OPEN ACCESS

Jurnal Proyek Teknik Sipil
Journal of Civil Engineering Project
Vol 9 (2), 2026, 93-100.
E-ISSN: 2654-4482
https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/potensi

Analisis komparatif durasi pelaksanaan metode konvensional dan metode *flying formwork* pada pekerjaan abutment *bridge* 9 pada Proyek Akses Tol Patimban Paket 1

Asyril Adzim [a], Dedi Purwanto [a]

[a] *Progam Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia*

Corresponding Author:
Email:
asyril.adzim1234@upi.edu

Keywords:
formwork, flying formwork, conventional method, abutment, execution duration

Received : 10-01-2026
Revised : 20-08-2026
Accepted : 29-09-2026
Publish : 30-09-2026

Abstract: *Reinforced concrete works in bridge structures have a high level of complexity, particularly in abutment construction with significant height and unstable soil conditions. One of the most influential activities affecting construction duration is formwork work. In the Patimban Access Toll Road Construction Project Package 1, specifically at Abutment Bridge 9, soft soil conditions and limited working space became major constraints in applying conventional formwork methods that rely on ground-supported scaffolding. This study aims to analyze and compare the duration of formwork execution between the conventional method and the flying formwork method in abutment construction. The research employed a descriptive comparative approach, with the main parameter being the duration of formwork activities. Data were obtained through field observations, project documentation studies, and recording of execution time for each stage of work. The analysis results show that the conventional formwork method requires an execution time of approximately ±40 days, while the flying formwork method requires approximately ±16 days. There is a duration difference of ±24 days, indicating that the flying formwork method is more time-efficient. This efficiency is mainly influenced by the elimination of ground improvement work and multi-level scaffolding installation, which are characteristic of the conventional method. Based on the results of this study, the flying formwork method is considered more effective for abutment construction with significant structural height and unstable soil conditions.*

Copyright © 2026 POTENSI-UNDIP

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan beton bertulang merupakan komponen utama dalam pembangunan infrastruktur transportasi seperti jembatan dan jalan tol. Dalam pelaksanaan struktur beton, sistem bekisting memiliki peran yang sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap kualitas hasil pengecoran serta durasi pelaksanaan pekerjaan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan bekisting merupakan salah satu aktivitas yang paling memakan waktu dalam konstruksi beton dan dapat mencapai lebih dari setengah total durasi pekerjaan struktur (Pramudiharto et al., 2025). Oleh karena itu, pemilihan metode bekisting yang tepat menjadi faktor kunci dalam meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek konstruksi.

Metode bekisting konvensional masih banyak digunakan karena sistemnya yang sederhana dan mudah diterapkan. Metode ini umumnya memanfaatkan perancah yang bertumpu langsung pada tanah sebagai penopang utama bekisting. Dalam kondisi lapangan yang ideal, metode konvensional dapat berfungsi dengan baik, namun pada struktur dengan ketinggian besar metode ini memerlukan perancah bertingkat yang kompleks serta waktu pemasangan dan pembongkaran yang relatif lama. Ketergantungan yang tinggi terhadap kondisi tanah menyebabkan metode konvensional menjadi kurang efektif apabila diterapkan pada lokasi dengan tanah lunak, karena stabilitas perancah sulit dijaga dan sering memerlukan perbaikan platform kerja secara berulang (Zakariyyah & Prafitasiwi, 2024).

Pada Proyek Akses Tol Patimban Paket 1, khususnya pada pekerjaan Abutment Bridge 9, kondisi lapangan menunjukkan karakteristik tanah yang relatif lunak akibat kedekatannya dengan saluran

irigasi. Selain itu, abutment yang memiliki ketinggian struktur signifikan menuntut sistem bekisting yang stabil, aman, dan efisien dari sisi waktu. Kondisi tersebut menjadikan penerapan metode bekisting konvensional berpotensi menimbulkan keterlambatan pelaksanaan akibat kebutuhan pekerjaan pendukung yang cukup besar serta risiko ketidakstabilan perancah (Supriyono et al., 2025).

Sebagai alternatif, metode *flying formwork* dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional. Sistem ini memanfaatkan bracket dan tie rod yang dipasang langsung pada struktur beton yang telah dicor sebelumnya sehingga tidak bergantung pada perancah dari tanah. Beberapa studi menyebutkan bahwa sistem bekisting modern seperti *flying formwork* mampu mempercepat waktu pelaksanaan dan meningkatkan efisiensi pekerjaan struktur vertikal, khususnya pada kondisi lahan yang tidak stabil (Atmaja et al., 2024).

Berdasarkan perbedaan karakteristik metode bekisting serta kondisi lapangan pada Abutment Bridge 9, diperlukan kajian yang membandingkan durasi pelaksanaan antara metode bekisting konvensional dan metode *flying formwork*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting abutment menggunakan kedua metode tersebut, serta mengidentifikasi faktor teknis yang mempengaruhi perbedaan waktu pelaksanaan. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pemilihan metode bekisting yang lebih efektif sesuai dengan kondisi lapangan proyek konstruksi.

2. DATA DAN METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif komparatif, yaitu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk menggambarkan dan membandingkan durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting antara metode konvensional dan metode *flying formwork*. Parameter utama yang dianalisis adalah durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting pada struktur abutment. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak bertujuan melakukan pengujian statistik, melainkan memberikan gambaran teknis dan aplikatif mengenai perbedaan efektivitas metode pelaksanaan berdasarkan data lapangan (Pramudiharto et al., 2025).

Lokasi dan Objek Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Proyek Akses Tol Patimban Paket 1, tepatnya pada Abutment Bridge 9 STA 20+539. Objek penelitian difokuskan pada pekerjaan bekisting abutment beton bertulang dengan ketinggian struktur yang signifikan dan kondisi tanah yang relatif lunak. Kondisi tersebut berpengaruh terhadap stabilitas sistem perancah apabila menggunakan metode konvensional. Ruang lingkup penelitian meliputi tahapan persiapan pekerjaan, pemasangan sistem bekisting, pekerjaan pendukung, serta pembongkaran bekisting. Pekerjaan pembesian dan pengecoran beton dibahas secara terbatas, yaitu sejauh berkaitan dengan urutan dan durasi pekerjaan bekisting.

Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian dikumpulkan menggunakan beberapa metode yang saling melengkapi, yaitu:

1. Observasi Lapangan, dilakukan untuk mengamati secara langsung tahapan pekerjaan bekisting, metode pelaksanaan, serta kendala teknis yang terjadi selama proses pekerjaan di lapangan.
2. Studi Dokumentasi Proyek, dilakukan dengan menelaah dokumen proyek seperti gambar kerja, metode pelaksanaan, dan jadwal pelaksanaan sebagai acuan perbandingan antara rencana dan kondisi aktual.
3. Pencatatan Waktu Pelaksanaan, dilakukan dengan mencatat durasi setiap tahapan pekerjaan bekisting berdasarkan catatan pelaksanaan lapangan dan jadwal aktual proyek.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan membandingkan durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting antara metode konvensional dan metode *flying formwork*. Data durasi disusun berdasarkan tahapan pekerjaan yang sama agar perbandingan dapat dilakukan secara objektif dan proporsional.

Total durasi pekerjaan bekisting dihitung dengan menjumlahkan durasi seluruh tahapan pekerjaan, yang dinyatakan dengan Persamaan (1).

$$T = \sum_{i=1}^{n} t_i$$

Persamaan I)

Keterangan:
T= total durasi pekerjaan bekisting
t_i= durasi tiap tahapan pekerjaan
n= jumlah tahapan pekerjaan

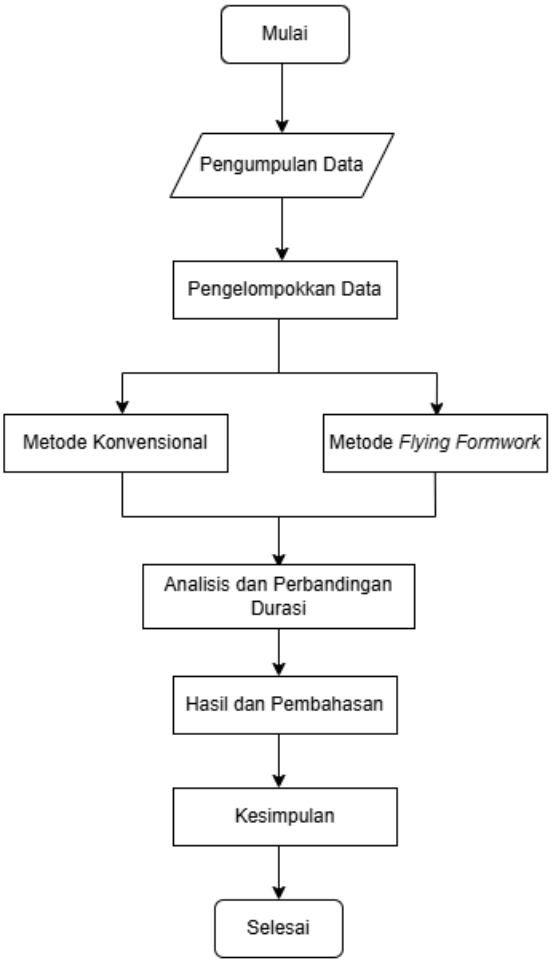
Selisih durasi pelaksanaan antara kedua metode dihitung menggunakan Persamaan (2):

$$\Delta T = T_{konvensional} - T_{flying\ formwork}$$

Persamaan II)

Keterangan:
T_{total} = total durasi pekerjaan bekisting
$T_{konvensional}$ = durasi metode konvensional
$T_{flying\ forwork}$ = durasi metode *flying formwork*
ΔT = selisih durasi pelaksanaan

Nilai selisih durasi digunakan sebagai indikator perbedaan efektivitas metode dari sisi waktu pelaksanaan, tanpa melakukan analisis statistik yang kompleks seperti yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Bekisting Konvensional

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, pelaksanaan pekerjaan bekisting dengan metode konvensional pada Abutment Bridge 9 memerlukan sistem perancah yang bertumpu langsung pada tanah. Total durasi pekerjaan bekisting menggunakan metode konvensional tercatat sekitar ±40 hari. Lamanya durasi pelaksanaan dipengaruhi oleh adanya pekerjaan pendukung berupa perbaikan tanah, pemasangan perancah bertingkat, serta proses bongkar pasang perancah yang memerlukan waktu dan tenaga kerja yang relatif besar. Rekapitulasi durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting metode *flying formwork* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Durasi Pekerjaan Metode Konvensional

No.	Tahapan Pekerjaan	Durasi (Menit)	Durasi (Hari)
1	Perbaikan tanah platform	5.760	11
2	Pemasangan perancah sucot pembesian	3.840	8
3	Pemasangan deck platform pembesian	640	2
4	Pemasangan body bekisting	1.920	4
5	Pemasangan perancah sucot pengecoran	3.840	8
6	Pemasangan deck platform pengecoran	640	2
7	Pembongkaran formwork	2.400	5
	TOTAL	**19.040**	**± 40 Hari**

Metode *Flying Formwork*

Pelaksanaan pekerjaan bekisting dengan metode *flying formwork* menunjukkan tahapan pekerjaan yang lebih sederhana karena sistem bekisting tidak bergantung pada perancah dari tanah. Total durasi pekerjaan bekisting dengan metode *flying formwork* tercatat sekitar ±16 hari. Efisiensi waktu pelaksanaan diperoleh karena pengurangan pekerjaan pendukung dan kemudahan pemindahan sistem bekisting antar elevasi. Rekapitulasi durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting *metode flying formwork* ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Durasi Pekerjaan Metode *Flying Formwork*

No.	Tahapan Pekerjaan	Durasi(Menit)	Durasi (Hari)
1	Fabrikasi komponen	N/A	N/A
2	Pemasangan bracket dan tie rod	2.080	4
3	Pemasangan siku bawah	1.248	3
4	Pemasangan deck pembesian	240	0,5
5	Pemasangan siku atas	960	2
6	Pemasangan body bekisting	1.920	4
7	Pemasangan deck pengecoran	240	0,5
8	Pembongkaran formwork	600	1
	TOTAL	**7.288**	**± 16 Hari**

Perbandingan Durasi Pelaksanaan

Hasil perbandingan menunjukkan adanya selisih durasi pelaksanaan sebesar ±24 hari antara metode konvensional dan metode *flying formwork*. Selisih durasi tersebut menunjukkan bahwa metode *flying formwork* lebih efisien dari sisi waktu pelaksanaan pada pekerjaan abutment dengan ketinggian struktur signifikan dan kondisi tanah yang kurang stabil. Perbandingan total durasi pelaksanaan kedua metode disajikan pada Tabel 3.

$$\Delta T = T_k - T_f$$
$$\Delta T = 19.040 - 7.288 = 11.752 \text{ menit} \approx 24 \text{ hari}$$

atau sekitar 60% lebih cepat dibandingkan metode konvensional

Tabel 3. Perbandingan Durasi Pekerjaan

No.	Metode Pelaksanaan	Total Durasi (Menit)	Total Durasi (Hari)
1	Metode Konvensional	19.040	± 40
2	Metode *Flying Formwork*	7.288	± 16
	Total Perbandingan	**11.752**	**± 24**

Analisis Man Power

Analisis kebutuhan tenaga kerja dilakukan dengan mempertimbangkan pembagian tenaga kerja berdasarkan tingkat keahlian yang umum diterapkan pada pekerjaan bekisting. Berdasarkan Analisis kebutuhan tenaga kerja menunjukkan bahwa metode konvensional memerlukan jumlah man power yang lebih besar dibandingkan metode *flying formwork.* Hal ini disebabkan oleh kompleksitas pekerjaan pemasangan dan pembongkaran perancah bertingkat. Sebaliknya, metode *flying formwork* memerlukan tenaga kerja yang lebih sedikit karena sistem bekisting yang lebih sederhana dan efisien. Perbandingan kebutuhan man power antara kedua metode ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Kebutuhan Man Power

No.	Jenis Tenaga Kerja	Metode Konvensional (Orang)	Metode *Flying Formwork* (Orang)
1	Mandor	1	1
2	Tukang	10	5
3	Pekerja Umum	12	6
4	Operator Alat	2	2
5	K3	1	1
	TOTAL	**26**	**15**

Analisis Biaya Pelaksanaan

Perbandingan biaya pelaksanaan disusun sebagai estimasi teknis komparatif untuk menilai efisiensi biaya dari masing-masing metode bekisting. Berdasarkan data biaya pelaksanaan, metode konvensional memiliki biaya yang lebih tinggi akibat kebutuhan material perancah yang lebih banyak, durasi pekerjaan yang lebih panjang, serta penggunaan tenaga kerja yang lebih besar. Metode *flying formwork* menunjukkan efisiensi biaya secara keseluruhan karena pengurangan durasi pelaksanaan dan berkurangnya pekerjaan pendukung. Perbandingan biaya pelaksanaan kedua metode disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Biaya Pekerjaan Bekisting

No.	Komponen Biaya	Metode Konvensional (Rp)	Metode *Flying Formwork* (Rp)
1	Material Bekisting	200.000.000	280.000.000
2	Perancah & Platform	120.000.000	40.000.000
3	Tenaga Kerja	150.000.000	90.000.000
4	Alat Bantu	30.000.000	50.000.000
5	Biaya Tidak Langsung	60.000.000	30.000.000
	Total Estimasi	**560.000.000**	**490.000.000**

Analisis Mutu Pekerjaan

Penilaian mutu pekerjaan bekisting dilakukan menggunakan metode skoring berdasarkan skala penilaian mutu sebagaimana tercantum dalam laporan. Penilaian ini mempertimbangkan beberapa indikator mutu pekerjaan bekisting, antara lain kestabilan bekisting, kondisi hasil permukaan beton, dan konsistensi hasil pekerjaan selama pelaksanaan. Hasil penilaian mutu pekerjaan untuk masing-masing metode bekisting disajikan dalam bentuk nilai skor mutu pada Tabel 6. Nilai skor yang diperoleh kemudian diinterpretasikan menggunakan klasifikasi mutu berdasarkan rentang skala penilaian, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Penilaian Mutu Pekerjaan Bekisting

No.	Parameter	Metode Konvensional	Metode *Flying Formwork*
1	Kekakuan Sistem	3	5
2	Ketelitian Dimensi	3	5
3	Risiko Deformasi	2	4
4	Kualitas Permukaan	3	5
5	Konsistensi Hasil	3	5

Untuk memperjelas interpretasi hasil penilaian mutu, digunakan klasifikasi tingkat mutu berdasarkan nilai skor teknis seperti yang disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi Tingkat Mutu

Skor Mutu	Kategori Mutu	Keterangan
1-2	Rendah	Kualitas kurang,perlu perbaikan
3	Cukup	Kualitas memenuhi syarat minimum
4-5	Baik - Sangat Baik	Kualitas tinggi dan konsisten

Analisis K3

Analisis keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dilakukan menggunakan *Job Safety Analysis* (JSA) untuk mengidentifikasi potensi bahaya pada setiap tahapan pekerjaan bekisting. Setiap potensi bahaya yang teridentifikasi kemudian dinilai menggunakan metode *risk scoring*, dengan mempertimbangkan tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) risiko. Hasil penilaian risiko K3 untuk masing-masing metode bekisting disajikan dalam bentuk nilai risiko hasil *risk scoring* pada Tabel 8. Nilai risiko tersebut kemudian diklasifikasikan berdasarkan tingkat risiko K3 sesuai dengan matriks risiko yang digunakan dalam laporan, sebagaimana disajikan pada Tabel 9 dan Tabel 10. Penentuan tingkat risiko K3 sepenuhnya mengacu pada hasil JSA dan klasifikasi risiko yang telah ditetapkan.

Tabel 9. Penilaian Risiko K3

No.	Parameter K3	Metode Konvensional	Metode *Flying Formwork*
1	Risiko Jatuh	4	2
2	Risiko Perancah	4	-
3	Stabilitas Platform	3	5
4	Intensitas kerja manual	4	2
	Total Skor Risiko	**15**	**7**

Untuk memudahkan interpretasi tingkat risiko, digunakan klasifikasi tingkat risiko K3 berdasarkan nilai skor risiko.

Tabel 10. Klasifikasi Tingkat Risiko K3

Skor Risiko	Tingkat Risiko	Keterangan
1-4	Rendah	Risiko dapat diterima
5-9	Sedang	Risiko perlu dikendalikan
10-15	Tinggi	Risiko signifikan,perlu pengendalian ketat
>15	Sangat Tinggi	Risiko tidak dapat diterima

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis durasi pelaksanaan yang disajikan pada Tabel 1 sampai Tabel 3, perbedaan waktu pelaksanaan antara metode bekisting konvensional dan metode *flying formwork* dipengaruhi secara langsung oleh perbedaan sistem penyangga dan tahapan pekerjaan yang diterapkan. Pada metode konvensional, penggunaan perancah yang bertumpu pada tanah menyebabkan perlunya pekerjaan pendukung seperti perbaikan tanah dasar dan pemasangan perancah bertingkat, yang berdampak pada bertambahnya tahapan pekerjaan dan waktu pelaksanaan. Sebaliknya, metode *flying formwork* tidak memerlukan perancah dari tanah sehingga tahapan pekerjaan menjadi lebih sederhana dan waktu pelaksanaan lebih singkat.

Perbedaan durasi pelaksanaan tersebut berimplikasi langsung terhadap kebutuhan man power sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4. Metode konvensional memerlukan jumlah tenaga kerja yang lebih besar karena aktivitas pemasangan, penyesuaian, dan pembongkaran perancah dilakukan secara berulang pada setiap tahapan pekerjaan. Pada metode *flying formwork*, sistem bekisting yang lebih terintegrasi mengurangi kompleksitas pekerjaan lapangan sehingga kebutuhan tenaga kerja dapat ditekan.

Dampak perbedaan durasi dan kebutuhan man power juga tercermin pada biaya pelaksanaan pekerjaan bekisting sebagaimana disajikan pada Tabel 5. Pada metode konvensional, durasi pekerjaan yang lebih panjang dan penggunaan perancah dalam jumlah besar menyebabkan meningkatnya biaya tenaga kerja dan biaya material pendukung. Sementara itu, metode *flying formwork* menunjukkan karakteristik biaya yang lebih terkendali karena berkurangnya waktu pelaksanaan dan pekerjaan pendukung di lapangan.

Dari aspek mutu pekerjaan, hasil penilaian mutu berbasis skoring dan skala penilaian (Tabel 6 dan Tabel 7) menunjukkan bahwa perbedaan sistem bekisting mempengaruhi kestabilan selama proses pengecoran dan konsistensi hasil pekerjaan. Metode konvensional sangat dipengaruhi oleh kondisi perancah dan tanah dasar, sehingga kestabilan sistem bekisting dapat bervariasi tergantung kondisi lapangan. Pada metode *flying formwork*, sistem penyangga yang terikat langsung pada struktur memberikan kestabilan yang lebih konsisten selama proses pelaksanaan, sebagaimana tercermin pada hasil penilaian mutu yang diperoleh.

Hasil analisis keselamatan dan kesehatan kerja (K3) menggunakan *Job Safety Analysis* (JSA) dan *risk scoring* (Tabel 8 dan Tabel 9) menunjukkan bahwa perbedaan sistem kerja dan akses kerja mempengaruhi tingkat risiko pada masing-masing metode. Pada metode konvensional, penggunaan perancah bertingkat dan aktivitas kerja di ketinggian dengan akses terbatas meningkatkan potensi bahaya kerja. Sementara itu, metode *flying formwork* memiliki sistem kerja yang lebih terkontrol dan stabil, sehingga karakteristik risiko yang muncul berbeda dibandingkan metode konvensional.

Secara keseluruhan, hasil pembahasan menunjukkan bahwa perbedaan sistem bekisting tidak hanya mempengaruhi satu aspek pelaksanaan, tetapi saling berkaitan antara durasi pelaksanaan, kebutuhan man power, biaya pelaksanaan, mutu pekerjaan, dan tingkat risiko K3. Hal ini menegaskan bahwa pemilihan metode bekisting pada pekerjaan abutment perlu mempertimbangkan kondisi lapangan, karakteristik struktur, serta tujuan efisiensi pelaksanaan sebagaimana dianalisis dalam penelitian ini.

4. KESIMPULAN

Metode *flying formwork* memiliki durasi pelaksanaan yang lebih singkat dibandingkan metode bekisting konvensional, yaitu 16 hari dibandingkan 40 hari, sehingga terjadi percepatan waktu pelaksanaan sebesar 24 hari. Percepatan durasi ini menunjukkan bahwa sistem kerja *flying formwork* memiliki siklus pekerjaan yang lebih efisien. Perbedaan durasi pelaksanaan tersebut berdampak langsung pada kebutuhan sumber daya proyek. Metode bekisting konvensional membutuhkan 25 orang tenaga kerja, sedangkan metode *flying formwork* membutuhkan 16 orang tenaga kerja, sehingga menunjukkan efisiensi kebutuhan man power pada metode *flying formwork*. Efisiensi durasi dan man power tersebut juga berdampak pada biaya pelaksanaan, di mana metode *flying formwork* menghasilkan biaya yang lebih rendah dibandingkan metode konvensional. Selain itu, hasil penilaian mutu menunjukkan bahwa metode *flying formwork* memiliki mutu pekerjaan yang lebih baik dibandingkan metode konvensional, serta tingkat risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang

lebih rendah berdasarkan hasil *Job Safety Analysis* (JSA) dan penilaian risiko. Dengan demikian, metode *flying formwork* dinilai lebih efisien dibandingkan metode bekisting konvensional karena durasi pelaksanaan yang lebih singkat berdampak langsung terhadap efisiensi man power, biaya pelaksanaan, mutu pekerjaan, dan pengendalian risiko K3, sehingga layak dipertimbangkan untuk diterapkan pada pekerjaan struktur dengan karakteristik serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT PP (Persero) Tbk selaku pelaksana proyek Patimban *Access Toll Road Construction Project Package* 1 atas izin dan dukungan data yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) atas dukungan akademik yang diberikan selama proses penelitian dan penulisan artikel ini.

REFERENSI

Adam, A. F. S., Winanda, L. A. R., & Wibawanto, H. S. (2025). Time and cost efficiency of conventional formwork in building projects. Jurnal Teknik Sipil Cendekia, 6(1), 90–99.doi:10.51988/jtsc.v6i1.280

Atep Maskur, I., Fuadi, I., & Sukmara, E. (2023). Comparative analysis of cost and time between multiplex timber formwork and bondek formwork for floor slabs. Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, 9(2).doi:10.33197/jitter.vol9.iss2.2023.1023

Atidaputra, Z. R., Nugraha Azka, M. R., Hakim, F. F., & Abda, J. (2024). Perbandingan elemen struktur yang dicetak dengan bekisting aluminium dan konvensional menggunakan metode Six Sigma. Jurnal Inovasi Konstruksi, 3(2).doi:10.56911/jik.v3i2.126

Atmaja, T. D. B., Susanto, H., & Susanti, E. I. (2024). Analisis waktu dan biaya terhadap bekisting konvensional dan knock down pada Tower Ta'miriyah Surabaya. Composite: Journal of Civil Engineering, 3(2).

Kusuma, A. (2022). Comparison analysis of cost and time forming conventional method with semi-system method for column Namira Hotel Surabaya. IJTI International Journal of Transportation and Infrastructure, 6(1), 38–45.doi:10.29138/ijti.v6i1.2076

Pramudiharto, A., Partono, W., & Sukamta, S. (2025). Analisis perbandingan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur bangunan bertingkat metode aluminium formwork dengan metode konvensional. Jurnal Pendidikan Indonesia, 6(6), 2807–2824.doi:10.59141/japendi.v6i6.8052

Sirait, E. G., Welan, P. C., & Tanne, Y. A. (2023). Perbandingan penggunaan sistem bekisting konvensional dan aluminium pada proyek pembangunan mall X. CRANE: Civil Engineering Research Journal, 4(1), 49–57.

Supriyono, A. S., Putra, I. N. D. P., & Trigunarsyah, B. (2025). Comparative analysis of formwork systems: Cost efficiency and time management in construction projects. Advance Sustainable Science Engineering and Technology, 7(2), 1320.

Wibowo, M. A., Utomo, J. D., & Yinurullah, S. (2023). Perbandingan penggunaan variasi tipe bekisting ditinjau dari sisi biaya, mutu, waktu, dan waste pada pelaksanaan konstruksi gedung bertingkat di Indonesia. Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia, 8(11).doi:10.36418/syntax-literate.v8i11.13920

Zakariyyah, M. M., & Prafitasiwi, A. G. (2024). Analisa perbandingan pemasangan bekisting konvensional dengan bekisting aluminium pada pekerjaan struktur gedung sekolah. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 1(1), 9–20.doi:10.30587/jtsl.v1i1.7407