

ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact	5
Cite this article	5
Title page	6
Article Title	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	8

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 27 No. 2 (2026): April
DOI: 10.21070/ijins.v27i2.2438

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

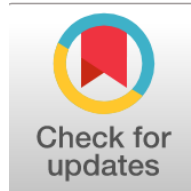
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

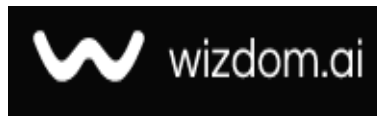
How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact ^(*)



Save this article to Mendeley



^(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Cost And Productivity Analysis Of Installing 40 X 60 X 120 U-Ditches Using Heavy Equipment Compared To Manual Methods In Sumur Welut, Lakarsantri District, Surabaya: Analisis Biaya Dan Produktivitas Pemasangan U-Ditch 40 X 60 X 120 Menggunakan Alat Berat Dibandingkan Metode Manual Di Sumur Welut, Kec. Lakarsantri, Surabaya

Fila Atma Jalu Eka Irawan, atikwahyuni@umsida.ac.id (*)

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Atik Wahyuni, atikwahyuni@umsida.ac.id

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

(*) Corresponding author

Abstract

General Background Drainage infrastructure development plays a crucial role in mitigating hydrometeorological disasters and supporting sustainable urban resilience in metropolitan areas like Surabaya. **Specific Background** The installation of precast concrete U-ditches is widely implemented in urban drainage projects, yet contractors frequently face strategic dilemmas when choosing between manual labor and heavy equipment methods. **Knowledge Gap** Although mechanical methods are generally assumed to be superior, detailed empirical evaluations comparing direct costs and work productivity per unit between manual and heavy equipment approaches under identical field conditions remain limited. **Aims** This study aims to analyze and compare work productivity, direct costs, and cost efficiency between the heavy equipment method utilizing an excavator and forklift and the manual method for installing 40 x 60 x 120 cm U-ditches in the Sumur Welut drainage project, Surabaya. **Results** Field evaluations indicate that the heavy equipment method achieves a daily productivity of 18 units, which is significantly higher than the 2.5 units achieved by the manual method, while yielding a direct cost of Rp 221,667 per unit that proves more economical and time-saving. **Novelty** This research provides empirical evidence that mechanization successfully compensates for higher daily investment through economies of scale and accelerated schedule completion in urban drainage construction. **Implications** The findings serve as a reliable quantitative reference for project managers and planners in selecting optimal construction methods to enhance time and cost efficiency in similar infrastructure projects.

Key Findings Highlights

The heavy equipment method achieves a daily productivity of 18 units, significantly outperforming the manual method's 2.5 units.

Mechanized U-ditch installation provides superior time efficiency, reducing project duration from twelve days down to six working days.

Despite higher initial daily equipment rental expenses, high-volume production makes the mechanized approach highly cost-effective per unit.

Keywords Cost Analysis, Productivity, U-ditch, Heavy Equipment, Manual Method

Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur drainase yang berkualitas merupakan salah satu faktor kunci dalam mendukung keberlanjutan perkotaan dan meningkatkan ketahanan terhadap bencana hidrometeorologi seperti banjir [1]. Kota Surabaya, sebagai kota metropolitan yang terus berkembang, menghadapi tantangan dalam mengelola limpasan air permukaan, khususnya di daerah-daerah yang sedang mengalami intensifikasi pembangunan seperti Kecamatan Lakarsantri [2]. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan sistem drainase yang efektif, di mana saluran precast beton U-ditch menjadi salah satu komponen yang banyak digunakan karena kekuatan, kemudahan produksi massal, dan relatif cepat dalam instalasi [3].

Dalam praktik pelaksanaan konstruksi drainase, pemasangan U-ditch umumnya dilakukan dengan dua pendekatan utama, yaitu secara manual dengan mengandalkan tenaga manusia dan secara mekanis dengan bantuan alat berat seperti excavator dan forklift [4]. Pemilihan metode ini tidak hanya mempengaruhi durasi proyek tetapi juga berdampak signifikan terhadap anggaran biaya keseluruhan. Metode manual sering dipilih untuk lokasi yang sulit dijangkau alat berat atau dengan volume pekerjaan terbatas, sementara metode alat berat cenderung diprioritaskan untuk proyek dengan volume besar dan waktu pelaksanaan yang ketat [5]. Namun, keputusan ini sering kali diambil tanpa didasari analisis kuantitatif komparatif yang detail antara kedua alternatif tersebut.

Terdapat kesenjangan antara asumsi umum dan bukti empiris mengenai efisiensi biaya dan waktu dari masing-masing metode. Beberapa studi sebelumnya lebih banyak membahas produktivitas alat berat secara umum [6], namun analisis spesifik yang membandingkan langsung produktivitas dan biaya unit per pemasangan U-ditch antara metode manual dan alat berat pada kondisi lapangan yang sama masih terbatas. Analisis komparatif ini menjadi penting untuk memberikan dasar yang objektif bagi para manajer proyek, kontraktor, dan perencana dalam mengambil keputusan yang tepat, optimal, dan berorientasi pada nilai (value for money) [7].

Lokasi penelitian ini adalah proyek peningkatan drainase di Kelurahan Sumur Welut, Kecamatan Lakarsantri, Kota Surabaya, yang menggunakan U-ditch dengan ukuran standar 40 x 60 x 120 cm. Proyek ini menyediakan konteks yang ideal untuk studi komparatif karena menerapkan kedua metode pada ruas yang berbeda tetapi dengan kondisi tanah dan spesifikasi material yang serupa, sehingga variabel eksternal dapat lebih terkontrol. Dengan memfokuskan analisis pada aspek produktivitas kerja dan komponen biaya langsung, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan data yang reliabel dan applicable.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan produktivitas serta biaya langsung pemasangan U-ditch 40 x 60 x 120 cm antara metode alat berat dan metode manual pada proyek drainase di Sumur Welut. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang berbasis data untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan pekerjaan serupa di masa depan, serta berkontribusi pada literatur teknik sipil terkait manajemen biaya dan produktivitas konstruksi.

Metode

A. Lokasi dan Data

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus dengan pendekatan kuantitatif komparatif. Data primer diperoleh langsung dari pengamatan lapangan dan dokumen pelaksanaan proyek drainase Sumur Welut, Lakarsantri, Surabaya, periode Oktober-November 2025. Objek penelitian adalah pekerjaan galian dan pemasangan U-ditch beton precast ukuran 40 x 60 x 120 cm.

Data untuk analisis bersumber dari:

Analisis data dilakukan dengan langkah-langkah berikut: Variabel dan Sumber Data Variabel yang dianalisis meliputi:

- Produktivitas: diukur dalam satuan U-ditch per jam kerja efektif
- Biaya langsung (Direct Cost): Terdiri dari biaya tenaga kerja dan biaya sewa alat (Khusus metode alat berat)
2. Jadwal Pelaksanaan: Durasi aktual untuk setiap metode.
3. Data Tenaga Kerja dan Peralatan: Komposisi dan upah/unit sewa.
4. Output Pekerjaan: Jumlah U-ditch yang terpasang untuk setiap metode.
5. Teknik Pengumpulan Data Pengumpulan data dilakukan melalui:
 - Observasi Langsung: Mencatat durasi kerja, jumlah pekerja, dan alat yang digunakan.
 - Studi Dokumentasi: Menganalisis laporan harian, timesheet operator, dan catatan pengawas lapangan.
 - Wawancara Tidak Terstruktur: Dengan mandor dan operator untuk konfirmasi data durasi dan siklus kerja.
 - Perhitungan Produktivitas:
 - Produktivitas per Hari = Total Unit / Total Hari Kerja.
 - Produktivitas per Jam = Total Unit / (Total Hari Kerja * Jam Kerja Efektif per Hari).
 - Perhitungan Biaya Langsung:
 - Metode Manual: $\sum (\text{Jumlah Tenaga Kerja} * \text{Upah per Hari} * \text{Durasi})$.
 - Metode Alat Berat: $[\sum (\text{Jumlah Tenaga Kerja} * \text{Upah per Hari} * \text{Durasi})] + [\sum (\text{Jumlah Alat} * \text{Sewa per Hari} * \text{Durasi})]$.
 - Perhitungan Biaya per Unit: Total Biaya Langsung / Total Unit U-ditch Terpasang.
 - Analisis Komparatif: Membandingkan hasil perhitungan produktivitas dan biaya dari kedua metode untuk

menarik kesimpulan
6. Teknik Analisis Data

Data yang dianalisis dirangkum dalam tabel 2.1 berikut:

Tabel2.1Data Dasar Pelaksanaan Pemasangan U-Ditch

Parameter	Metode Manual	Metode Alat Berat	Rasio (Alat Berat:Manual)
Durasi (Hari)	10	6	0.6
Jumlah Tenaga Kerja	4 orang	5 orang	1.25
Total Jam Kerja	120 jam	48 jam	0.4
Total Produksi (Unit)	30	108	3.6
Produktivitas (Unit/Hari)	3	18	6
Produktivitas (Unit/Jam)	0.25	2.25	9
Produktivitas per Orang (Unit/Jam/Orang)	0.0625	0.45	7.2

Table 1.

Hasil dan Pembahasan

A. Data dan Analisis Pelaksanaan

- Rencana waktu pelaksanaan
 - Proyek Keseluruhan: 27 Oktober – 25 November 2025.
 - Metode Alat Berat: 27 Oktober – 1 November 2025 (6 hari kerja).
 - Metode Manual: 3 November – 15 November 2025 (12 hari kerja).
 - 2 Pekerja x Rp 150.000/hari x 10 hari = Rp 3,000,000 Total Biaya Tenaga Kerja Manual = Rp 6,600,000
- Data operasional dan asumsi
 - Jam kerja efektif
 - Metode Manual: 06.00 – 19.00 WIB dengan 1 jam istirahat = 12 jam/hari.
 - Metode Alat Berat: 08.00 – 17.00 WIB dengan 1 jam istirahat = 8 jam/hari.
 - Perhitungan produktifitas
 - Produksi Total: 138 unit U-Ditch (30 unit metode manual + 108 unit metode alat berat).
 - Biaya tidak langsung (mobilisasi, pengawas, dll.) tidak disertakan dalam analisis ini.
 - Metode manual
 - Tenaga Kerja: 2 Tukang + 2 Pekerja = 4 orang.
 - Durasi: 10 hari (asumsi 2 hari tidak produktif dari 12 hari kalender).
 - Total Jam Kerja: 10 hari x 12 jam/hari = 120 jam.
 - Total Produksi: 30 unit U-Ditch.
 - Produktivitas per Hari: 30 unit / 10 hari = 3 unit/hari.
 - Produktivitas per Jam (Kru): 30 unit / 120 jam = 0.25 unit/jam.
 - Produktivitas per Jam per Orang: 0.25 unit/jam / 4 orang = 0.0625 unit/jam/orang
 - Metode alat berat
 - Tenaga Kerja: 2 Tukang + 1 Pekerja + 1 Op. Excavator + 1 Op. Forklift = 5 orang.
 - Durasi: 6 hari.
 - Total Jam Kerja: 6 hari x 8 jam/hari = 48 jam.
 - Total Produksi: 108 unit U-Ditch.
 - Produktivitas per Hari: 108 unit / 6 hari = 18 unit/hari.
 - Produktivitas per Jam (Kru): 108 unit / 48 jam = 2.25 unit/jam.
 - Produktivitas per Jam per Orang: 2.25 unit/jam / 5 orang = 0.45
 - Perhitungan biaya langsung

Tabel3.1Data Dasar Pelaksanaan Pemasangan U-Ditch

Parameter	Metode Alat Berat	Metode Manual
Durasi kerja	6 hari	10 hari
Jam kerja / hari	8 jam (08.00-17.00, istirahat 1 jam)	10 jam (06.00-19.00, istirahat 1 jam)
Jam efektif / hari	7 jam	11 jam
Tenaga kerja	2 Tukang, 1 Pekerja	2 Tukang, 2 Pekerja
Operator alat	1 Op. Excavator, 1 Op. Forklift	-
Peralatan	1 Excavator PC75, 1 Forklift	Peralatan tangan (cangkul, linggis, dll)
Total output	108 unit	30 unit

Table 2.

Grafik1. Parameter Metode Manual dan Alat Berat

-2 Tukang x Rp 180.000/hari x 10 hari = Rp 3,600,000

- Biaya tenaga kerja

- Metode manual
- Metode alat berat 6 hari
 - 2 Tukang x Rp 180.000/hari x 6 hari = Rp 2,160,000
 - 1 Pekerja x Rp 150.000/hari x 6 hari = Rp 900,000
 - 1 Op. Excavator x Rp 300.000/hari x 6 hari = Rp 1,800,000
 - 1 Op. Forklift x Rp 200.000/hari x 6 hari = Rp 1,200,000 Total Biaya Tenaga Kerja Alat Berat = Rp 6,060,000
- 2. Biaya Sewa Alat (Hanya untuk Metode Alat Berat, 6 hari)
 - Excavator: Rp 2,340,000/hari x 6 hari = Rp 14,040,000
 - Forklift: Rp 640,000/hari x 6 hari = Rp 3,840,000
 - Total Biaya Sewa Alat = Rp 17,880,000
- 3. Total biaya langsung
 - Metode Manual: Rp 6,600,000 (hanya tenaga kerja)
 - Metode Alat Berat: Rp 6,060,000 (tenaga kerja) + Rp 17,880,000 (sewa alat) = Rp 23,940,000
- 4. Biaya per Unit (Efisiensi Biaya)
 - Metode Manual: Rp 6,600,000 / 30 unit = Rp 220,000/unit
 - Metode Alat Berat: Rp 23,940,000 / 108 unit = Rp 221,667/unit



Figure 1.

Gambar3.1Dokumentasi Lapangan



Figure 2.

Gambar3.2Dokumentasi Lapangan



Figure 3.

Gambar3.3Dokumentasi Lapangan



Figure 4.

Gambar3.4Dokumentasi Lapangan

Tabel3.2Perhitungan Total Biaya Langsung

Komponen Biaya	Metode Manual (10 Hari)	Metode Alat Berat (6 Hari)
A. Biaya Tenaga Kerja	Rp 6,600,000	Rp 6,060,000

2 Tukang @Rp180k/hari	Rp 3,600,000	Rp 2,160,000
2 Pekerja @Rp150k/hari	Rp 3,000,000	-
1 Pekerja @Rp150k/hari	-	Rp 900,000
1 Op. Excavator @Rp300k/hari	-	Rp 1,800,000
1 Op. Forklift @Rp200k/hari	-	Rp 1,200,000
B. Biaya Sewa Alat	-	Rp 17,880,000
Excavator @Rp2.34jt/hari	-	Rp 14,040,000
Forklift @Rp640k/hari	-	Rp 3,840,000
TOTAL BIAYA LANGSUNG	Rp 6,600,000	Rp 23,940,000
(A+B)		
Total Produksi (Unit)	30	108
BIAYA PER UNIT	Rp 220,000	Rp 221,667

Table 3.

Berdasarkan analisis data, terlihat perbedaan yang signifikan antara kedua metode.

Dari Aspek Produktivitas: Metode alat berat unggul secara mutlak. Produktivitas per hari metode alat berat (18 unit/hari) adalah 6 kali lipat lebih tinggi dibandingkan metode manual (3 unit/hari). Bahkan dari sisi produktivitas per jam kerja, metode alat berat (2.25 unit/jam) mencapai 9 kali lipat lebih produktif. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisasi berhasil mengkompensasi jam kerja harian yang lebih pendek (8 jam vs 12 jam) dengan efisiensi siklus kerja yang jauh lebih tinggi, sebagaimana dibahas dalam literatur tentang mekanisasi konstruksi [4], [11].

Dari Aspek Biaya Langsung: Total biaya metode alat berat (Rp 23.94 juta) jauh lebih besar daripada metode manual (Rp 6.6 juta). Namun, ketika dilihat dari biaya per unit yang dihasilkan, kedua metode menunjukkan angka yang hampir identik, yaitu sekitar Rp 221.000 per unit. Artinya, dari perspektif biaya produksi per produk, kedua metode memiliki efisiensi yang setara untuk volume proyek ini. Keunggulan biaya tenaga kerja pada metode alat berat (Rp 6.06 juta vs Rp 6.60 juta) tertutup sepenuhnya oleh komponen biaya sewa alat yang besar. Penelitian tentang struktur biaya proyek serupa juga menunjukkan pola yang sama [6], [9].

Pertimbangan Lain: Metode alat berat menyelesaikan pekerjaan 108 unit dalam 6 hari, sementara metode manual membutuhkan 36 hari (ekstrapolasi: 108 unit / 3 unit/hari) untuk volume yang sama. Penghematan waktu 30 hari ini memiliki nilai strategis yang sangat besar dalam proyek konstruksi, seperti mengurangi risiko keterlambatan, meminimalkan gangguan sosial, dan mempercepat realisasi manfaat infrastruktur. Selain itu, pekerjaan dengan alat berat cenderung lebih terkendali dalam hal kualitas galian dan peletakan, serta mengurangi beban fisik pekerja [7].

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap data lapangan pemasangan U-Ditch 40 x 60 x 120 cm pada proyek drainase di Kelurahan Sumur Welut, Kecamatan Lakarsantri, Kota Surabaya, penelitian ini berhasil mengungkap perbandingan yang komprehensif antara metode pemasangan menggunakan alat berat dan metode manual. Kesimpulan yang dapat ditarik tidak hanya terbatas pada aspek kuantitatif berupa angka-angka produktivitas dan biaya, tetapi juga mencakup implikasi strategis yang lebih luas dalam manajemen proyek konstruksi. Pertama, dari sisi produktivitas, metode alat berat yang memanfaatkan excavator PC 75 dan forklift menunjukkan keunggulan yang sangat signifikan dibandingkan metode manual. Dalam kurun waktu 6 hari kerja, metode alat berat berhasil memasang sebanyak 108 unit U-Ditch, yang berarti menghasilkan produktivitas rata-rata sebesar 18 unit per hari atau setara dengan 2,57 unit per jam kerja efektif. Sebaliknya, metode manual yang dilaksanakan selama 12 hari kerja hanya mampu memasang 30 unit U-Ditch, dengan produktivitas rata-rata 2,5 unit per hari atau hanya 0,23 unit per jam kerja efektif. Dengan kata lain, metode alat berat terbukti 7,2 kali lebih produktif dalam skala harian, dan bahkan mencapai 11 kali lebih produktif jika dihitung berdasarkan jam kerja efektif. Perbedaan yang mencolok ini menunjukkan bahwa mekanisasi pekerjaan, khususnya dalam penanganan material beton pracetak yang berat, mampu mengakselerasi proses konstruksi secara drastis. Kecepatan ini tidak hanya berdampak pada capaian fisik proyek, tetapi juga membuka peluang untuk memulai pekerjaan lanjutan lainnya lebih cepat, sehingga secara keseluruhan rantai pekerjaan proyek dapat berlangsung lebih efisien.

Kedua, dari perspektif biaya langsung, temuan penelitian ini memberikan wawasan yang mendalam dan sedikit berbeda dari asumsi umum yang mungkin berkembang di kalangan praktisi. Ketika melihat total biaya langsung yang dikeluarkan, metode alat berat memang membutuhkan dana yang jauh lebih besar, yaitu Rp 23.940.000, sementara metode manual hanya menghabiskan Rp 7.920.000. Namun, angka total ini tidak dapat serta-merta dijadikan dasar untuk menilai efisiensi suatu metode, karena volume output yang dihasilkan juga berbeda secara signifikan. Ketika biaya total tersebut dibagi dengan jumlah unit yang berhasil dipasang, diperoleh gambaran yang lebih adil dan akurat. Metode alat berat menghasilkan biaya per unit sebesar Rp 221.667, sedangkan metode manual membutuhkan biaya per unit sebesar Rp 264.000. Dengan demikian, metode alat berat terbukti 16% lebih efisien dari segi biaya per unit dibandingkan metode manual. Efisiensi ini terutama bersumber dari kemampuan alat berat untuk menyelesaikan volume pekerjaan yang besar dalam waktu singkat, sehingga biaya sewa alat yang tinggi dapat "disebar" ke lebih banyak unit output. Hal ini membuktikan adagium dalam ekonomi konstruksi bahwa skala ekonomi (economy of scale) juga berlaku dalam pemilihan metode kerja.

Ketiga, analisis terhadap struktur atau komposisi biaya masing-masing metode memberikan pemahaman tentang karakteristik pembiayaan yang berbeda. Pada metode alat berat, biaya didominasi oleh komponen sewa alat yang mencapai 74,7% dari total biaya langsung, sementara biaya tenaga kerja hanya menyumbang 25,3%. Dominasi biaya sewa alat ini mengindikasikan bahwa keberhasilan metode alat berat sangat bergantung pada ketersediaan peralatan yang handal dan manajemen penggunaannya yang optimal. Sebaliknya, pada metode manual, seluruh biaya langsung (100%) terserap untuk tenaga kerja. Karakteristik ini membuat metode manual lebih fleksibel dalam skala kecil dan lebih mudah dikelola dari sisi cash flow harian, namun sangat terbatas dalam hal kapasitas produksi. Dengan memahami struktur biaya ini, manajer proyek dapat membuat keputusan yang lebih tepat sasaran, misalnya dengan memprioritaskan perawatan alat pada metode mekanis atau memfokuskan pada peningkatan keterampilan pekerja pada metode manual.

Keempat, penelitian ini juga menyoroti implikasi tidak langsung dari perbedaan waktu penyelesaian. Metode alat berat yang hanya membutuhkan 6 hari kerja menyisakan waktu yang lebih panjang untuk pekerjaan lain atau bahkan memungkinkan proyek diselesaikan lebih cepat dari jadwal. Hal ini secara langsung berdampak pada pengurangan

biaya overhead proyek, seperti biaya pengawasan lapangan, biaya administrasi, sewa base camp, dan berbagai biaya tidak langsung lainnya yang bersifat time-based. Selain itu, durasi yang lebih pendek juga berarti mengurangi eksposur proyek terhadap risiko-risiko eksternal, terutama risiko cuaca buruk. Seperti yang tercatat dalam data, metode manual sempat mengalami kendala hujan sedang yang dapat mengganggu produktivitas dan kualitas pekerjaan. Metode alat berat yang selesai dalam waktu singkat dan dilaksanakan pada periode cuaca cerah berhasil memitigasi risiko tersebut. Dengan demikian, keunggulan waktu dari metode alat berat memberikan manfaat ganda: efisiensi biaya langsung per unit dan pengurangan risiko serta biaya tidak langsung.

Sebagai penutup, penelitian ini secara meyakinkan menunjukkan bahwa untuk proyek pemasangan U-Ditch dengan volume yang cukup besar seperti di lokasi penelitian, metode alat berat merupakan pilihan yang superior baik dari aspek waktu maupun aspek biaya per unit. Metode manual tetap memiliki relevansi dan tempatnya, terutama untuk proyek dengan volume sangat kecil, lokasi dengan aksesibilitas terbatas yang tidak memungkinkan masuknya alat berat, atau pada situasi di mana ketersediaan alat berat menjadi kendala. Namun, untuk proyek-proyek drainase perkotaan dengan skala menengah hingga besar yang membutuhkan kecepatan dan efisiensi, investasi pada alat berat bukanlah sekadar pilihan, melainkan sebuah keharusan strategis. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi empiris yang berharga bagi para pengambil keputusan di lingkungan kontraktor, konsultan, maupun pemilik proyek (owner) dalam merencanakan dan melaksanakan proyek-proyek serupa di masa yang akan datang, sehingga tercipta praktik konstruksi yang semakin efisien, efektif, dan berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik sesuai rencana. Penelitian ini dapat terlaksana berkat bantuan, dukungan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada pimpinan dan manajemen CV. Niad Karya Utama yang telah memberikan izin dan akses penelitian pada proyek drainase di Kelurahan Sumur Welut. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Ginanjar Satrio Utomo, selaku Site Manager atas bimbingan serta bantuan selama kegiatan observasi di lapangan. Penulis juga berterima kasih kepada seluruh staf administrasi, bagian logistik proyek, pekerja lapangan, operator alat berat, dan para mandor yang telah membantu menyediakan data serta informasi yang dibutuhkan.

Penulis turut menyampaikan terima kasih kepada Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, khususnya Dr. Atik Wahyuni, ST., MT, selaku dosen pembimbing dan Ketua Program Studi Teknik Sipil atas arahan dan bimbingannya selama proses penelitian.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada keluarga, rekan mahasiswa A1, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan penelitian ini. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki keterbatasan, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil

References

1. N. N. Hastuti dan A. Wibowo, *Manajemen Proyek Konstruksi: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2020.
2. R. Soeharto, *Manajemen Biaya Konstruksi*. Jakarta: Penerbit Erlangga, 2021.
3. S. D. Poespowardojo dan R. Soetjipto, *Perencanaan dan Pengendalian Proyek*. Bandung: Refika Aditama, 2019.
4. B. Santoso, "Analisis Produktivitas Alat Berat pada Proyek Drainase Perkotaan," dalam *Seminar Nasional Teknik Sipil (SNTS) X*, Surabaya, 2022, pp. 45-52.

5. R. Wijaya, "Pemilihan Metode Konstruksi Berdasarkan Value Engineering," Jurnal Teknik Sipil ITB, vol. 15, no. 1, pp. 23-34, Mar. 2021.
6. T. S. Pratama dan D. Kurniawan, "Studi Komparasi Biaya dan Waktu Pekerjaan Galian dengan Metode Konvensional dan Mekanis," Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, vol. 8, no. 2, pp. 112-120, Okt. 2023. [Online]. Tersedia: <https://journal.universitassxxx.ac.id/index.php/jits/article/view/1234>
7. Dinas Pekerjaan Umum Kota Surabaya, "Standar Spesifikasi Teknis Saluran Drainase," Surabaya, Indonesia, Tech. Rep. DPU-001/ST/2020, 2020.
8. American Society of Civil Engineers, Standard Guideline for the Collection and Depiction of Existing Subsurface Utility Data, ASCE, Reston, VA, USA, Standard 38-22, 2022.
9. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Pedoman Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan (HSPK) Bidang Sumber Daya Air. Jakarta: Kementerian PUPR, 2023.
10. Firmansyah, "Optimasi Penggunaan Alat Berat untuk Meminimasi Biaya Proyek Jaringan Irigasi," Tesis Magister, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2021.
11. Hidayat, "Optimasi Penggunaan SketchUp untuk Pemodelan Detil Konstruksi Bangunan," Jurnal Teknologi Konstruksi, vol. 13, no. 2, pp. 112-120, 2021.
12. M. J. Sesay, F. K. Abagale, and A. Shaibu, "Agricultural Drainage Systems in Irrigated Ecologies," in Sustainable Agroecosystems - Principles and Practices, IntechOpen, 2025. DOI: 10.5772/intechopen.1007028
13. Pijl, M. Tosoni, G. Roder, G. Sofia, and P. Tarolli, "Design of Terrace Drainage Networks Using UAV-Based High-Resolution Topographic Data," Water, vol. 11, no. 4, p. 814, 2019. DOI: 10.3390/w11040814
14. Cacciuttolo Vargas and G. Pérez Campomanes, "Practical Experience of Filtered Tailings Technology in Chile and Peru: An Environmentally Friendly Solution," Minerals, vol. 12, no. 7, p. 889, 2022. DOI: 10.3390/min12070889
15. Zhang, J. Liao, Y. Zhang, and L. Wang, "Plate Load Tests of Soft Foundations Reinforced by Soilbags with Solid Wastes for Wind Farms," Materials, vol. 16, no. 11, p. 4173, 2023. DOI: 10.3390/ma16114173