

Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Bekisting Metode Bekisting Konvensional dengan Bekisting Aluminium

Christian Ivan Pradipta ^{1*}, Satria Agung Wibawa , Annisa Azhar Firdausi , Hendramawat Aski Safarizki

¹ Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jl. Letjen Sudjono Humardhani, No.1, Jombor, Sukoharjo.

*christianivan850@gmail.com

ABSTRAK

Bekisting alat yang diterapkan dalam membentuk beton sesuai dimensi yang diinginkan, memegang peranan penting dalam konstruksi. Perencanaan yang tepat baik dari segi jadwal proyek maupun anggaran merupakan komponen utama manajemen konstruksi. Keberhasilan proyek biasanya diukur dari ketepatan waktu pelaksanaan dan efektivitas biaya. Salah satu komponen penting dalam konstruksi adalah bekisting, yang berfungsi sebagai cetakan beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam pekerjaan struktur atas meliputi kolom, balok dan pelat lantai pada lantai satu sampai dengan tiga menggunakan metode bekisting konvensional dengan metode bekisting aluminium pada Proyek Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta. Data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu gambar kerja, data aktual lapangan berupa jumlah tenaga kerja, volume pekerjaan yang diselesaikan, dan durasi pemasangan bekisting, serta harga satuan upah dan bahan Kota Surakarta Tahun 2024. Berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya antara pekerjaan metode bekisting konvensional dengan metode bekisting aluminium pada pekerjaan kolom, balok dan pelat lantai Proyek Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta diperoleh biaya bekisting konvensional sebesar Rp.720.367.00,00 dan pekerjaan bekisting aluminium sebesar Rp. 1.396.652.000,00. Dapat disimpulkan bahwa bekisting konvensional lebih murah dibandingkan dengan bekisting aluminium dengan selisih harga Rp. 676.285.000,00 Sedangkan, pada hasil analisis perbandingan waktu pekerjaan bekisting konvensional diselesaikan dalam waktu 127 hari, sedangkan bekisting aluminium diselesaikan dalam waktu 73 hari. Dapat disimpulkan bahwa pekerjaan bekisting aluminium lebih cepat dibandingkan dengan bekisting konvensional dengan selisih durasi pekerjaan 59 hari, Sehingga peningkatan kualitas material bekisting dapat meningkatkan efisiensi biaya dan waktu, terutama dalam konstruksi gedung bertingkat.

Kata kunci: Aluminium, Bekisting, Biaya, konvensional, waktu

ABSTRACT

Formwork is a tool used to shape concrete to the desired dimensions and plays an important role in construction. Proper planning in terms of project schedule and budget is a key component of construction management. The success of a project is usually measured by the timeliness of implementation and cost effectiveness. One of the important components in construction is formwork, which functions as a concrete mold. This study aims to determine the comparison of costs and time required for upper structure work, including columns, beams, and floor slabs from the first to third floors, using conventional formwork methods versus aluminum formwork methods in the Construction Project of the Joglo Surakarta State Elementary School Building. The data required for this study include working drawings, actual field data such as the number of workers, the volume of work completed, and the duration of formwork installation, as well as the unit prices for labor and materials in Surakarta City for the year 2024. Based on the results of the cost comparison analysis between the conventional formwork method and the aluminum formwork method for columns, beams, and

floor slabs in the Construction Project of the Joglo Surakarta State Elementary School Building, the cost of conventional formwork was Rp. 720,367,000.00, while the cost of aluminum formwork was Rp. 1,396,652,000.00. It can be concluded that conventional formwork is cheaper than aluminum formwork, with a price difference of Rp. 676,285,000.00. Meanwhile, the analysis of work time comparison shows that conventional formwork was completed in 127 days, while aluminum formwork was completed in 73 days. It can be concluded that aluminum formwork work is faster than conventional formwork, with a difference in work duration of 59 days. Thus, improving the quality of formwork materials can enhance cost and time efficiency, particularly in high-rise building construction.

Keywords: Aluminum, Formwork, Cost, Conventional, Time



1. PENDAHULUAN

Bekisting merupakan salah satu elemen utama dalam pembuatan atau pembentukan struktur beton baik struktur bawah seperti footplate, pile cap, tie beam dan sloof maupun struktur atas seperti kolom, balok dan plat lantai. Bekisting dibuat sesuai dengan bentuk dan dimensi sesuai dengan dasar perencanaan struktur. Bekisting harus cukup kuat untuk menopang berat sendiri, berat beton basah, beban hidup, dan beban peralatan yang digunakan selama pengecoran. Perencanaan bekisting harus memenuhi persyaratan teknis dan ekonomis, harus efisien, kokoh, tidak dapat dideformasi, memenuhi persyaratan permukaan, kedap air, mudah dipasang dan dibongkar (Wulfram, 2006).

Bekisting konvensional merupakan cetakan beton yang terbuat dari bahan utama kayu. Material yang diperlukan untuk membuat bekisting tradisional adalah triplek, kaso, dan bambu. Keunggulan bekisting konvensional ialah akses mudah untuk memperoleh material pembuatan bekisting. Namun, kelemahan bekisting konvensional ialah waktu fabrikasi yang cukup lama dan penggunaan bekisting dapat dilakukan 2 hingga 3 kali (Indob P, 2019).

Bekisting yang tersusun dari paduan aluminium yang berkualitas tinggi merupakan definisi dari bekisting aluminium. Permukaan panel terdiri dari pelat baja setebal empat milimeter yang disambung melalui proses pengelasan, dan dirancang khusus untuk membentuk bagian panel menggunakan sistem kontrol pin yang sederhana. Pin berukuran kecil ini dipasang ke dalam lubang-lubang pada panel dengan jarak yang telah ditetapkan (Thiyagarajan et al., 2017).

Dalam konstruksi beton, pekerjaan bekisting merupakan bagian yang paling mahal, menyumbang antara 40 s/d 60 persen dari biaya total dan 10 persen dari total biaya pekerjaan beton (Hanna, 1999). Bisa saja pekerjaan bekisting lebih mahal dari pekerjaan penulangan dan pengecoran beton tergantung dasar perencanaan dalam struktur bangunan Gedung bertingkat. Selain itu dalam peledaksanaan pekerjaan bekisting perlu diperhatikan dalam durasi pekerjaannya, jika pekerjaan bekisting sangat lambat bisa mempengaruhi pekerjaan setelahnya. Hal tersebut merupakan urgensi dalam proyek karena berhubungan dengan biaya pelaksanaannya sehingga menjadi penting untuk

merencanakan dan memilih metode yang efisien dari segi biaya dan durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting.

Saat ini, pekerjaan cetakan beton (bekisting) mengalami kemajuan pesat dengan adanya berbagai teknik yang memengaruhi biaya dan durasi proyek. Salah satu teknik tersebut adalah penggunaan aluminium yakni bahan bekisting yang terbuat dari aluminium, yang mempunyai detail teknis dan sifat yang berbeda dibandingkan dengan bekisting tradisional yang memakai kayu. Selain itu, keuntungan dari menggunakan aluminium adalah kelebihanannya dalam aspek lingkungan dan sebagian komponen dari sistem ini membutuhkan lebih sedikit tenaga kerja saat pelaksanaan, serta percepatan dalam konstruksi yang dihasilkan dari kemudahan dalam merakit bekisting.

Dalam pekerjaan bekisting diperlukan perencanaan biaya yang efisien. Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah estimasi biaya yang dibutuhkan untuk mencakup pengadaan material, peralatan, tenaga kerja, serta komponen biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan suatu pekerjaan (Soedrajat, 1984). Serta perlu adanya durasi pekerjaan yang efektif agar pekerjaan bekisting dapat diselesaikan tepat waktu. Penjadwalan proyek (Time Schedule) merupakan proses untuk menetapkan durasi penyelesaian proyek serta mengatur urutan pelaksanaan setiap tugas yang terlibat (Ervianto, 2003).

Metode konstruksi adalah bagian penting dari proyek karena mempengaruhi biaya, kualitas, dan waktu konstruksi (Firdaus, 2020). Metode ini dirancang menggunakan pengetahuan dan standar yang telah diuji. Jalannya suatu proyek sangat dipengaruhi oleh metode konstruksinya. Pemilik dan kontraktor proyek berharap proyek mereka diselesaikan dengan cepat dan efektif. Dengan demikian, menentukan metode konstruksi untuk suatu proyek sangat penting dari tahap perencanaan hingga tahap konstruksi selesai.

Pada Proyek Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta pekerjaan bekistingnya menggunakan metode bekisting konvensional. Maka dari itu, diperlukan peninjauan menggunakan metode bekisting aluminium. Penerapan bekisting aluminium pada Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta yang akan berpengaruh pada aspek biaya dan waktu. Hasil analisis biaya dan waktu bekisting metode konvensional perlu dibandingkan dengan bekisting metode aluminium agar dapat diambil keputusan yang terbaik untuk diterapkan.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian digunakan sebagai dasar langkah-langkah yang berurutan dan didasarkan pada tujuan penelitian dan menjadi suatu perangkat yang digunakan untuk menarik kesimpulan, sehingga dapat diperoleh penyelesaian yang diharapkan untuk mencapai keberhasilan penelitian. Metodologi penelitian juga digunakan sebagai metodologi ilmiah karena telah memenuhi kaidah-kaidah ilmiah yaitu konkrit, objektif, terukur, rasional, dan sistematis.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan sifat komparatif, seperti dijelaskan oleh Fadilla et al. (2022) dalam "Buku Metodologi Penelitian Kuantitatif." Penelitian komparatif berfungsi untuk membandingkan dua atau lebih perlakuan pada variabel tertentu untuk melihat perbedaan antara situasi, peristiwa, kegiatan, atau program.

Penelitian komparatif berfungsi untuk membandingkan dua atau lebih perlakuan pada variabel tertentu untuk melihat perbedaan antara situasi, peristiwa, kegiatan, atau program. Penelitian kuantitatif, melalui penerapan metodologi sistematis dan eksperimen terkontrol, memeriksa sampel atau populasi menggunakan analisis data statistik dan Teknik pengukuran numerik (Hamdi & Bahrudin, 2014).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Zonasi Pekerjaan Bekisting

Zonasi pekerjaan bekisting diperlukan untuk menjaga siklus pekerjaan struktur atas tetap berjalan dan menghindari idle. Ini berarti bahwa tidak ada pekerjaan yang harus ditunda untuk pekerjaan struktur dilantai berikutnya karena pembongkaran bekisting akibat umur beton. Dalam penerapan material bekisting, setiap lantai akan dilengkapi secara lengkap, mencakup bekisting kolom, balok, dan plat lantai. Pada metode bekisting konvensional, pemasangan bekisting dimulai dari kolom terlebih dahulu sebelum pengecoran, kemudian dilanjutkan dengan balok dan pelat lantai. Sementara itu, pada metode bekisting aluminium, ketiga elemen tersebut dipasang secara serentak dalam satu tahap.



Gambar 1. Zonasi Pekerjaan Bekisting

Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Konvensional

Analisis harga satuan pekerjaan bekisting konvensional berdasarkan berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan yang tercantum dalam SE Nomor 68/SE/Dk/2024 tentang Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Cipta Karya Kementerian PUPR serta mengacu pada Harga Satuan Alat, Bahan, dan Upah sesuai Peraturan Wali Kota Surakarta Nomor 25 Tahun 2024 tentang Standar Harga Satuan di Lingkungan Pemerintah Kota Surakarta.

Tabel 1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Konvensional Kolom Per 1 m²

No	Uraian	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga					
	Pekerja	L.01	OH	0,6600	91.000	60.060
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,3300	96.000	31.680
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0330	102.000	3.366
	Mandor	L.04	OH	0,0110	106.000	1.166
	JUMLAH TENAGA KERJA					96.272
B	Bahan					
	Paku 5 cm – 12 cm		kg	0,4000	18.000	7.200
	Minyak bekisting		liter	0,2000	37.050	7.410
	Balok Kayu kelas II		m ³	0,0047	12.500.000	58.125
	Plywood tebal 12 mm		lembar	0,1271	271.400	34.48
	Dolken kayu 8-10 cm panjang 4 m		batang	0,6500	30.000	19.500
	JUMLAH HARGA BAHAN					126.716
	JUMLAH HARGA BAHAN (3 kali Pakai)					42.238
C	Peralatan					
	JUMLAH HARGA ALAT					
D	Jumlah (A+B+C)					138.510
E.	Overhead & Profit (10%)					13.851
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					152.361

Tabel 2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Konvensional Balok Per 1 m²

No	Uraian	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga					
	Pekerja	L.01	OH	0,6600	91.000	60.060
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,3300	96.000	31.680
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0330	102.000	3.366
	Mandor	L.04	OH	0,0110	106.000	1.166
	JUMLAH TENAGA KERJA					96.272
B	Bahan					
	Paku 5 cm – 12 cm		kg	0,4000	18.000	7.200
	Minyak bekisting		liter	0,2000	37.050	7.410
	Balok Kayu kelas II		m ³	0,0056	12.500.000	69.750
	Plywood tebal 12 mm		lembar	0,1271	271.400	34.481
	Dolken kayu 8-10 cm panjang 4 m		batang	0,6500	30.000	19.500
	JUMLAH HARGA BAHAN					134.341
	JUMLAH HARGA BAHAN (3 kali Pakai)					46.113
C	Peralatan					
	JUMLAH HARGA ALAT					
D	Jumlah (A+B+C)					142.385
E.	Overhead & Profit (10%)					14.238
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1526.624

Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Aluminium

Analisa harga satuan pekerjaan bekisting aluminium berdasarkan pada Harga Satuan Alat, Bahan, dan Upah sesuai Peraturan Wali Kota Surakarta Nomor 25 Tahun 2024 tentang

Tabel 4. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Aluminium Per 1 m²

No	Uraian	Kode	Sat	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga					
	Pekerja	L.01	OH	0,6600	91.000	60.060
	Tukang Kayu	L.02	OH	0,3300	96.000	31.680
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,0330	102.000	3.366
	Mandor	L.04	OH	0,0110	106.000	1.166
	JUMLAH TENAGA KERJA					96.272
B	Bahan					
	Panel Aluminium		M2	0,3360	1.950.000	655.200
	Round Pin		Pcs	2,0000	5.000	10.000
	Wedge Pin		Pcs	2,0000	5.000	10.000
	Flat Tie Pin		Pcs	2,0000	5.000	10.000
	Minyak Bekisting		Ltr	0,2000	37.050	7.410
	Pipe Support		Unit	0,3680	450.00	165.600
	Release		Pcs	0,3680	207.000,	76.176
	JUMLAH HARGA BAHAN					675.200
	JUMLAH HARGA BAHAN (3 kali Pakai)					225.006
C	Peralatan					
	JUMLAH HARGA ALAT					
D	Jumlah (A+B+C)					279.416
E.	Overhead & Profit (10%)					27.941
F.	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					307.358

Analisis Perbandingan Biaya Pekerjaan Bekisting Konvensional Dengan Bekisting Aluminium

Berdasarkan data yang ada maka dilakukan perhitungan total biaya pekerjaan kolom, balok, dan pelat lantai dengan metode bekisting konvensional pada Proyek Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta sebesar Rp. 720.367.000 seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Kolom, Balok dan Plat Bekisting Konvensional

No	Uraian Pekerjaan	Total Harga (Rp)
1	Kolom	250.635.274
2	Balok	209.443.807
3	Plat Lantai	260.287.069
	Jumlah Total	720.367.000

Setelah mendapatkan harga satuan pekerjaan kolom, balok, dan plat lantai lalu menghitung jumlah biaya yang dibutuhkan tiap pekerjaan dengan cara volume tiap pekerjaan dikali dengan harga satuan tiap pekerjaannya. Berdasarkan penjabaran pada tabel sebelumnya, maka diperoleh total biaya pekerjaan kolom, balok, dan pelat lantai dengan metode bekisting aluminium pada Proyek Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta sebesar Rp. 1.396.625.000.

Tabel 1. Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Kolom, Balok dan Plat Bekisting Aluminium

No	Uraian Pekerjaan	Total Harga (Rp)
1	Kolom	505.604.458
2	Balok	411.010.751
3	Plat Lantai	480.036.548

Analisis Perbandingan Biaya Pekerjaan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Aluminium

Berdasarkan penjabaran pada tabel sebelumnya dan didukung data pada Gambar 2, disimpulkan penggunaan bekisting konvensional lebih murah dibandingkan bekisting aluminium dengan selisih biaya sebesar Rp. 676.285.000.



Gambar 2. Perbandingan Biaya Pekerjaan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Aluminium

Analisis Waktu Pekerjaan Bekisting Konvensional

Perhitungan durasi pekerjaan membutuhkan volume pekerjaan, koefisien tenaga kerja pemasangan bekisting konvensional dan jumlah tenaga kerja berdasarkan hasil monitoring dilapangan yaitu sebanyak 35 orang dengan rincian 1 Mandor, 1 Kepala Tukang, 10 Tukang Kayu serta 23 Pekerja. Berikut merupakan contoh perhitungan durasi pekerjaan kolom bekisting kolom lantai 1 zona 1 dengan volume 175,50 m² berdasarkan tenaga kerja.

Mandor

$$Durasi = \frac{Luas \times Koefisien}{Jumlah Pekerja} = \frac{175,50 \text{ m}^2 \times 0,0110}{1} = 1,93 \approx 2 \text{ Hari}$$

Kepala Tukang Kayu

$$Durasi = \frac{Luas \times Koefisien}{Jumlah Pekerja} = \frac{175,50 \text{ m}^2 \times 0,0330}{1} = 5,79 \approx 6 \text{ Hari}$$

Tukang Kayu

$$Durasi = \frac{Luas \times Koefisien}{Jumlah Pekerja} = \frac{175,50 \text{ m}^2 \times 0,3300}{10} = 5,79 \approx 6 \text{ Hari}$$

Pekerja

$$Durasi = \frac{Luas \times Koefisien}{Jumlah Pekerja} = \frac{175,50 \text{ m}^2 \times 0,6600}{23} = 5,04 \approx 5 \text{ Hari}$$

Berdasarkan hasil perhitungan durasi pekerjaan setiap tenaga kerja diambil nilai paling besar dari masing – masing tenaga sebagai durasi pekerjaan yang dapat menyelesaikan volume dari pekerjaan bekisting. Untuk perhitungan durasi pekerjaan kolom metode bekisting konvensional pada lantai 2 dan 3 dilakukan serupa dengan contoh perhitungan di atas.

Berdasarkan analisis perhitungan durasi dapat disimpulkan durasi yang dibutuhkan antara bekisting konvensional dengan bekisting aluminium adalah sebagai berikut

Tabel 7. Rekapitulasi Durasi Pekerjaan Bekisting Metode Bekisting Konvensional

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Pekerjaan (Hari)
1	Kolom	54
2	Balok	44
3	Plat Lantai	50
Total		148

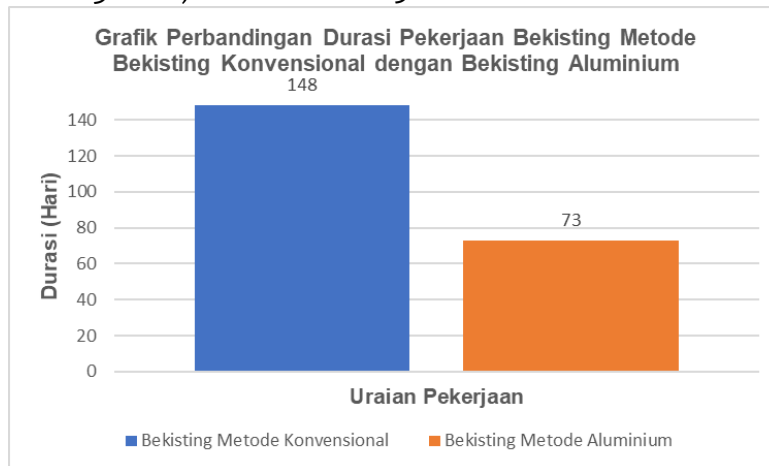
Tabel 8. Rekapitulasi Durasi Pekerjaan Bekisting Metode Bekisting Konvensional

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Pekerjaan (Hari)
1	Kolom	27
2	Balok	22
3	Plat Lantai	24
Total		73

Tabel 9. Rekapitulasi Durasi Pekerjaan Bekisting Metode Bekisting Konvensional

No	Uraian Pekerjaan	Durasi Pekerjaan (Hari)
1	Bekisting Konvensional	148
2	Bekisting Aluminium	73
Selisih		75

Sebagaimana terlihat pada Tabel 9, durasi pemasangan pekerjaan bekisting aluminium lebih cepat dibandingkan dengan bekisting konvensional, dengan selisih waktu sebesar 54 hari. Perbandingan durasi pekerjaan tersebut dapat disajikan dalam grafik pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perbandingan Durasi Pekerjaan Bekisting Metode Bekisting Konvensional dengan Bekisting Aluminium

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan terkait perbandingan biaya dan waktu bekisting metode bekisting konvensional dengan bekisting aluminium yang telah dijalankan pada Proyek Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta ini, diperoleh Kesimpulan yaitu Pada hasil analisis perbandingan biaya antara pekerjaan metode bekisting konvensional dengan metode bekisting aluminium pada pekerjaan kolom, balok dan pelat lantai Proyek Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta dibutuhkan biaya sebesar Rp. 720.367.000,00 untuk metode bekisting konvensional dan biaya sebesar Rp. 1396.652.000,00 untuk metode bekisting aluminium dengan selisih harga Rp. 676.285.000,00.

Maka disimpulkan penggunaan bekisting konvensional lebih murah dibanding bekisting aluminium. Sedangkan, pada hasil analisis perbandingan waktu antara pekerjaan metode bekisting konvensional dengan metode bekisting aluminium dengan menggunakan zonasi pekerjaan bekisting pada pekerjaan kolom, balok dan pelat lantai Proyek Pembangunan Gedung SD Negeri Joglo Surakarta didapatkan durasi pekerjaan metode bekisting konvensional selama 148 hari sedangkan untuk metode bekisting aluminium selama 73 hari dengan selisih 75 hari lebih cepat penggunaan metode bekisting aluminium dibandingkan metode bekisting konvensional.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Erfianto, Wulfram. 2006. Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi : Beton Pracetak dan Bekisting. Bali : Alfabeta.
- Ervianto, W. I. 2003. Manajemen Proyek Konstruksi. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Fadilla, Z., Eka Sari, M., Jannah, M., Hasda, S., Abdullah, Dr. K., Aiman, U., Ns. Taqwin, Ardiawan, K. N., & Masita. (2022). Metodologi Penelitian Kuantitatif.
- Firdaus, A. (2020). Analisis Perbandingan Bekisting Plat Lantai Metode Table Form Dengan Metode Aluminium Formwork Pada Proyek Menara Bri Gatot Subroto
- Hamdi, A. S., & Bahruddin, E. (2014). Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi Dalam Pendidikan.

Hanna, A. S. (1999). Concrete Formwork Svstems Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. In M. Meyer D (Ed.), Concrete.

Indob P, A. (2019). Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Antara Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem LICO pada Pembangunan VENUE Dayung JSC.

Soedradjat, A. (1984). Analisa (cara modern) anggaran biaya pelaksanaan lanjutan. In NOVA, Bandung. Nova

Thiyagarajan, R., Panneerselvam, V., & Nagamani, K. (2017). Aluminium Formwork System Using In Highrise Buildings Construction. International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology, 8(6), 29–41.

Wiguna, A. D., & Sujana, C. M. (2023). Comparisional Analysis of Formwork Costs Conventional, Semi-System and Aluminium on Shear Wall Work (Case Study: The Building of The Faculty of Art and Design Education). E3S Web of Conferences, 426.