



PERHITUNGAN BIAYA OPERASIONAL ALAT BERAT EXCAVATOR KOMATSU PC78UU PEKERJAAN GALIAN PROYEK REVITALISASI MASJID NURUZZAMAN UNIVERSITAS AIRLANGGA KAMPUS B SURABAYA

Alizah Dian Nurfahmi

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

Email : alizahdian.21028@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Pekerjaan penggalian pile cap merupakan tahapan fundamental dalam pembangunan struktur pondasi. Pile cap berfungsi sebagai penghubung antara tiang pancang dengan kolom struktur atas, sehingga membutuhkan penggalian yang presisi dan efisien agar kuat dan kokoh. Penggunaan alat berat excavator merupakan solusi utama dalam meningkatkan efisiensi pekerjaan yang dapat terlaksana sesuai dengan ketentuan yang sudah disepakati. Meskipun excavator dapat meningkatkan efisiensi dalam pekerjaan penggalian, perhitungan biaya operasionalnya seringkali belum optimal. Kurangnya pemahaman yang komprehensif mengenai komponen biaya dapat menyebabkan pembengkakan anggaran, penundaan jadwal proyek, dan bahkan dapat merugikan finansial bagi kontraktor. Penting sekali melakukan perhitungan biaya operasional excavator, khususnya pada pekerjaan penggalian pile cap, agar dapat diperoleh estimasi yang akurat dan perencanaan yang lebih baik. Penelitian dilakukan terhadap pekerjaan galian pada proyek revitalisasi Masjid Nuruzzaman Universitas Airlangga terutama terhadap galian pile cap. Alat berat yang digunakan terhadap pekerjaan galian pile cap yaitu excavator jenis Komatsu PC78UU. Perhitungan dilakukan sesuai Peraturan Menteri PUPR No 8 tahun 2023. Pada hasil penelitian terhadap biaya operasional alat berat excavator Komatsu PC78UU pada pekerjaan galian pile cap proyek Revitalisasi Masjid Nuruzzaman Universitas Airlangga yaitu sebesar Rp 205.457,50/jam dengan biaya total selama pengerjaan selesai atau 192 jam kerja yaitu sebesar Rp 39.447.840,00.

Kata Kunci: Biaya, Excavator, dan Galian .

Abstract

Pile cap excavation work is a fundamental stage in the construction of a foundation structure. Pile cap functions as a connector between the piles and the upper structure columns, so it requires precise and efficient excavation to be strong and sturdy. The use of excavator heavy equipment is the main solution in increasing the efficiency of work that can be carried out in accordance with the agreed provisions. Although excavators can increase efficiency in excavation work, operational cost calculations are often not optimal. Lack of comprehensive understanding of cost components can cause budget overruns, project schedule delays, and even financially harm contractors. Calculation of excavator operational costs, especially in pile cap excavation work, is very important to obtain accurate estimates and better planning. Research has been conducted on excavation work on the Nuruzzaman Mosque revitalization project at Airlangga University, especially on pile cap excavation. The heavy equipment used in pile cap excavation work is a Komatsu PC78UU type excavator. Calculations are carried out in accordance with the guidelines of the Minister of PUPR Regulation No. 8 of 2023. The results of the study on the operating costs of the Komatsu PC78UU excavator for the pile cap excavation work of the Nuruzzaman Mosque

Article History

Received: Juli 2025

Reviewed: Juli 2025

Published: Juli 2025

Plagiarism Checker No
235

Prefix DOI :

[10.8734/Kohesi.v1i2.365](https://doi.org/10.8734/Kohesi.v1i2.365)

Copyright : Author

Publish by : Kohesi



This work is licensed
under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Revitalization project at Airlangga University are IDR 205,457.50/hour with a total cost during the completion of the work or 192 working hours of IDR 39,447,840.00.

Keywords: Cost, Excavator, and Excavation

PENDAHULUAN

Proses pelaksanaan proyek konstruksi harus berpegang pada kendala yang terlibat dalam proyek yaitu memiliki tiga kendala (*triple constrain*), yang pertama merupakan kendala mutu yang harus sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditetapkan, kendala waktu yang harus sesuai dengan jadwal pelaksanaan yang sudah ditentukan, dan kendala biaya yaitu tidak melebihi biaya yang sudah direncanakan. (Ervianto, 2023).

Pekerjaan penggalian terutama terhadap *pile cap* merupakan tahapan fundamental dalam pembangunan struktur pondasi. *Pile cap* berfungsi sebagai penghubung antara tiang pancang dengan kolom struktur atas, sehingga membutuhkan penggalian yang presisi dan efisien agar kuat dan kokoh. Penggunaan alat berat *excavator* merupakan solusi utama dalam meningkatkan efisien pekerjaan yang dapat terlaksana sesuai dengan ketentuan yang sudah disepakati. Dengan itu, alat berat *excavator* dapat mempermudah dalam memindahkan material tanah dalam volume besar dan waktu yang relatif singkat.

Meskipun *excavator* dapat meningkatkan efisiensi dalam pekerjaan penggalian, perhitungan biaya operasionalnya seringkali belum optimal. Kurangnya pemahaman yang komprehensif mengenai komponen biaya dapat menyebabkan pembengkakan anggaran, penundaan jadwal proyek, dan bahkan dapat merugikan finansial bagi kontraktor. Karena sebab itu, penting sekali untuk melakukan analisis mendalam terhadap perhitungan biaya operasional *excavator*, khususnya pada pekerjaan penggalian *pile cap*, agar dapat diperoleh estimasi yang akurat dan perencanaan yang lebih baik.

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung biaya alat berat berupa biaya operasional alat berat *excavator* pada kegiatan konstruksi di lapangan terutama pada pekerjaan galian *pile cap*. Perhitungan biaya operasional dilakukan yang berlandaskan pada ketentuan Peraturan Menteri PUPR No 8 tahun 2023, dengan biaya operasi alat diperoleh yang meliputi perhitungan biaya bahan bakar, biaya minyak pelumas, biaya perawatan, biaya perbaikan, upah operator, dan upah pembantu operator.

LANDASAN TEORI

Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi memiliki karakteristik yang dapat dipandang dalam tiga sudut pandang, yaitu sifat unik yang memiliki rangkaian kegiatan yang selalu beda di setiap proyek satu dan lainnya, membutuhkan banyak macam sumber daya (*Resources*) pada pelaksanaannya untuk proses pembangunan dapat berjalan lancar, dan dibutuhkan organisasi karena setiap organisasi memiliki visi misi di dalamnya dengan setiap anggotanya memiliki keunggulan di bidang masing-masing. (Ervianto, 2023).

Manajemen Alat Berat

Menurut Kalengkongan et al., (2020), berikut merupakan beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan alat berat pada proyek konstruksi, sehingga dapat meminimalisir kesalahan selama proyek berlangsung:



- a. Fungsi, alat berat disesuaikan dengan kegunaannya, seperti alat yang berfungsi dalam mengangkat, menggali, dan sebagainya.
- b. Kapasitas alat, alat berat dipilih berdasarkan berat material yang harus diangkut, sehingga pekerjaan dapat terselesaikan tepat waktu.
- c. Cara operasi, alat disesuaikan pada arah horizontal maupun vertikal dengan jarak gerakan, kecepatan, dan frekuensi.
- d. Pembatasan dengan metode yang dipakai, seperti biaya, peraturan lalu lintas, dan pembongkaran.
- e. Ekonomi, biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan dan biaya lainnya terhadap alat berat dapat menjadi faktor yang krusial dalam memilih alat berat.
- f. Jenis proyek, ada beberapa jenis proyek yang memakai alat berat seperti proyek jembatan, jalan, gedung, pelabuhan, dan lain sebagainya.
- g. Lokasi proyek, pada lokasi proyek yang berada di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
- h. Daya dukung tanah, tanah dapat berupa dalam kondisi yang keras, padat, lepas, ataupun lembek.
- i. Kondisi lapangan, medan yang sulit atau medan baik dapat berpengaruh dalam pemilihan alat berat.

Biaya Alat Berat

Menurut Febrianti et al., (2021), Biaya operasional (*operation cost*) merupakan biaya-biaya yang dikeluarkan selama alat berat beroperasi di lapangan. Penggunaan alat berat yang kurang tepat akan menimbulkan kerugian, sehingga menghitung biaya operasional alat sangat perlu. Biaya operasi pada alat berat dapat diperoleh dengan memperhitungkan (Peraturan Menteri PUPR No 8 tahun 2023):

- a. Biaya bahan bakar, Jenis bahan bakar (H) disesuaikan dengan kebutuhan alat. Di Indonesia biaya bahan bakar tersebut tidak boleh menggunakan harga subsidi pemerintah.
- b. Biaya minyak pelumas dan/atau oli pemanas, biaya minyak pelumas (I) meliputi:
 - Minyak pelumas mesin
 - Minyak pelumas hidrolik
 - Minyak pelumas transmisi (gardan)
 - Minyak pelumas torque converter (sebagai kopling otomatis)
 - Minyak pelumas power steering
- c. Biaya perawatan, biaya perawatan (J) meliputi:
 - Saringan (filter) udara
 - Saringan bahan bakar
 - Saringan minyak oli pelumas
- d. Biaya perbaikan, biaya perbaikan (K) meliputi:
 - Biaya penggantian ban (untuk peralatan yang memakai roda ban)
 - Biaya penggantian komponen-komponen yang aus (yang pengantiannya sudah dijadwalkan) seperti *swing & fixed jaw* pada *jaw crusher*, *cutting edge* pada pisau *Bulldozer*, saringan (*screen*) pada *Stone Crusher* dan AMP Penggantian baterai aki (*accu*)
 - Perbaikan *undercarriage & attachment* termasuk penggantian suku cadang
- e. Upah operator dan upah pembantu operator, besarnya upah untuk operator/driver (L) dan pembantu operator (M) diperhitungkan sesuai dengan perhitungan upah kerja, tetapi upah per jam diperhitungkan upah 1 (satu) jam kerja efektif.

METODE



Metode penelitian yang dilakukan dengan tahapan observasi secara langsung untuk mengumpulkan data primer dan sekunder dengan pendekatan secara kuantitatif. Penelitian kuantitatif menurut Sugiyono (2022), merupakan penelitian yang berdasarkan fakta, yang dipakai dalam meneliti suatu populasi dan sampel, untuk akumulasi data menggunakan instrumen penelitian untuk menguji pada hipotesis yang ditetapkan. Observasi yang dilakukan di lapangan yaitu pengamatan secara langsung terhadap alat berat *excavator* yang digunakan untuk pekerjaan penggalian *pile cap*. Sedangkan untuk pengolahan data dilakukan berdasarkan pedoman Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023. Untuk menganalisis perhitungan biaya operasional alat berat *excavator* menurut PERMEN PUPR No.8 Tahun 2023, yaitu menggunakan persamaan sebagai berikut:

a. Biaya Bahan Bakar (H)

$$H = Ch \times Pw \times Ms \quad \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

biaya bahan bakar per jam.

koefisien bahan bakar:

h Ch → 10% pekerjaan ringan,

W : 1200 jam per tahun

Ch → 11% pekerjaan sedang,

W : 1600 jam per tahun

Ch → 12% pekerjaan berat,

W : 2000 jam per tahun.

kapasitas tenaga mesin

w (Horse power).

harga minyak solar

s (rupiah/liter).

b. Biaya Minyak Pelumas (I)

$$I = Cp \times Pw \times Mp \quad \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

banyaknya minyak pelumas yang dipakai dalam 1 jam (L/jam)

koefisien pelumas:

p Cp → 0,25% pekerjaan ringan

Cp → 0,30% pekerjaan sedang

Cp → 0,35% pekerjaan berat

kapasitas tenaga mesin

w (Horse power).

harga minyak pelumas.

p

c. Biaya Bengkel atau Pemeliharaan/ Perawatan Rutin (J)

$$J = Cm \times \frac{B}{W} \quad \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

biaya



pemeliharaan/perawatan rutin
(Rp).

harga pokok alat setempat
(Rp).

jumlah jam kerja alat
dalam satu tahun.

koefisien pemeliharaan:

m $C_m \rightarrow 2,2\%$ pekerjaan ringan

$C_m \rightarrow 2,5\%$ pekerjaan sedang

$C_m \rightarrow 2,8\%$ pekerjaan berat

d. Biaya Perbaikan (K)

$$K = Cr \times \frac{B}{W} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

biaya perbaikan (Rp).

harga pokok alat setempat

(Rp).

jumlah jam kerja alat

daJam satu tahun.

koefisien perbaikan,

r dimana:

$Cr \rightarrow 6,4\%$ pekerjaan

ringan

$Cr \rightarrow 7,7\%$ pekerjaan

sedang

$Cr \rightarrow 9,0\%$ pekerjaan

berat

e. Biaya Operator

- Upah Operator (L)

$$L = \frac{\text{Orang} \times \text{Upah Operator} / \text{hari}}{\text{Jam Kerja Normal Alat}} \dots\dots\dots (5)$$

- Upah Pembantu Operator (M)

$$M = \frac{\text{Orang} \times \text{Upah Pembantu Operator} / \text{hari}}{\text{Jam Kerja Normal Alat}} ..(6)$$

f. Biaya Operasi (P)

$$P = H + l + J + K + L + M \dots\dots\dots (7)$$

Keteranga:

biaya operasi, per jam.

banyaknya bahan bakar

yang dipergunakan dalam 1 jam

(Rp/jam).

banyaknya minyak pelumas

yang

dipakai dalam 1 jam (Rp/

jam).

biaya perawatan di bengkel

(workshop) tiap jam dengan

(Rp/jam).
 biaya perbaikan (Rp/jam).
 upah operator (Rp/jam).
 upah pembantu operator
 (Rp/jam).

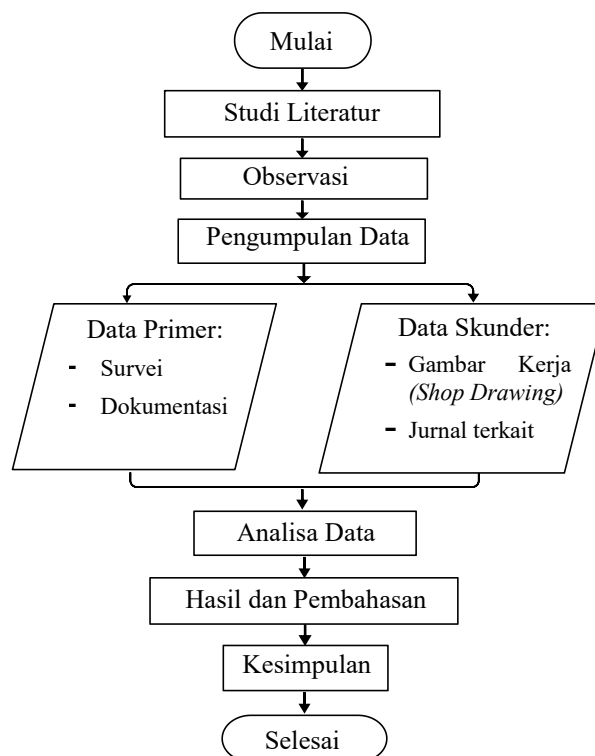
Lokasi



Gambar 1. Lokasi Proyek
 (Sumber: <https://www.google.com/maps>)

Penelitian dilakukan di proyek Revitalisasi Masjid Nuruzzaman Universitas Airlangga Surabaya yang tepat lokasinya di Jl. Airlangga selatan No. 4-6, Airlangga, Gubeng, Surabaya, Provinsi Jawa Timur.

Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian



Gambar 2. Proyek Konstruksi Masjid Nuruzzaman
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Lokasi proyek konstruksi yang diteliti yaitu Proyek Revitalisasi Masjid Nuruzzaman Universitas Airlangga. Kondisi struktur pada bangunan masjid sebelumnya telah mengalami penurunan. Oleh sebab itu, dilakukan pembangunan ulang terhadap seluruh bangunan masjid. pembangunan Masjid Nuruzzaman yang direncanakan memiliki 4 lantai dengan luas bangunan sebesar 2.746 m² di atas lahan seluas 5.667 m². Proyek pembangunan masjid direncanakan memiliki jangka waktu kurang lebih 9 bulan dengan anggaran sebesar Rp. 55.000.000.000,00.

Spesifikasi Alat Berat



Gambar 3. Excavator Komatsu PC78UU
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Alat berat yang digunakan untuk pekerjaan penggalian yaitu alat berat *excavator* dengan jenis Komatsu PC78UU yang memiliki tenaga mesin sebesar 68 Hp dengan. Alat berat yang digunakan memiliki berat operasional 8550 kg dengan kapasitas bucket sebesar 0.34 m³.

Analisa Data

Berikut merupakan data analisis biaya yang diperoleh selama observasi secara langsung pada alat berat *excavator* Komatsu PC78UU di proyek konstruksi:

Tabel 1. Data Analisa Biaya *Excavator* Komatsu PC78 UU

Uraian	Simbol	Nilai	Satuan
Harga Minyak Pelumas	MP	Rp 53.250,00	/Liter
		Rp 62.000,00	/Liter
		Rp 55.000,00	/Liter
Tenaga Mesin	PW	68	hp
Harga Bahan Bakar	MS	Rp 14.300,00	/Liter



Dexlite			
Upah Operator	L	Rp 150.000,00	/8 jam
Harga Alat	B	Rp 500.000.000,00	/Unit
Jumlah jam kerja alat satu tahun (8 jam x 250 hari/tahun)	W	2000	Jam /Tahun

Analisa Waktu

Durasi pada pekerjaan penggalian *pile cap* yang dilakukan alat berat *excavator* Komatsu PC78UU selama di lapangan yaitu 24 hari atau 192 jam. Dari observasi yang dilakukan selama di lapangan pada pekerjaan penggalian *pile cap* memiliki volume sebesar 1189.19 m³ dengan total 114 *pile cap*.

Perhitungan Biaya Operasional *Excavator*

Menurut Peraturan Menteri PUPR No.8 tahun 2023 untuk jumlah jam kerja alat per tahun atau W sebesar 2000 jam/tahun maka alat berat yang digunakan dapat dikategorikan terhadap pekerjaan berat. Berikut merupakan analisa perhitungan biaya operasional alat berat *excavator* menurut Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023:

a) Biaya Bahan Bakar (H)

Koefisien (Ch) → pekerjaan berat: 12%

$$H = Ch \times Pw \times Ms$$

$$H = (11 - 12)\% \times 68 \times \text{Rp } 14.300,00$$

$$H = 12\% \times 68 \times \text{Rp } 14.300,00$$

$$H = \text{Rp } 116.688,00 / \text{jam}$$

b) Biaya Minyak Pelumas (I)

Minyak pelumas pada alat berat *excavator* Komatsu PC78UU memiliki tiga jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Minyak Pelumas *Swing Excavator*

Koefisien (Cp) → pekerjaan berat: 0,35%

$$I_1 = Cp \times Pw \times Mp$$

$$I_1 = (0,25 - 0,35)\% \times 68 \times \text{Rp } 53.250,00$$

$$I_1 = 0,35\% \times 68 \times \text{Rp } 53.250,00$$

$$I_1 = \text{Rp } 12.673,50 / \text{jam}$$

2. Minyak Pelumas Mesin *Excavator*

Koefisien (Cp) → pekerjaan berat: 0,35%

$$I_2 = Cp \times Pw \times Mp$$

$$I_2 = (0,25 - 0,35)\% \times 68 \times \text{Rp } 62.000,00$$

$$I_2 = 0,35\% \times 68 \times \text{Rp } 62.000,00$$

$$I_2 = \text{Rp } 14.756,00 / \text{Jam}$$

c) Minyak Pelumas Hidrolik *Excavator*

Koefisien (Cp) → pekerjaan berat: 0.35%

$$I_3 = Cp \times Pw \times Mp$$

$$I_3 = (0,25 - 0,35)\% \times 68 \times \text{Rp } 55.000,00$$

$$I_3 = 0,35\% \times 68 \times \text{Rp } 55.000,00$$

$$I_3 = \text{Rp } 13.090,00 / \text{jam}$$



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I = \text{Rp}12.673,50 + \text{Rp}14.756,00 + \text{Rp}13.090,00$$

$$I = \text{Rp}40.519,50 / \text{jam}$$

d) Biaya Bengkel atau Pemeliharaan/Perawatan Rutin (J)

Koefisien (Cm) → pekerjaan berat: 2,80%

$$J = Cm \times \frac{B}{W}$$

$$J = (2,20 - 2,80)\% \times \frac{\text{Rp } 500.000.000,00}{2000}$$

$$J = 2,80\% \times \text{Rp } 250.000,00$$

$$J = \text{Rp}7.000,00 / \text{jam}$$

e) Biaya Perbaikan (K)

Koefisien (Cr) → pekerjaan berat: 9,00%

$$K = Cr \times \frac{B}{W}$$

$$K = (6,40 - 9,00)\% \times \frac{\text{Rp } 500.000.000,00}{2000}$$

$$K = 9,00\% \times \text{Rp}250.000,00 / \text{jam}$$

$$K = \text{Rp } \text{Rp}22.500,00 / \text{jam}$$

f) Biaya Operator

- Upah Operator (L)

$$L = \frac{\text{Orang} \times \text{Upah Operator} / \text{hari}}{\text{Jam Kerja Normal Alat}}$$

$$L = \frac{1 \text{ Orang} \times \text{Rp } 150.000,00}{8 \text{ Jam}}$$

$$L = \frac{\text{Rp } 150.000,00}{8 \text{ Jam}}$$

$$L = \text{Rp } 18.750,00 / \text{jam}$$

- Upah Pembantu Operator (M)

$$M = \frac{\text{Orang} \times \text{Upah Pembantu Operator} / \text{hari}}{\text{Jam Kerja Normal Alat}}$$

Dikarenakan pada proyek ini tidak memerlukan pembantu operator pada alat berat excavator maka nilai upah pada pembantu operator (M) yaitu sebesar Rp 0/jam.

Tabel 2. Uraian Hasil Perhitungan

Uraian	imbol	Hasil	atuan
Biaya Bahan Bakar		Rp 116.688,00	/Jam
Biaya Minyak Pelumas		Rp 40.519,50	Jam
Biaya Bengkel/ Pemeliharaan/ Perawatan Rutin		Rp 7.000,00	Jam
Biaya Perbaikan		Rp 22.500,00	Jam
Upah		Rp	



Uraian	imbol	Has il	atuan
Operator		18.750,00	Jam
Upah Pembantu Operator		Rp 0	Jam

Dari rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilakukan perhitungan biaya alat berat terutama pada biaya operasional *excavator* jenis Komatsu PC78UU per jam, yaitu menggunakan persamaan berikut:

$$P = H + I + J + K + L + M$$

$$P = \text{Rp } 116.688,00 + \text{Rp } 40.519,50 + \text{Rp } 7.000,00$$

$$+ \text{Rp } 22.500,00 + \text{Rp } 18.750,00 + \text{Rp } 0$$

$$P = \text{Rp } 205.457,50 / \text{jam}$$

Biaya Operasional selama Jam Kerja

Biaya operasional selama jam kerja = $P \times \text{Jam kerja}$

Biaya operasional selama jam kerja = $\text{Rp } 205,457.50 \times 192 \text{ jam}$

Biaya operasional selama jam kerja = $\text{Rp } 39,447,840.00$

SIMPULAN

Hasil dari perhitungan terhadap biaya operasional alat berat *excavator* Komatsu PC78UU berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No.8 Tahun 2023 pada pekerjaan galian *pile cap* proyek Revitalisasi Masjid Nuruzzaman diperoleh sebesar $\text{Rp } 205,457.50 / \text{jam}$. Pekerjaan penggalian *pile cap* yang dilakukan selesai dengan durasi 24 hari atau 184 jam sehingga untuk biaya operasional selama jam kerja yaitu sebesar $\text{Rp } 39,447,840.00$

REFERENSI

- Ervianto, W. I. (2023). Manajemen Proyek Konstruksi Edisi Revisi. Yogyakarta: Cv. Andi Offset.
- Hasyim, H., Warka, I. G. P., & Ariati, C. P. (2021). Analisa Produktivitas Dan Biaya Operasional Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Street-Race Circuit Mandalika. *Ganec Swara*, 15(1), 849-857.
- Febrianti, D., Zakia, Z., & Mawardi, E. (2021). Analisis Biaya Operasional Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan. *Tameh*, 10 (1), 33-41.
- 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).
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Permen PUPR No. 8 Tahun 2023, Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Komatsu. (2024). Komatsu PC78UU-11 Excavator. Komatsu Brochures, <https://www.komatsu.jp/en>
- Sugiyono. (2022). Metode Penelitian Kualitatif (Untuk penelitian yang bersifat: eksploratif, enterpretif, interaktif dan konstruktif)). Bandung: Alfabeta
- Winadi, N. K. A. S., Astariani, N. K., & Ardana, P. D. H. (2023). Analisa Perbandingan Koefisien Pekerjaan Galian Pondasi Dengan Koefisien PERMEN PUPR 2022 (Studi Kasus: Patung Wisnu Murti Kediri, Tabanan, Bali). *Jurnal Wastuloka*, 1(1), 65-70.



Yuvita, Valentina (2025) Analisis Perbandingan Biaya Operasional Alat Berat Milik Sendiri Dengan Biaya Sewa Alat Berat Pada Proyek Pelebaran Jalan Pemenang-Bayan I Kabupaten Lombok Utara. *Tesis S1, Universitas Mataram.*