel 4.3)

Nilai faktor kedalaman dan kondisi penggalian = 1 (tabel 4.4)

Kondisi penggalian diasumsikan pada kondisi normal dengan kedalaman galian 40%-75% sehingga didapatkan nilai 1 untuk faktor kedalaman dan kondisi penggalian. Jadi waktu siklus.

$$\begin{aligned} \text{Cm} &= 18 \times 1 \\ &= 18 \text{ detik} \\ &= 0.3 \text{ menit} \end{aligned}$$

Tabel 2 Standar Cycle Time Excavator

Type	Swing Angle	
	45-90	90-180
SK - 100	11-14	14-17
SK - 200	13-16	16-19
SK - 300	15-18	18-21
SK - 400	16-19	19-22

Sumber: PT Naga Prima Konstruksi

Tabel 3 Kedalaman dan Kondisi penggalian Excavator

Kedalaman Galian	Kondisi penggalian			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit sekali
Dibawah 40%	0.7	0.9	1.10	1.40
40% - 75%	0.8	1.00	1.30	1.60
Diatas 75%	0.9	1.10	1.50	1.80

Sumber: PT Naga Prima Konstruksi

Untuk faktor efisiensi kerja, waktu, dan operator diasumsikan dengan kondisi normal, dimana sumber daya manusia (operator) dan sumber daya alat dapat berfungsi dengan normal dan tidak ada hambatan yang berarti pada saat proses bekerja.

a. Produktivitas excavator SK 200

Faktor efisiensi kerja mesin = 0.75 (tabel 2.6)

Faktor efisiensi waktu = 0.83 (tabel 2.7)

Faktor efisiensi operator = 0.95 (tabel 2.8)

Maka effisiensinya adalah :

$$E = 0.75 \times 0.83 \times 0.95 = 0.591$$

Jadi produksi normal kerja excavator per jam adalah :

$$TP = \frac{Q \times 60 \times E}{C_m} = \frac{0.88 \times 60 \times 0.591}{0.30} = 104,43 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Produksi Excavator dilapangan per jam

Q (produksi excavator) = 0,88 m³

C_m (waktu siklus) = 0,3 menit

E (efisiensi kerja) = 0,63 x 0,83 x 0,83 = 0,434

$$TP = \frac{Q \times 60 \times E}{C_m} = \frac{0.88 \times 60 \times 0.434}{0.30} = 76,38 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Jadi perbandingan produksi normal kerja excavator dengan produksi dilapangan kerja excavator adalah 104,43 m³/jam - 76,38 m³/jam = 28,05 m³/jam.

3. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Galian dengan Excavator

Pekerjaan yang dilakukan dengan excavator adalah pekerjaan galian untuk basement. Perhitungan waktu penggunaan excavator berdasarkan atas volume pekerjaan dan produktivitas dari excavator tersebut.

Untuk menghitung jumlah excavator yang dibutuhkan dapat menggunakan rumus :

Dengan asumsi 1 bulan = 25 hari kerja, dimana 1 hari kerja = 8 jam kerja

Rencana waktu penyelesaian = 1 bulan
= 25 hari
= 200 jam

Volume pekerjaan = 2034.72 m³

Maka jumlah alat yang dibutuhkan :

$$n = \frac{V_t}{TP \times T}$$
$$n = \frac{2034.72}{104,43 \times 200} = 0,097 \rightarrow 1 \text{ unit}$$

Untuk menghitung lama waktu penggunaan excavator dapat dihitung dengan rumus berikut :

Maka waktu pelaksanaan yang diperlukan bagi excavator untuk menyelesaikan pekerjaan galian Tangki Timbun adalah

$$t = \frac{Vt}{TP \times n}$$

$$t = \frac{2034,72}{104,43 \times 1} = 19,48 \text{ jam}$$

$$t = \frac{19,48}{25} = 0,379 \text{ jam/hari}$$

Dengan asumsi peralatan bekerja 1 hari = 8 jam, dihitung lamanya alat mengalami idle time, yaitu dengan rumus :

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

Maka:

$$\text{Idle time} = 8 \text{ jam} - t \text{ jam}$$

$$= 8 - 0,379$$

$$= 7,621 \text{ jam}$$

Perhitungan Produktivitas Dump Truck Fuso

Produksi Dump Truck yang di kombinasikan dengan excavator dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Berikut adalah perhitungan menggunakan dump truck fuso yang dikombinasikan dengan excavator model SK-200.

1. Produksi per siklus

Sehingga :

$$n = \frac{20\text{m}^3}{0,93\text{m}^3 \times 0,95} = 22,637 = 23 \text{ kali}$$

Jadi produksi per siklus dapat dihitung sebagai berikut :

$$C = n \times KB \times BF$$

$$= 23 \times 0,93 \times 0,95 = 20,32\text{m}^3$$

2. Waktu Siklus

Waktu siklus untuk pekerjaan galian tanah dengan dump truk meliputi waktu untuk pengangkutan material galian, waktu pemindahan material galian ke tempat pembuangan galian, dan waktu untuk dumping serta mengatur posisi pada saat kondisi memuat material galian.

Untuk kondisi jalan yang dilalui oleh dump truk dari lokasi proyek menuju tempat pembuangan material galian adalah ramai lancar dan jarang mengalami kemacetan.

Waktu siklus dari daerah cut ke daerah pembuangan

$$J=5000\text{M}$$

$$\text{Jadi } HT = \frac{5000\text{m}}{666,67 \text{ m/menit}} = 7,5 \text{ menit}$$

Waktu kembali (RT)

Waktu siklus dari daerah pembuangan ke daerah cut

J=5000 m

$$\text{Jadi RT} = \frac{5000 \text{ m}}{833,33 \text{ m/menit}} = 6 \text{ menit}$$

Waktu pengisian bucket (LT)

$$\begin{aligned} \text{LT} &= n \times \text{Cmexc} \\ &= 23 \times 0.3 \\ &= 6,9 \text{ menit} \end{aligned}$$

Waktu dumping dan loading (t1 dan t2)

Tabel 4 Waktu Dumping dan Persiapan Loading

Kondisi operasi	Waktu dumping t1	Waktu loading t2
Baik	0.5 - 0.7	0.10 - 0.20
Sedang	1.00 - 1.3	0.25 - 0.35
Buruk	1.50 - 2.00	0.40 - 0.50

Sumber : Training center Dept. PT. United Tractor
Jakarta 1997. Latihan Dasar Sistem Mesin

Jadi : Waktu dumping (t1) = 1.20 menit

Waktu loading (t2) = 0.30 menit

Maka waktu siklus dump truck adalah :

$$\text{CT} = \text{HT} + \text{RT} + \text{LT} + t1 + t2$$

$$\text{CT} = 7,5 + 6 + 6,9 + 1.2 + 0.3 = 21,9 \text{ menit}$$

Perhitungan Biaya Pelaksanaan Penggunaan Peralatan alat Berat

Pihak kontraktor dapat memenuhi kebutuhan pelaksanaan pekerjaannya yang menggunakan peralatan berat dengan cara menyewa, tanpa perlu mengkhawatirkan biaya perawatan alat berat secara jangka panjang. Jangka waktu penyewaan alat berat biasanya berdasarkan perjanjian mingguan atau bulanan.

Beban biaya yang ditanggung tidak hanya biaya sewa peralatan melainkan juga biaya sewa operator, bahan bakar dan mobilisasi peralatan.

Biaya Pelaksanaan Penggunaan Excavator

Untuk perhitungan biaya operasi alat dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Biaya Operasi = Biaya sewa alat/hari + biaya operator/hari + biaya bahan bakar/hari

1. Data Harga Sewa Peralatan

- Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp. 2.000.000,00/unit
- Harga sewa Excavator = Rp. 1.600.000,00/hari
- Biaya operator = Rp. 200.000,00/hari

• Harga bahan bakar = Rp. 8.500,00/liter (1 jam = 8,75 liter)

a. Biaya Operator

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. } 200.000,00 / 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 25.000,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

Perhitungan total biaya pemakaian excavator dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini:

1. Perhitungan mobilisasi
 $1 \times 2.000.000 = 2.000.000$
2. Sewa excavator
 $200 \times 200.000 \times 1 = 40.000.000$
3. Operator
 $200 \times 25.000 \times 1 = 5.000.000$
4. Bahan bakar
 $200 \times 8.500 \times 1 = 14.875.000$

Tabel 5 Perhitungan Biaya Pemakaian Excavator

No	Item	Volume	Satuan	Harga satuan(rp)	Total
1	Mob+demod	1	Ls	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
2	Sewa excavator	200	Jam	Rp 200.000	Rp 40.000.000
3	Operator	200	Jam	Rp 25.000	Rp 5.000.000
4	Bahan bakar	200	Jam	Rp 8.500	Rp 14.875.000
Total					Rp 61.875.000

Sumber : Analisa Penelitian

Biaya Pelaksanaan Dump Truk

Untuk perhitungan biaya operasi alat dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

Biaya Operasi = Biaya sewa alat/hari + biaya operator/hari + biaya bahan bakar/hari

1. Data Harga Sewa Peralatan

- Biaya mobilisasi dan demobilisasi = Rp. 500.000,00/unit
- Harga sewa dump truk = Rp. 1.480.000,00/hari
- Biaya operator = Rp. 150.000/hari
- Harga bahan bakar = Rp. 8.500/liter

a. Biaya Operator

$$\begin{aligned} \text{Biaya operator} &= \text{Rp. } 150.000,00 / 8 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 18.750,00 / \text{jam} \end{aligned}$$

Perhitungan total biaya pemakaian dump truk dapat dilihat pada Tabel 4.8 berikut ini :

1. Mobilisasi
 $1 \times 500.000 \times 1 = 500.000$
2. Sewa dump truck
 $200 \times 185.000 \times 1 = 37.000.000$
3. Operator
 $200 \times 18.750 \times 1 = 3.750.000$
4. Bahan bakar
 $200 \times 8500 \times 1 = 1.700.000$

Tabel 6 Perhitungan Biaya Pemakaian Dump Truk

No	Item	Volume	Satuan	Harga satuan(Rp)	Total
1	Mob +demob	1	Ls	Rp 500.000	Rp 500.000
2	Sewa dump truck	200	Jam	Rp 185.000	Rp 37.000.000
3	Operator	200	Jam	Rp 18.750	Rp 3.750.000
4	Bahan bakar	200	jam	Rp 8.500	Rp 1.700.000
Total Biaya					Rp 42.950.000

Sumber : Analisa Penelitian

Rincian keseluruhan biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan alat berat dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 8 Rekapitulasi Biaya Penggunaan Alat Berat

No	Jenis pekerjaan	Jenis alat	Waktu pelaksanaan (jam)	Jumlah kebutuhan alat	Biaya
1	Galian tanah	excavator	200	1	Rp 61.875.000
2	Galian tanah	Dump truck	200	1	Rp 42.950.000
Total					Rp 104.825.000

Sumber: Analisa Penelitian

Dari hasil rekapitulasi biaya penggunaan alat berat untuk pekerjaan galian tanah dengan menggunakan Excavator dalam jangka waktu 200 jam yaitu sebesar Rp. 61.875.000. Sedangkan biaya penggunaan Dump Truck dalam jangka waktu 200 jam yaitu sebesar Rp. 42.950.000. sehingga perusahaan mengeluarkan biaya untuk alat berat Excavator dan Dump Truck dalam jangka waktu 200 jam yaitu sebanyak Rp. 104.825.000.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penulis pada produktifitas pemakaian alat berat dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil perhitungan Produktifitas penggunaan alat berat dapat disimpulkan bahwa :

- a. Produktivitas 1 unit excavator (Kobelco SK-200) adalah 104,43 m³ /jam.
- b. Produktivitas 1 unit dump truck (Fuso) adalah 20,32 m³ /jam.
2. Adapun biaya operasional penggunaan alat berat dapat disimpulkan bahwa:
 - a. Biaya operasional Excavator (SK-200) sebesar Rp. 61.875.000/bulan.
 - b. Biaya operasional Dump Truck (Fuso) sebesar Rp. 42.950.000/bulan.Jadi total biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan untuk alat berat Excavator dan Dump Truck dalam jangka waktu 1 bulan adalah Rp.104.825.000/bulan.
3. Dari hasil perhitungan kerja alat Excavator dan Dump Truck, waktu yang dibutuhkan dalam pengisian tanah dari bucket Excavator kedalam Dump Truck adalah 22,3 menit.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis dapat memberi saran bahwa :

1. Dalam memilih alat - alat berat yang akan disewa, harus memilih alat - alat yang masih baru atau layak pakai, karena itu sangat mempengaruhi produktivitas alat. Dan memilih operator yang cukup handal, yang mampu mengendalikan alat - alat berat dalam medan proyek apapun.
2. Pemilihan alat berat sesuai dengan kebutuhan pekerjaan dan tidak sembarangan, dilihat dari harga alat berat yang sangat tinggi, sehingga PT. Wika Industri & konstruksi ketika merencanakan pengadaan alat berat baru, dapat melihat faktor - faktor lapangan yang akan mempengaruhi produktivitas dan memilih unit yang sesuai.
3. Alat Berat yang digunakan sebaiknya digunakan dengan kebutuhan agar tidak terjadi pembengkakan biaya.
4. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut meninjau bagaimana efisiensi kerja excavator (Kobelco SK-200) pada pekerjaan lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, Ferry (2019). *Perbandingan Estimasi Biaya Antara Metode BOW, Metode SNI, Metode AHSP Pada Proyek Perkerasan Jalan Kaku di Dusun I Desa Simpang Dolok.*
- Bokko, Jacob. Rusan Rangan, Parea (2017). *Analisis Perbandingan Estimasi Biaya dan Metode Pelaksanaan Konstruksi Jalan Aspal Beton dengan Rigid Beton.*
- DD Supid (2017). *Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Untuk Pekerjaan Tanah Dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir (Studi Kasus : Proyek Rehabilitasi Ring Road II - Paniki).*
- Enggar Tiawan (2020). *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Basement Di Gedung Pascasarjana IAIN Langsa, Aceh Timur.*

- Fikri, Z., Rahmawati, B., & Paryati (2016). *Analisis Kapasitas Produksi Excavator Pada Proyek Perumahan Pertamina Cibubur. Bentang.*
- Hermansyah, Daud. Firda, Ani. Fitriana Umari (2018). *Analisis Perbandingan Estimasi Biaya Dengan Metode SNI dan Kontraktor (Studi Kasus Pekerjaan Aspal di Proyek Pembangunan Jembatan Air Genting Desa Pumu Kecamatan Tanjung Sakti).*
- Irman Syahputra (2020). *Perencanaan Pemakaian Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Jalan Di Kota Batu Batas Tobasa Di Kabupaten Labuhan Batu Utara.*
- Kulo, E.N (2017). *Analisa produktivitas alat berat untuk pekerjaan pembangunan jalan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 Lokasi Kecamatan Tutuyan Bolaang Mongondow Timur).*
- Kurniawan, Harry. Djunaidi (2020). *Studi Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) dan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Ditinjau Dari Biaya Studi Kasus: Peningkatan Kualitas Jalan Sungai Pinang-Pantai Mempanak Kabupaten Lingga.*
- Nurhadi, E. (2017). *Analisa produktivitas alat berat untuk pekerjaan pembangunan jalan.*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2016). *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, Nomor.28/PRT/M/2016. Republik Indonesia.*
- Putra, M.Irfan Hari., (2018). *Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum Uii.*
- Ramadhan, Y., & Nugraha, T (2018). *Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus Proyek Perumahan Fortune Villa Graha Raya).*
- Ronal Martin Sokop (2018). *Analisa Perhitungan Produktifitas Alat Berat Gali – Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea.*
- Samsul Hadi Azmi (2021). *Analisis Produktivitas Pengguna Alat Berat Exavator Pada Penambangan Pasir Di Desa Korleko, Kecamatan Labuhan Haji, Kabupaten Lombok.*
- Setiadi, D., Effendi, H., Wiranto, P., & Mudianto, A. (2016). *Perhitungan Kebutuhan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Pabrik Precast Di Sentul.*
- Tri Purwanto (2017). *Produktivitas Alat Berat Pada Pembangunan Jalan Ruas Laratlamdesar Provinsi Maluku.*