

**ANALISIS EFEKTIVITAS EXCAVATOR STANDAR DAN LONG ARM PADA
PEKERJAAN GALIAN ALUR SUNGAI TIPE 2
(Studi Kasus Proyek Pengendalian Banjir Kali Bekasi Paket 7)**

**ANALYSIS OF EFFECTIVENESS LONG ARM AND ON EXCAVATION WORK
FOR RIVER FLOW TYPE 2
(Case Study of Bekasi River Flood Control Project Package 7)**

Muhammad Farizki¹, Okri Asfino Putra,² Via Azizul Saputri Khalifah³
^{1,2,3}Universitas Pertahanan, Kawasan IPSC Sentul Kabupaten Bogor, 16810, Indonesia
Email: muhammadfarizki13@gmail.com

ABSTRAK

Pada proyek infrastruktur seperti pengendalian banjir, efisiensi penggunaan alat berat memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan pelaksanaan proyek. Penelitian ini menganalisis efektivitas penggunaan dua jenis excavator, yaitu excavator standar dan excavator long arm, pada pekerjaan galian alur sungai tipe 2 di proyek pengendalian banjir Kali Bekasi Paket 7. Studi ini dilakukan dengan membandingkan produktivitas, biaya operasional, dan efisiensi waktu dari kedua jenis excavator tersebut. Data yang digunakan meliputi data primer yang diperoleh dari observasi langsung di lapangan serta data sekunder dari standar-standar terkait. Hasil analisis menunjukkan bahwa excavator standar memiliki produktivitas yang lebih tinggi dengan estimasi waktu penyelesaian 129 hari, dibandingkan dengan excavator long arm yang membutuhkan 168 hari. Dari segi biaya, penggunaan excavator standar juga lebih ekonomis, dengan total biaya sebesar Rp 583.596.000 dibandingkan dengan Rp 803.712.000 untuk excavator long arm. Namun, excavator long arm lebih cocok digunakan pada medan kerja yang sulit atau lahan yang membutuhkan jangkauan lebih panjang. Dengan demikian, pilihan antara kedua jenis excavator ini harus disesuaikan dengan karakteristik medan kerja dan kebutuhan proyek.

Kata kunci: Biaya Operasional, Efektivitas, Ekskavator, Produktivitas

ABSTRACT

In infrastructure projects such as flood control, the efficiency of heavy equipment plays a crucial role in determining project success. This study analyzes the effectiveness of using two types of excavators—standard excavators and long-arm excavators—for channel excavation type 2 in the Kali Bekasi Flood Control Project Package 7. The study compares the productivity, operational costs, and time efficiency of both types of excavators. The data used include primary data obtained through direct field observations and secondary data from relevant standards. The analysis results show that standard excavators have higher productivity, with an estimated completion time of 129 days, compared to 168 days for long-arm excavators. In terms of cost, the use of standard excavators is also more economical, with a total cost of Rp 583,596,000 compared to Rp 803,712,000 for long-arm excavators. However, long-arm excavators are more suitable for challenging terrains or areas requiring a longer reach. Therefore, the choice between these two types of excavators should be adjusted based on site conditions and project requirements.

Keywords: Effectiveness, Excavator, Operational Cost, Productivity

PENDAHULUAN

Dalam dunia konstruksi, salah satu tuntutan utama adalah menekan waktu penyelesaian proyek agar dapat selesai dengan cepat. Untuk mencapai hal tersebut, diperlukan penggunaan alat berat yang sesuai dengan kondisi pekerjaan yang dilaksanakan. Penggunaan alat berat yang tepat dapat membantu mempercepat proses kerja yang dilakukan oleh tenaga manusia, sehingga proyek dapat berjalan lebih efisien (Alfandi dkk., 2023). Salah satu contoh penerapan pemanfaatan alat berat adalah pada proyek pengendalian banjir Kali Bekasi. Proyek ini merupakan infrastruktur penting yang bertujuan untuk mengurangi risiko banjir yang sering terjadi di wilayah Bekasi dan sekitarnya. Banjir di daerah ini sering kali menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan, merusak infrastruktur, serta berdampak negatif pada kondisi sosial dan kesehatan masyarakat sekitar. Oleh karena itu, upaya pengendalian aliran air dan peningkatan kapasitas sungai menjadi prioritas yang harus segera ditindaklanjuti (Listyawan dkk., 2021)

Salah satu pekerjaan utama dalam proyek ini adalah pekerjaan galian, yang memerlukan penggunaan alat berat yang tepat guna mencapai efisiensi dan efektivitas yang optimal. Salah satu alat berat yang sering digunakan dalam proyek ini adalah *excavator*. *Excavator* sendiri memiliki beberapa jenis, diantaranya *excavator* standar dan *excavator long arm*. Kedua jenis *excavator* ini memiliki karakteristik dan keunggulan masing-masing yang dapat mempengaruhi kinerja pekerjaan galian (Saputra dan Mildawati, 2016).

Excavator standar umumnya digunakan untuk pekerjaan galian yang membutuhkan kedalaman dan jangkauan yang tidak terlalu ekstrem. Di sisi lain, *excavator long arm* memiliki kemampuan jangkauan yang lebih panjang, sehingga lebih efektif untuk pekerjaan galian dengan kedalaman yang

lebih besar dan area yang lebih luas. Namun, setiap jenis *excavator* memiliki perbedaan dalam hal biaya operasional, efisiensi waktu, dan tingkat keandalan, yang pada akhirnya akan mempengaruhi total biaya serta durasi proyek (Febrianti dan Zakia, 2018)

1. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan *excavator* standar dan *excavator long arm* pada pekerjaan galian alur sungai tipe 2 dalam proyek pengendalian banjir Kali Bekasi Paket 7. Analisis ini mencakup perbandingan dari segi produktivitas, biaya operasional, efisiensi waktu, serta faktor-faktor lain yang relevan (Supit, 2020). Secara khusus, penelitian ini akan menentukan waktu optimal yang dibutuhkan oleh masing-masing jenis *excavator*, membandingkan biaya penggunaan antara *excavator* standar dan *excavator long arm*, serta mengevaluasi efektivitas keduanya dalam mendukung pelaksanaan pekerjaan galian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang jelas mengenai jenis *excavator* yang lebih efisien dan efektif untuk digunakan dalam proyek ini, sehingga pekerjaan dapat diselesaikan dengan lebih baik, tepat waktu, dan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan (Pribadi, 2022).

2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada proyek pengendalian banjir kali bekasi paket 7, secara administratif berada di Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat (6° 8'45.36"S; 107° 2'49.39"E) s/d (6°7'32.51"S; 107° 3'33.06"E).

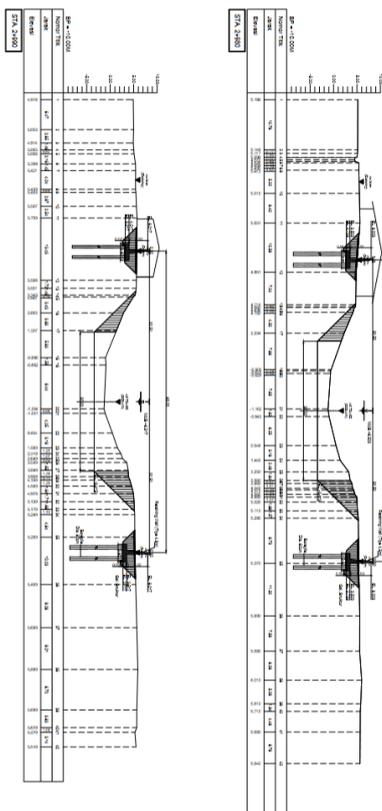
Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Analisis Efektivitas *Excavator* (Farizki/hal. 40-48)



Gambar 1. Lokasi penelitian

Disajikan desain Galian Alur *Type 2* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Galian Alur *Type 2*

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif-komparatif untuk menganalisis efektivitas

penggunaan *excavator* standar dan *excavator long arm* pada pekerjaan galian alur sungai tipe 2 dalam proyek pengendalian banjir Kali Bekasi Paket 7. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder.

3. Sumber Data

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung dari sumber-sumber yang terkait langsung dengan proyek tersebut dan belum mengalami pengolahan atau analisis sebelumnya. Dalam proyek pengendalian Kali Bekasi Paket 7, data primer yang di ambil berupa data volume galian yang berupa perencanaan dan data produktivitas serta biaya *excavator*.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan, diolah, dan dianalisis oleh pihak lain sebelum digunakan kembali untuk tujuan penelitian atau analisis baru. Data ini umumnya tersedia dalam bentuk publikasi, laporan, atau *database* yang dapat diakses oleh peneliti. Berbeda dengan data primer, data sekunder tidak dihasilkan secara langsung oleh peneliti melainkan diperoleh dari sumber-sumber yang sudah ada. data sekunder yang digunakan peneliti adalah SNI dan penelitian terdahulu.

4. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini peneliti memperoleh data dengan 2 cara yaitu:

a. Studi Pustaka

Dalam studi pustaka ini, dikumpulkan referensi yang berhubungan dengan penelitian, seperti buku-buku yang dapat dijadikan landasan sebagai teori penulisan penelitian ini.

b. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan metode survei langsung, wawancara dengan pekerja dan manajer proyek, dokumentasi visual melalui foto dan video, serta

memeriksa catatan harian proyek dan membandingkannya dengan rencana kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Pekerjaan Galian Alir Sungai Type 2

Data volume galian alir sungai *type 2* yang akan dikerjakan pada proyek ini sebagai berikut:

- a. Volume tanah sebesar: 50.975,40 m³
- b. Waktu pelaksanaan berdasarkan *schedule* kontrak: 364 hari
- c. Jam kerja/hari: 8 jam/hari

2. Produktivitas Alat

Perhitungan mengacu pada penelitian yang lebih dahulu dilakukan oleh Alfariz dan Dani (2024), Arista (2024), Hulu dkk. (2024), Rizaldi dan Dani (2024) serta Maharani dkk. (2025).

a. Excavator Standar

Dalam perhitungan produktivitas alat berat, terdapat analisis data sebagai berikut:

- Kapasitas *bucket* : 0,7 m³
- Efisiensi : 0,83
- Berat volume material: 0,83
- Faktor *bucket* : 0,83
- Angel swing* : 0,83
- Cyrcl* *time* : 0,0067 jam
- Banyak alat : 1 alat
- Jam kerja : 8 jam /hari

Perhitungan:

1) Faktor Koreksi

$$F = f1 \times f2 \times f3 \times f4 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- F = faktor koreksi
- f1 = efisiensi alat
- f2 = berat volume material
- f3 = faktor *bucket*
- f4 = *angle swing*

Maka,

$$F = 0,83 \times 0,83 \times 0,83 \times 0,83$$

$$F = 0,47$$

2) Produktivitas Per Jam

$$Q = \frac{F \times v}{c} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- Q = produktivitas per jam
- F = faktor koreksi
- v = kapasitas bucket
- C = *cyrcl* *time*

Maka,

$$Q = \frac{(0,7 \times 0,47)}{0,0067}$$

$$Q = 49,58 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3) Produktivitas Per Hari (Qd1)

$$Qd = N \times Q \times T \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- Qd = produktivitas perhari
- N = banyak alat
- T = jam kerja

Maka,

$$Qd = 1 \times 49,58 \times 8$$

$$Qd = 396,67 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4) Durasi Waktu Pekerjaan (D)

$$D = \frac{V}{Qd} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- D = durasi waktu pekerjaan
- V = volume galian
- Qd = produktivitas perhari

Maka,

$$D = \frac{50.975,40}{396,67}$$

$$D = 129 \text{ hari}$$

Dari analisis data dan perhitungan yang dilakukan peneliti, didapat estimasi waktu alat *excavator* standar yaitu 129 hari kerja. maka berdasarkan dengan waktu pelaksanaan pada *schedule* kontrak 364 hari, dengan menggunakan 1 alat *excavator* standar kontraktor dapat mendapatkan waktu yang baik dalam pekerjaan galian alir sungai *type 2*.

Analisis Efektivitas *Excavator* (Farizki/hal. 40-48)

b. *Excavator long arm*

Dalam perhitungan produktivitas alat berat *excavator* standar maka berikut perhitungan untuk *excavator long arm*, terdapat analisis data sebagai berikut:

Kapasitas *bucket* : 0,4 m³
 Efisiensi : 0,83
 Berat volume material: 0,83
 Faktor *bucket* : 0,83
Angel swing : 0,83
Cycle time : 0,005 jam
 Banyak alat : 1 alat
 Jam kerja : 8 jam /hari

Perhitungan:

1) Faktor Koreksi

$$F = f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4$$

$$F = 0,83 \times 0,83 \times 0,83 \times 0,83$$

$$F = 0,47$$

2) Produktivitas Per Jam

$$Q = \frac{F \times v}{C}$$

$$Q = \frac{(0,7 \times 0,47)}{0,005}$$

$$Q = 39,97 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3) Produktivitas Per Hari

$$Q_d = N \times Q \times T$$

$$Q_d = 1 \times 39,97 \times 8$$

$$Q_d = 303,73 \text{ m}^3/\text{hari}$$

4) Durasi Waktu Pekerjaan

$$D = \frac{V}{Q_d}$$

$$D = \frac{50.975,4}{303,73}$$

$$D = 168 \text{ hari}$$

Dari analisis data dan perhitungan yang dilakukan, didapat estimasi waktu alat *excavator long arm* yaitu 168 hari kerja. Maka, berdasarkan waktu pelaksanaan pada *schedule* kontrak 364 hari, dengan menggunakan 1 alat *excavator long arm* kontraktor dapat mendapatkan waktu yang baik dalam pekerjaan galian alir sungai *type 2* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Produktivitas *Excavator* Standar dan *Excavator Long Arm*

No	Jenis Alat	Jumlah Alat	Waktu <i>Schedule</i> Kontrak (hari)	Estimasi Waktu (hari)	Keterangan
1.	<i>Excavator</i> standar	1	364	129	Tercapai waktu efektif
2.	<i>Excavator long arm</i>	1		168	Tercapai waktu efektif
Deviasi			39 hari		

Berikut hasil perbandingan produktivitas dari 2 jenis alat tersebut terlihat bahwa *excavator* standar dapat lebih cepat dan efektif dari segi waktu karena *bucket* yang digunakan lebih besar di bandingkan dengan *excavator long arm*. Deviasi dari estimasi waktu sebesar 39 hari.

3. Biaya yang Dibutuhkan Alat

a. *Excavator* Standar

Menghitung biaya yang dibutuhkan dalam pengoperasian *excavator*, kita perlu mempertimbangkan beberapa faktor

penting. pertama sewa *excavator* Selanjutnya, biaya operasional termasuk bahan bakar, dan terakhir biaya upah operator. Bahan bakar adalah salah satu komponen terbesar dalam biaya operasional, jadi penting untuk memperhitungkan konsumsi bahan bakar per jam kerja. Selain itu, biaya tenaga kerja untuk operator *excavator* juga harus dimasukkan, mengingat keahlian dan upah yang dibutuhkan.

Berikut analisis harga untuk *excavator* standar dengan harga standar perjam adalah Rp. 180.000.

Perhitungan:

1) UHO (Upah Harian Operator) Per Jam

$$UHO_j = \frac{UHO}{T} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

- UHO_j = upah harian operator perjam
- UHO = upah harian operator
- T = jam kerja

Maka,

$$UHO_j = \frac{Rp. 200.000}{8}$$

$$UHO_j = Rp. 25.000$$

2) Kebutuhan Solar Per Jam

$$S_j = \frac{S_d}{T} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

- S_j = kebutuhan solar perjam
- S_d = kebutuhan solar perhari
- T = jam kerja

Maka,

$$S_j = 140 / 8$$

$$S_j = 18 \text{ liter / jam}$$

3) Harga Bahan Bakar Per Jam (Solar HSD Industri 2024)

$$H_j = H_{HSD} \times S_j \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- H_j = harga bahan bakar perjam
- H_{HSD} = harga solar HSD industri
- S_j = kebutuhan solar perjam

Maka,

$$H_j = Rp. 20.600 \times 18 \text{ liter/jam}$$

$$H_j = Rp. 360.500$$

4) Harga Kebutuhan Per Jam

$$H_{total j} = H_j + UHO_j + H_{sewa} \dots\dots\dots (8)$$

Keterangan:

- H_{total j} = harga kebutuhan perjam
- H_j = harga bahan bakar perjam
- UHO_j = upah harian operator perjam
- H_{sewa} = biaya sewa alat perjam

Maka,

$$H_{total j} = Rp. 360.500 + Rp. 25.000 + Rp. 180.000$$

$$H_{total j} = Rp. 565.500$$

5) Harga Kebutuhan Per Hari

$$H_{total d} = H_{total j} \times T \dots\dots\dots (9)$$

Keterangan:

- H_{total d} = harga kebutuhan perhari
- H_{total j} = harga kebutuhan perjam
- T = jam kerja

Maka,

$$H_{total d} = Rp. 565.500 \times 8$$

$$H_{total d} = Rp. 4.524.000$$

6) Harga Total Pelaksanaan Galian

$$H_{total} = H_{total d} \times D \dots\dots\dots (10)$$

Keterangan:

- H_{total} = harga total pelaksanaan galian
- H_{total d} = harga kebutuhan perhari
- D = durasi waktu pekerjaan

Maka,

$$H_{total} = Rp. 4.524.000 \times 129 \text{ hari}$$

$$H_{total} = Rp. 583.596.000$$

b. Excavator Long Arm

Berdasarkan perhitungan *excavator* standar diatas maka berikut analisis harga *excavator long arm* dengan harga sewa perjam adalah Rp. 200.000.

Perhitungan:

1) UHO (Upah Harian Operator) Perjam

$$UHO_j = \frac{UHO}{T}$$

$$UHO_j = \frac{Rp. 300.000}{8}$$

$$UHO_j = Rp. 37.500$$

2) **Kebutuhan Solar Per Jam**

$$S_j = \frac{S_d}{T}$$

$$S_j = \frac{140}{8}$$

$S_j = 18 \text{ liter / jam.}$

3) **Harga Bahan Bakar Per Jam (Solar HSD Industri 2024)**

$$H_j = H_{HSD} \times S_j$$

$H_j = \text{Rp. } 20.600 \times 18 \text{ liter/jam.}$

$H_j = \text{Rp. } 360.500.$

4) **Harga Kebutuhan Total Per Jam**

$$H_{total j} = H_j + UHO_j + H_{sewa}$$

$H_{total j} = \text{Rp. } 360.500 + \text{Rp. } 37.500 + \text{Rp. } 200.000.$

$H_{total j} = \text{Rp. } 598.000.$

5) **Harga Total Per Hari**

$$H_{total d} = H_{total j} \times T$$

$H_{total d} = \text{Rp. } 598.000 \times 8$

$H_{total d} = \text{Rp. } 4.784.000$

6) **Harga Total Pelaksanaan Galian**

$$H_{total} = H_{total d} \times D$$

$H_{total} = \text{Rp. } 4.784.000 \times 168 \text{ hari}$

$H_{total} = \text{Rp. } 803.712.000$

Dari perhitungan di atas, maka biaya yang dibutuhkan *excavator long arm* lebih besar dibandingkan *excavator standar*, dari perbedaan biaya diatas dapat mempengaruhi efisiensi biaya pada proyek pengendalian banjir Kali Bekasi Paket 7 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Biaya *Excavator Standar* dan *Excavator Long Arm*

No.	Jenis Alat	Biaya Sewa/Jam (Rp)	UHO (Upah Harian Operator)/Jam (Rp)	Bahan Bakar Per Jam (Rp)	Total Biaya /Jam (Rp)	Total Biaya Waktu Pelaksanaan (Rp)
1.	<i>Excavator standar</i>	180.000	25.000	360.500	565.500	583.596.000
2.	<i>Excavator long arm</i>	200.000	37.500	360.500	598.000	803.712.000
	Deviasi	20.000	12.500	0	32.500	220.116.000

Setelah membuat 2 kriteria perbandingan waktu dan biaya antara *excavator standar* dan *excavator long arm*. Disajikan pada Tabel 3, *matrix* yang dimana akan mendapatkan *scoring* dari 2 kriteria perbandingan sebelumnya dan ditambah 1 kriteria yaitu medan kerja.

Dari 3 kriteria tersebut dibuat *scoring* penilaian dan analisis untuk mendapatkan *excavator* yang efektif antara *excavator standar* dan *excavator long arm*.

Tabel 3. *Matrix* Perbandingan dan *Scoring Excavator* Standar dan *Excavator Long Arm*

Kriteria	<i>Excavator Standar</i>	<i>Excavator Long Arm</i>	Analisis
Waktu Operasional (Hari)	129,00	168,00	<i>Excavator long arm</i> membutuhkan waktu lebih lama (39 hari lebih lama) dibandingkan dengan <i>excavator Standar</i> dalam penyelesaian pekerjaan.
Biaya	Rp 583.596.000	Rp 803.712.000	Penggunaan <i>excavator long arm</i> memerlukan biaya lebih tinggi sekitar Rp 220.116.000 dibandingkan dengan <i>excavator standar</i> .
Medan Kerja	Medan Standar (Tanah Normal)	Medan Sulit (Lahan Sempit Dan Curam)	<i>Excavator long arm</i> lebih cocok digunakan pada medan yang sulit atau lahan yang membutuhkan jangkauan lebih panjang, seperti lahan curam atau sempit.
<i>Scoring</i>	8.05	7.25	Berdasarkan 3 kriteria di atas dengan bobot waktu operasional 35%, biaya 40%, dan medan kerja 25%. Didapat <i>scoring excavator standar</i> lebih tinggi dibanding <i>excavator long arm</i>

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang dilakukan peneliti pada pekerjaan galian alur sungai *type 2* pada proyek pengendalian Kali Bekasi Paket 7 yang menggunakan *excavator standar* dan *excavator long arm*. Dari penelitian di dapatkan perbandingan efektivitas dari produktivitas, waktu dan biaya. *Excavator standar* menunjukkan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan *excavator long arm*, dengan estimasi waktu pengerjaan 129 hari dan *excavator long arm* dengan estimasi waktu pengerjaan 168 hari. karena kapasitas *bucket* pada *excavator standar* lebih besar sehingga volume galian per jam lebih tinggi.

Analisis biaya operasional menunjukkan bahwa penggunaan *excavator standar* sebesar Rp. 583.596.000 menghasilkan biaya total proyek yang lebih rendah dibandingkan dengan *excavator long arm* sebesar Rp. 803.712.000. Perbedaan biaya ini terutama dipengaruhi oleh faktor waktu

penyelesaian proyek yang lebih singkat pada *excavator standar*. Selain itu biaya sewa, bahan bakar, dan upah operator pada *excavator long arm* lebih besar di bandingkan *excavator standar*.

Terdapat kelebihan masing-masing *excavator* yaitu pada *excavator standar*, Berdasarkan pertimbangan produktivitas dan biaya operasional, *excavator standar* dinilai lebih efisien untuk proyek galian aliran sungai *type 2* dengan volume tanah yang relatif besar dan kondisi lapangan yang memungkinkan. Meskipun *excavator long arm* memiliki kelebihan dalam hal jangkauan kerja, *excavator long arm* kurang efisien dalam hal biaya dan waktu penyelesaian proyek pada kondisi proyek yang telah dianalisis.

DAFTAR PUSTAKA

Alfandi, B., Abadiyah, S., dan Zulfa, A. I. (2023). Analisa Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat untuk Normalisasi

Analisis Efektivitas Excavator (Farizki/hal. 40-48)

- Saluran Cisadane Barat Laut Kab. Tangerang. *Structure*. 5(1), 30–39.
- Alfariz, K. D. dan Dani, H. (2024). Perbandingan Produktivitas Excavator PC 200 pada Pekerjaan Galian Tanah Metode Semi Top-Down dengan Metode Konvensional.” *Vitek: Jurnal Vokasi Teknik Sipil*. 2(2), 59–64.
- 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.
- Febrianti, D. dan Zakia. (2018). Analisis Produktivitas dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator pada Pekerjaan Galian Tanah. *Prosiding Seminar Nasional Pakar*.
- Hulu, D. C., Wijaya, H., dan Elviyanti. (2024). Produktivitas dan Biaya Alat Berat Excavator pada Proyek Peningkatan Jalan Timpeh V–Timpeh VI Nagari Kamang, Kecamatan Kamang Baru Sijunjung. *Journal of Applied Engineering Scienties*. 7(1), 58–67.
- Listyawan, A. B., Sahid, M. N., Mulyono, G. S., dan Fadhlullah, H. K. (2021). Analisis Produktivitas Alat Berat dan Biaya Pekerjaan Pemindahan Tanah Pada Pembangunan RSUD Pondok Aren Tangerang Selatan. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*. 14(1), 8–12.
- Maharani, S. A., Tunggulgeni, E., dan Laksmi, A. A. (2025). Analisis Kombinasi Alat Berat pada Pekerjaan Galian Batu as Maindam STA 0+25 Sampai 0+50 (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Bendungan Cijurey Paket 1). *Menara: Jurnal Teknik Sipil*. 20(1), 93–107.
- Pribadi, G. (2022). *Buku Ajar: Alat Berat dan PTM*. Bandung: Penerbit Widina Bhakti Persada.
- Rizaldi, A. R. D. dan Dani, H. (2024). Produktivitas Alat Berat Excavator Caterpillar 320 pada Pekerjaan Galian Tanah di Proyek Pekerjaan Kontruksi Fisik dan Bangunan Rumah Sakit UPT Vertikal Surabaya. *Jurnal Vokasi Teknik Sipil*. 2(2), 113–120.
- Saputra, R. D. dan Mildawati, R. (2016). Analisis Efektifitas Penggunaan Excavator Long Arm dan Excavator Standart Arm pada Kegiatan Normalisasi Sungai Muara Kelantan Kabupaten Siak Sri Indrapura. *Jurnal Sainis*. 16(2), 81–90.
- Supit, D. D. (2020). “Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat untuk Pekerjaan Tanah, dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir: Studi Kasus: Proyek Rehabilitasi Ring Road Ii–Paniki.” *Journal Dynamic Saint*. 5(1): 906–17.