

Analisis Efisiensi Biaya Bekisting Konvensional dan *Full System* Menggunakan Metode Rekayasa Nilai

* Muhammad D.V. Lawdy¹, Dayat Indri Yuliastuti¹, Sekar Ayu K.¹, Rizki Astri A.¹, Muhammad Mahesa Ramadhan²

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka, Malang

[*\)lawdy@unitomo.ac.id](mailto:lawdy@unitomo.ac.id)

Abstract

Formwork is a temporary mold used to shape concrete during the casting process until the concrete reaches the required standard strength. In addition to strength and ease of use, the cost factor of formwork must also be considered to ensure greater efficiency. This study conducts a cost analysis using the Value Engineering Method, as conventional formwork is often less effective due to the use of less durable materials and installation processes that take longer. This results in higher labor costs and extended project duration. Based on these conditions, this research emphasizes the issue of high formwork costs in building construction projects and seeks to identify and recommend more economical methods without reducing the quality or function of the structure. A comparative analysis is carried out between conventional formwork and full system formwork, where the initially used conventional formwork is then replaced with the full system alternative. This alternative is tested on column and beam formwork. Therefore, in this project, it is recommended to replace the column and beam formwork due to the high costs. The analysis results show that implementing the full system formwork can provide savings of 72% for beam formwork and 64% for column formwork per square meter.

Keywords: Formwork, Beam, Column, Value Engineering

Abstrak

Bekisting merupakan cetakan sementara yang digunakan untuk membentuk beton selama proses pengecoran hingga beton mencapai kekuatan sesuai standar. Selain aspek kekuatan dan kemudahan penggunaan, faktor biaya bekisting juga perlu diperhatikan agar lebih efisien. Penelitian ini melakukan analisis biaya dengan menerapkan Metode Rekayasa Nilai, karena metode bekisting konvensional sering kali kurang efektif akibat penggunaan material yang kurang tahan lama serta pemasangan yang memerlukan waktu lama. Hal ini berdampak pada meningkatnya biaya tenaga kerja dan durasi proyek. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menekankan pada permasalahan tingginya biaya bekisting dalam proyek konstruksi bangunan dan berupaya mengidentifikasi serta merekomendasikan metode yang lebih ekonomis tanpa mengurangi mutu maupun fungsi struktur. Perbandingan analisis dilakukan antara bekisting konvensional dan full sistem, di mana bekisting awal yang digunakan adalah konvensional kemudian diganti dengan alternatif full sistem. Alternatif ini diuji pada pekerjaan bekisting kolom dan balok. Oleh karena itu, dalam proyek ini disarankan untuk mengganti bekisting kolom dan balok karena tingginya biaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan bekisting full sistem mampu memberikan penghematan, yaitu 72% pada bekisting balok dan 64% pada bekisting kolom per meter persegi.

Kata Kunci: Bekisting, Balok, Kolom, Rekayasa Nilai

PENDAHULUAN

Manajemen konstruksi memegang peranan penting dalam memastikan proyek bangunan dapat berjalan dengan efisien, tepat waktu, dan sesuai dengan anggaran. Tanpa pengelolaan yang baik, proyek rentan mengalami keterlambatan, pembengkakan biaya, bahkan penurunan kualitas hasil akhir (Wang et al., 2023). Karena itu, perencanaan yang matang menjadi fondasi dalam setiap pekerjaan konstruksi (Rosyidah et al., 2019).

Sebuah proyek konstruksi tidak hanya soal membangun fisik bangunan, tetapi juga tentang bagaimana mengatur sumber daya, waktu, dan biaya agar seluruh proses dapat berjalan sesuai target (Terzioglu et al., 2022). Perencanaan dan penjadwalan yang tepat adalah kunci utama, karena keduanya dapat membantu mengantisipasi berbagai tantangan yang muncul di lapangan (Nilimaa et al., 2023).

Seiring dengan meningkatnya persaingan dalam industri konstruksi, perusahaan dituntut untuk menemukan cara-cara baru yang lebih efisien (Mansuri et al., 2017). Globalisasi juga menambah tekanan, karena praktik konstruksi di Indonesia perlu bersaing dengan standar internasional. Dengan begitu, adopsi teknologi baru dan

inovasi menjadi kebutuhan, bukan lagi pilihan (Abhiyan et al., 2007).

Salah satu tantangan terbesar dalam konstruksi modern adalah pekerjaan beton, khususnya pada penggunaan bekisting. Bekisting berfungsi sebagai cetakan sementara yang menopang beton basah hingga cukup keras untuk menahan beban sendiri (Vansya et al., 2024). Peran ini sangat vital karena kualitas bekisting berpengaruh langsung pada bentuk, kekuatan, dan ketahanan struktur beton (Terzioglu et al., 2021).

Namun, di balik perannya yang penting, bekisting juga menyumbang biaya yang cukup besar dalam sebuah proyek. Diperkirakan, sekitar 20–25% dari total biaya konstruksi berasal dari pekerjaan bekisting (Baskova et al., 2023). Angka ini menunjukkan bahwa manajemen bekisting bukan sekadar aspek teknis, melainkan juga persoalan ekonomi yang perlu dioptimalkan (Lawdy et al., 2024).

Metode bekisting tradisional umumnya menggunakan material seperti kayu. Meski relatif mudah didapat, cara ini padat karya dan memakan waktu. Pada proyek skala besar, penggunaan bekisting tradisional bisa menyebabkan pemborosan, karena harus dibuat, dipasang, dan dibongkar berulang kali (Al-Ashwal et al., 2017). Inefisiensi ini sering menjadi penyebab membengaknya

anggaran dan lamanya waktu penyelesaian (D.V. et al., 2024).

Sebagai alternatif, sistem bekisting modern mulai banyak dikembangkan. Contohnya adalah bekisting pracetak atau bekisting yang bisa digunakan kembali. Sistem ini menawarkan keunggulan berupa kemudahan perakitan, pembongkaran yang lebih cepat, serta kualitas hasil cetakan beton yang lebih konsisten. Dampaknya, tenaga kerja yang dibutuhkan lebih sedikit, waktu lebih singkat, dan biaya konstruksi dapat ditekan (Allam et al., 2023).

Walaupun berbagai inovasi ini sudah tersedia, kenyataannya masih banyak proyek yang menghadapi masalah tingginya biaya. Penyebabnya bukan hanya dari metode bekisting, tetapi juga dari perencanaan yang kurang matang dan penggunaan sumber daya yang tidak efisien. Akibatnya, potensi penghematan tidak bisa dimaksimalkan, dan proyek tetap menelan biaya besar (Samali et al., 2018).

Penelitian ini mencoba menghadirkan solusi melalui pendekatan Value Engineering (VE). Studi kasus yang dipilih adalah pembangunan Gedung 10 Lantai, karena proyek jenis ini sangat potensial untuk dilakukan optimasi biaya. Dengan menerapkan VE, penelitian ini menilai bagaimana pemilihan sistem bekisting yang tepat dapat memberikan penghematan signifikan tanpa mengurangi kualitas dan fungsi bangunan.

Melalui penelitian ini diharapkan muncul wawasan baru bagi para pelaku konstruksi, khususnya di Indonesia. Pengetahuan tentang VE memang masih terbatas, padahal manfaatnya sangat besar dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas manajemen proyek. Dengan memahami dan menerapkan VE, penggunaan bekisting dalam pekerjaan beton dapat lebih terkontrol, biaya dapat ditekan, dan kualitas bangunan tetap terjamin.

METODE

Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian kualitatif dengan fokus pada struktur bangunan. Metode observasi post-positivis yang digunakan termasuk dalam kategori metode kualitatif (Das et al., 2016). Observasi kualitatif bertujuan untuk mengenali dan merespons aspek-aspek kualitas yang tidak dapat diukur, seperti perasaan, gagasan, pengalaman, dan faktor lainnya. Dalam metode ini, peneliti bertindak sebagai instrumen utama dalam mengamati kondisi alami objek. Karakteristik penelitian kualitatif meliputi triangulasi data (gabungan berbagai sumber), analisis data induktif, pengambilan sampel data secara sengaja, serta penekanan pada makna daripada generalisasi.

Setelah proses pengumpulan informasi, data dikompilasi untuk menentukan bagian pekerjaan mana yang menimbulkan biaya terbesar. Analisis menggunakan diagram Pareto dilakukan untuk menentukan apakah rekayasa nilai dapat diterapkan, yang kemudian digunakan untuk menyusun model biaya. Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa sebagian besar biaya proyek dialokasikan pada pekerjaan utama, yang mencakup lebih dari 80% dari total usaha. Dalam hal ini, para ahli rekayasa nilai diminta untuk menemukan solusi bagi pekerjaan dengan biaya tinggi tersebut. Secara khusus, penggantian

material asli dengan alternatif yang lebih ekonomis dan lebih cepat dilakukan tanpa mengurangi kekuatan atau kualitas struktur. Proses pemilihan pengganti dilakukan melalui kolaborasi dengan praktisi lapangan; setelah beberapa alternatif diidentifikasi, biaya dari pengganti yang dipilih akan ditentukan. Dalam penelitian ini, rekayasa nilai dianalisis pada pekerjaan bekisting dalam proyek konstruksi gedung bertingkat karena biaya pekerjaan struktur yang melibatkan bekisting cukup besar dan dapat dioptimalkan untuk mengurangi total biaya proyek. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian
Sumber: Google Maps

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di Kota Surabaya saat ini sedang berlangsung pembangunan sebuah gedung baru yang dirancang memiliki 10 lantai. Gedung ini diproyeksikan untuk memenuhi kebutuhan ruang belajar mahasiswa, khususnya sebagai ruang kelas yang nyaman dan representatif. Kehadiran gedung ini diharapkan dapat mendukung kegiatan perkuliahan yang semakin berkembang seiring bertambahnya jumlah mahasiswa dan kebutuhan fasilitas pendidikan yang memadai.

Dari segi konstruksi, bangunan ini menggunakan sistem pondasi tiang pancang atau pilar. Pondasi ini dipilih karena mampu menahan beban besar dan memberikan kestabilan yang kuat, terutama untuk bangunan bertingkat tinggi. Di atas pondasi tersebut, struktur utama gedung dibangun menggunakan beton padat, yang dikenal memiliki kekuatan tinggi serta ketahanan terhadap tekanan maupun gaya luar. Dengan kombinasi pondasi dan struktur yang tepat, gedung ini diharapkan memiliki daya tahan jangka panjang sekaligus aman untuk digunakan.

Proses pembangunan melibatkan berbagai jenis pekerjaan yang cukup kompleks. Kontraktor yang bertanggung jawab tidak hanya mengurus struktur bangunan, tetapi juga aspek mekanikal, elektrikal, dan arsitektural. Artinya, selain membangun kerangka dan dinding gedung, kontraktor juga mengelola pemasangan sistem kelistrikan, instalasi air, ventilasi, hingga detail arsitektur yang menentukan kenyamanan serta estetika ruangan. Dengan demikian, proyek ini mencakup keseluruhan elemen penting agar gedung benar-benar siap dipakai.

Secara keseluruhan, biaya pembangunan gedung tersebut mencapai Rp 54.486.553.772,93. Angka ini mencerminkan besarnya investasi yang dikeluarkan untuk

menghadirkan fasilitas pendidikan yang layak dan berkualitas. Rincian anggaran biaya dapat dilihat pada Tabel 1, yang memperlihatkan alokasi dana pada tiap bagian pekerjaan. Dengan manajemen biaya yang baik, pembangunan ini diharapkan dapat selesai sesuai rencana tanpa mengurangi kualitas maupun fungsi dari bangunan yang sedang dibangun.

Table 1. Rencana Anggaran Biaya

Deskripsi Pekerjaan	Biaya (Rp.)
Struktur	23,093,239,224.06
Arsitektur	18,891,521,349.99
MEP	12,501,793,198.88
TOTAL	54,486,553,772.93

Sumber: RAB Proyek

Uji Kelayakan Penerapan Rekayasa Nilai

Rekayasa nilai digunakan dalam proyek konstruksi apabila terdapat kemungkinan penghematan biaya jika pekerjaan diselesaikan dan memberikan kontribusi finansial yang signifikan. Setelah dilakukan perhitungan dan perbandingan bobot biaya tiap pekerjaan, ditemukan bahwa pekerjaan struktur memiliki bobot biaya tertinggi, yaitu sebesar 39,00%. Rincian lengkap bobot biaya yang dialokasikan pada setiap aktivitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Table 2. Ringkasan Bobot Biaya

Deskripsi Pekerjaan	Bobot (%)	Biaya (Rp.)
Struktur	42%	23,093,239,224.06
Arsitektur	35%	18,891,521,349.99
MEP	23%	12,501,793,198.88
TOTAL	100%	54,486,553,772.93

Sumber: Hasil Pengolahan Data

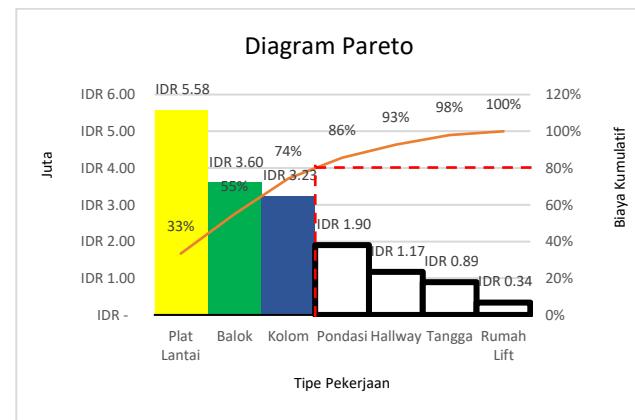
Tahap selanjutnya adalah melakukan uji kelayakan untuk penerapan rekayasa nilai, yang mencakup (1) analisis diagram Pareto dan (2) model penyelesaian biaya, setelah dilakukan rekapitulasi bobot biaya pekerjaan. Dari seluruh pekerjaan, biaya pekerjaan struktur utama merupakan yang paling mahal. Langkah berikutnya adalah membuat daftar pekerjaan struktur utama berdasarkan biaya pembangunan, dimulai dari pekerjaan yang paling mahal hingga yang paling murah seperti pada Tabel 3

Table 3. Pekerjaan Struktur Utama

Item Pekerjaan	Biaya (Rp.)	Persentase Biaya
Plat Lantai	5,581,210,482.86	33%
Balok	3,602,154,123.46	22%
Kolom	3,231,396,623.27	19%
Pondasi	1,901,627,839.47	11%
Hallway	1,172,358,013.96	7%
Tangga	892,177,283.96	5%
Rumah Lift	335,887,164.34	2%
Total	16,716,811,531.32	100%

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan rangkuman sebelumnya, dua pekerjaan balok dan kolom akan diambil karena memiliki potensi menghasilkan penghematan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 model Pareto untuk pekerjaan struktur.



Gambar 2. Diagram Pareto
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Pada diagram yang ditampilkan, sumbu-x menggambarkan item pekerjaan yang termasuk dalam objek penelitian proyek konstruksi, sedangkan sumbu-y memperlihatkan jumlah biaya yang dikeluarkan untuk masing-masing item pekerjaan tersebut. Analisis dilakukan dengan menggunakan prinsip Pareto, di mana fokus diarahkan pada sekitar 20% item pekerjaan yang memiliki kontribusi biaya terbesar terhadap keseluruhan pekerjaan struktural parabolik.

Garis Pareto yang ditarik pada diagram merupakan representasi kumulatif dari persentase biaya yang dihasilkan oleh setiap item pekerjaan. Garis ini membantu memperlihatkan secara jelas item pekerjaan mana saja yang memiliki bobot biaya dominan. Dengan adanya visualisasi ini, peneliti dapat mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang, apabila dianalisis menggunakan metode rekayasa nilai, berpotensi memberikan dampak penghematan yang optimal.

Berdasarkan hasil dari analisis diagram Pareto, terlihat bahwa pekerjaan balok dan kolom menempati posisi sebagai dua jenis pekerjaan dengan biaya paling tinggi. Tingginya biaya pada kedua item ini menunjukkan perlunya perubahan metode konstruksi untuk menekan pengeluaran tanpa mengorbankan kualitas maupun keamanan struktur. Oleh karena itu, penelitian ini menekankan pada penggantian metode bekisting pada balok dan kolom sebagai fokus utama, dengan harapan penerapan alternatif metode dapat menghasilkan efisiensi biaya yang signifikan serta mempercepat proses penggeraan di lapangan.

Analisis Bekisting Kolom Konvensional

Harga satuan pada Tabel 4 berasal dari analisis harga awal yang digunakan dalam proyek pembangunan Gedung 10 Lantai. Biaya analisis adalah sebesar Rp 180.140, dan bekisting ini dapat digunakan sebanyak dua kali.

Table 4. Harga Satuan Bekisting Kolom Konvensional				
Material	Koef	Unit	Unit Price (IDR)	Quantity (IDR)
Pinewood	0.045	m3	3,900,000	175,500
Nail	0.400	Kg	22,000	8,800
Formwork Oil	0.200	L	21,000	4,200
Plywood 9 Mm	0.035	Lbr	221,000	7,735
Volume Of Ingredients				196,235
For 2 X Used				98,117.50
Wages :				
The Workers	0.300	Oh	125,000	37,500
The Carpenters	0.150	Oh	135,000	20,250
The Captains	0.015	Oh	140,000	2,100
The Men	0.015	Oh	145,000	2,175
Number Of Workers				62,025
Tools :				
Scafolding	1.000	Ls	20,000	20,000
Quantity Of Equipment				20,000
Quantity Of Material + Workers+Tools				180,142.50
Rounded				180,140

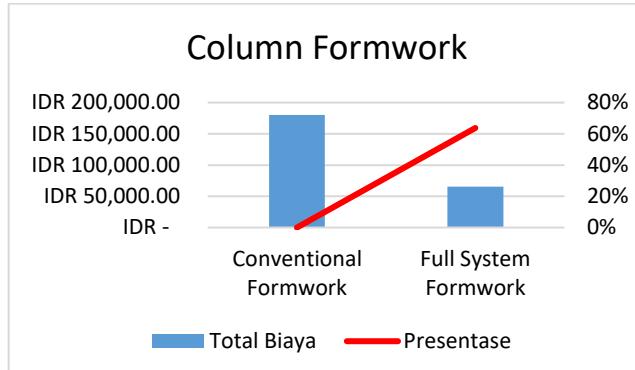
Sumber: RAB Proyek

Analisis Bekisting Kolom Full System

Pada bekisting *Full System* Tabel 5, material dari bekisting konvensional yang awalnya menggunakan multipleks dan paku diganti dengan Peri Lico.

Table 5. Harga Satuan Bekisting Kolom Full System				
Material	Koef	Unit	Unit Price (IDR)	Quantity (IDR)
Formwork Oil	0.2000	ltr	15,000	3,000
Volume Of Ingredients				3,000
Wages :				
The Workers	0.0070	Oh	125,000	875
The Carpenters	0.0760	Oh	135,000	10,260
The Captains	0.0080	Oh	140,000	1,120
The Men	0.0010	Oh	145,000	145
Number Of Workers	0.0070			12,400
Tools :				
PERI Lico	1.0000	m2	499,486	499,486
For 10 X Used				49,949
Quantity Of Equipment				49,949
Quantity Of Material + Workers+Tools				65,349
Rounded				65,340

Sumber: Hasil Pengolahan Data



Gambar 3. Presentase Penghematan Bekisting Kolom
Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dengan metode ini, biaya menjadi Rp 65.340 dan bekisting dapat dipakai hingga 10 kali. Hasil analisis pada Gambar 3 menunjukkan penghematan 64% (Rp 114.800) karena biaya lebih rendah dan umur pakai lebih panjang. Meski biaya awal Peri Lico lebih tinggi, penghematan jangka panjang tercapai dengan berkurangnya kebutuhan berulang dan penggantian bekisting.

Analisis Bekisting Balok Konvensional

Harga satuan pada Tabel 6 berasal dari analisis harga awal yang dilakukan untuk proyek pembangunan Gedung 10 Lantai, dengan biaya sebesar Rp 220.800, dan bekisting ini dapat digunakan sebanyak dua kali.

Table 6. Unit Price of Conventional Beam Formwork

Material	Koef	Unit	Unit Price (IDR)	Quantity (IDR)
Pinewood	0.048	m3	3,900,000	187,200
Nail	0.400	Kg	22,000	8,800
Formwork Oil	0.200	L	21,000	4,200
Plywood 9 Mm	0.350	Lbr	221,000	77,350
Volume Of Ingredients	0.998			277,550
For 2 X Used				138,775
Wages :				
The Workers	0.300	Oh	125,000	37,500
The Carpenters	0.150	Oh	135,000	20,250
The Captains	0.015	Oh	140,000	2,100
The Men	0.015	Oh	145,000	2,175
Number Of Workers	0.300			62,025
Tools :				
Scarfolding	1.000	Ls	20,000	20,000
Quantity Of Equipment				20,000
Quantity Of Material + Workers+Tools				220,800
Rounded				220,800

Sumber: RAB Proyek

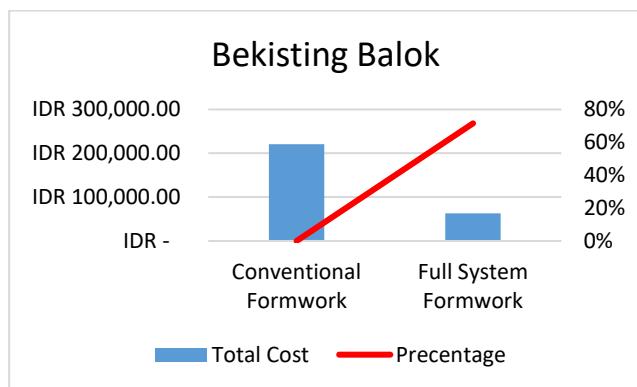
Analisis Bekisting Balok Full System

Pada bekisting *Full System* di Tabel 7, hanya material dari bekisting konvensional yang mengalami perubahan, yaitu yang awalnya menggunakan paku dan multipleks diganti dengan Peri Lico, sehingga menghasilkan biaya analisis sebesar Rp 62.770, dan bekisting ini dapat digunakan hingga 10 kali. Persentase penghematan yang diperoleh dari analisis di atas ditunjukkan pada Gambar 4.

Table 7. Unit Price of Full System Beam Formwork

Material	Koef	Unit	Unit Price (IDR)	Quantity (IDR)
Formwork Oil	0.2000	ltr	21,000	4,200
Volume Of Ingredients				4,200
For 10 X Used				420
Wages :				
The Workers	0.0070	Oh	125,000	875
The Carpenters	0.0760	Oh	135,000	10,260
The Captains	0.0080	Oh	140,000	1,120
The Men	0.0010	Oh	145,000	145
Number Of Workers	0.0070			12,400
Tools :				
PERI Lico	1.0000	m2	499,486	499,486
For 10 X Used				49,949
Quantity Of Equipment				49,949
Quantity Of Material + Workers+Tools				62,769
Rounded				62,770

Sumber: Hasil Pengolahan Data



Gambar 4. Presentase Penghematan Bekisting Balok

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari analisis di atas, persentase penghematan yang ditunjukkan pada Gambar 4 adalah sebesar 72%, yaitu sejumlah Rp 158.030. Penghematan ini sebagian besar disebabkan oleh umur pakai bekisting Peri Lico yang lebih panjang dan biaya analisis yang lebih rendah, sehingga mengurangi kebutuhan analisis berulang serta penggantian bekisting baru.

Perhitungan Waktu Pelaksanaan Bekisting

Dalam perencanaan pekerjaan kontruksi, waktu pelaksanaan pekerjaan harus direncanakan sebaik mungkin karena sangat mempengaruhi dalam hal memperkirakan biaya pekerjaan. Waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu pekerjaan ditentukan oleh besarnya volume pekerjaan suatu item pekerjaan dan juga tenaga kerja yang diperlukan untuk mengerjakannya. Dasar dalam perencanaan digunakan Analisa Harga Satuan seperti pada Tabel 8. Sampai Tabel 11.

Berikut Contoh Perhitungan Kolom Konvensional:

Volume (V) = 430
Jumlah Tenaga Kerja (N) (Asumsi) = 45 Orang
Koefesien Tenaga Kerja(K) = Untuk 1 m²
Pemasangan Bekisting Kolom 0,3 OH Pekerja

$$T = \frac{K \times V}{N}$$

$$T = \frac{0,3 \times 430}{45}$$

$$T = 2,86 \text{ (Hari)}$$

Dibulatkan = 3 hari

Tabel 8. Perhitungan Waktu Bekisting Kolom Konvensional

No. Lantai	Sat.	V	N	K	T	Waktu Pembulatan
1	m2	430.00	45	0.3	2.87	3.00
2	m2	362.80	45	0.3	2.42	3.00
3	m2	344.00	45	0.3	2.29	3.00
4	m2	344.00	45	0.3	2.29	3.00
5	m2	344.00	45	0.3	2.29	3.00
6	m2	344.00	45	0.3	2.29	3.00
7	m2	344.00	45	0.3	2.29	3.00
8	m2	344.00	45	0.3	2.29	3.00
9	m2	344.00	45	0.3	2.29	3.00
10	m2	61.94	45	0.3	0.41	1.00
Total						28.00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 9. Perhitungan Waktu Bekisting Balok Konvensional

No. Lantai	Sat.	V	N	K	T	Waktu Pembulatan
1	m2	565.53	45	0.3	3.77	4.00
2	m2	565.53	45	0.3	3.77	4.00
3	m2	565.53	45	0.3	3.77	4.00
4	m2	565.53	45	0.3	3.77	4.00
5	m2	565.53	45	0.3	3.77	4.00
6	m2	565.53	45	0.3	3.77	4.00
7	m2	565.53	45	0.3	3.77	4.00
8	m2	565.53	45	0.3	3.77	4.00
9	m2	539.83	45	0.3	3.60	4.00
Total						36.00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil total dari waktu pekerjaan bekisting kolom dan balok menggunakan bekisting konvensional adalah sebesar 28 dan 36 Hari.

Tabel 10. Perhitungan Waktu Bekisting Kolom Full Sistem

No. Lantai	Sat.	V	N	K	T	Waktu Pembulatan
1	m2	430.00	45	0.0070	0.07	1.00
2	m2	362.80	45	0.0070	0.06	1.00
3	m2	344.00	45	0.0070	0.05	1.00
4	m2	344.00	45	0.0070	0.05	1.00
5	m2	344.00	45	0.0070	0.05	1.00
6	m2	344.00	45	0.0070	0.05	1.00
7	m2	344.00	45	0.0070	0.05	1.00
8	m2	344.00	45	0.0070	0.05	1.00
9	m2	344.00	45	0.0070	0.05	1.00
10	m2	61.94	45	0.0070	0.01	1.00
Total						10.00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Tabel 11. Perhitungan Waktu Bekisting Balok Full Sistem

No. Lantai	Sat.	V	N	K	T	Waktu Pembulatan
1	m2	565.53	45	0.0070	0.09	1.00
2	m2	565.53	45	0.0070	0.09	1.00
3	m2	565.53	45	0.0070	0.09	1.00
4	m2	565.53	45	0.0070	0.09	1.00
5	m2	565.53	45	0.0070	0.09	1.00
6	m2	565.53	45	0.0070	0.09	1.00
7	m2	565.53	45	0.0070	0.09	1.00
8	m2	565.53	45	0.0070	0.09	1.00
9	m2	539.83	45	0.0070	0.08	1.00
Total						9.00

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Hasil total dari waktu pekerjaan bekisting kolom dan balok menggunakan bekisting Full Sistem adalah sebesar 10 dan 9 Hari.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari analisis di atas adalah bahwa bekisting *Full System* memberikan penghematan biaya dan waktu yang signifikan dibandingkan dengan bekisting konvensional pada semua jenis bekisting, yaitu kolom dan balok. Pada bekisting kolom, penggunaan *Full System* mampu menurunkan biaya sebesar 64%, dari Rp 180.140/m² menjadi Rp 65.340/m² dan dengan waktu pengerjaan 10 hari. Sementara itu, pada bekisting balok, penghematan mencapai 72%, menurunkan biaya dari Rp 220.800/m² menjadi Rp 62.770/m² dan dengan waktu pengerjaan 9 hari.

Meskipun terdapat biaya investasi awal yang lebih tinggi untuk bekisting *Full System*, namun Peri Lico dirancang dengan material baja berkualitas tinggi dan permukaan plywood berlapis khusus yang memberikan ketahanan aus jauh lebih baik dibandingkan sistem konvensional. Sistem penguncian dan konektornya yang presisi memastikan panel dapat dirakit dan dibongkar berkali-kali tanpa menurunkan kekokohan sambungan. Selain itu, desain modular dan mekanisme stripping yang mudah memungkinkan panel dilepas dan dipindahkan

dengan cepat tanpa risiko kerusakan pada bekisting. Kombinasi faktor-faktor ini menjadikan *reusability* hingga 10 kali sangat realistik, sehingga investasi awal yang lebih tinggi sepenuhnya terjustifikasi oleh efisiensi jangka panjang dalam penggunaan ulang dan penghematan biaya proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhiyan, P., Neeraj, S. D., & Kashiyani, B. K. (2007). Selection Criteria of Formwork by Users in Current Age In South Gujarat Region. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An ISO, 3297(6), 2319-8753. www.ijirset.com*
- Al-Ashwal, M. T., Abdullah, R., & Zakaria, R. (2017). Traditional formwork system sustainability performance: Experts' opinion. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 271(1). https://doi.org/10.1088/1757-899X/271/1/012108*
- Allam, A., Elbeltagi, E., Abouelsaad, M. N., & El Madawy, M. E. (2023). Selecting the optimal formwork system for horizontal elements. *Mansoura Engineering Journal, 48(2). https://doi.org/10.58491/2735-4202.3030*
- Baskova, R., Tazikova, A., Strukova, Z., Kozlovska, M., & Cabala, J. (2023). A Dynamic Model for Effective and Optimal Planning of Formwork in Construction Projects. *Buildings, 13(7). https://doi.org/10.3390/buildings13071794*
- D.V., M. L., Ayu K., S., Octaviani B., M., Abiarto N., W., & Yuliastuti, D. I. (2024). Cost Optimization of Formwork Using Value Engineering Techniques in Building Projects. *Journal of Advanced Industrial Technology and Application, 5(2), 70-79. https://doi.org/10.30880/jaita.2024.05.02.006*
- Das, R., Bhattacharya, I., & Saha, R. (2016). Comparative Study between Different Types of Formwork. *International Research Journal of Advanced Engineering and Science, 1(4), 173-175. https://irjaes.com/wp-content/uploads/2020/10/IRJAES-V1N4P210Y16.pdf*
- Lawdy, M. D. V., Arifi, E., Wijaya, M. N., Krisnawan, B., & Rochman, T. (2024). On the methodology of conventional and semi-system formwork project comparison. *MethodsX, 13(June), 102824. https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102824*
- Mansuri, D., Chakraborty, D., Elzarka, H., Deshpande, A., & Gronseth, T. (2017). Building Information Modeling enabled Cascading Formwork Management Tool. *Automation in Construction, 83(August), 259-272. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.016*
- Nilimaa, J., Gamil, Y., & Zhaka, V. (2023). Formwork Engineering for Sustainable Concrete Construction. *CivilEng, 4(4), 1098-1120. https://doi.org/10.3390/civileng4040060*
- Rosyidah, A., Sucita, I. K., Sukarno, P., Sari, S. R. P., & Sari, C. (2019). Bond Strength of Bar Using Grouting for Precast Concrete Connection. *Applied Research*

- on Civil Engineering and Environment (ARCEE),
1(01), 1–9.
<https://doi.org/10.32722/arcee.v1i01.2311>
- Samali, B., Nemati, S., Sharafi, P., Abtahi, M., & Aliabadizadeh, Y. (2018). An experimental study on the lateral pressure in foam-filled wall panels with pneumatic formwork. *Case Studies in Construction Materials*, 9.
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2018.e00203>
- Terzioglu, T., Polat, G., & Turkoglu, H. (2021). Analysis of formwork system selection criteria for building construction projects: A comparative study. *Buildings*, 11(12), 1–28.
<https://doi.org/10.3390/buildings11120618>
- Terzioglu, T., Polat, G., & Turkoglu, H. (2022). Formwork System Selection Criteria for Building Construction Projects: A Structural Equation Modelling Approach. *Buildings*, 12(2).
<https://doi.org/10.3390/buildings12020204>
- Vansya, M. L. D., Arifi, E., & Wijaya, M. N. (2024). The Effectiveness Of Using Column Formwork In A Multi-Story Building Construction Project. *Rekayasa Sipil*, 18(2), 165–171.
<https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2024.018.02.14>
- Wang, Q., Yang, D., & Chen, D. (2023). Study on the Mechanical Properties of MiC Formworks with Different Material Components. *Buildings*, 13(12).
<https://doi.org/10.3390/buildings13122977>