

Analisis Perbandingan Waktu Dan Biaya Bekisting Metode Konvensional Dengan Sistem *Table Formwork* Pada Pembangunan Gedung At-Taawun Universitas Muhammadiyah Surabaya

Novianti Dwi Rahayu¹, Mohamad Khoiri¹, Ragil Purnamasari¹

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya¹

Koresponden*, Email: novix7352@gmail.com

	Info Artikel	Abstract
Diajukan	03 Agustus 2024	<i>The At-Taawun Building, being constructed by Muhammadiyah University of Surabaya, is classified as a high-rise structure due to its 19 tower levels and 1 basement floor. The formwork for this project is based on the conventional formwork system. Research findings indicate that the multiplex use maximum cycle will impact the fabrication and dismantling process, resulting in a longer times for the conventional method compared to the other approaches. In contrast, the phenolic film cycle and the formwork table's module shape allow for faster construction and disassembly. Based on the results of the analysis, reveal that completing the task with the table formwork approach would take 130 days, compared to 155 days with conventional methods. According to calculations, the conventional methode's implementation total cost comes as much as IDR21.598.777.449,93, while the total cost of table formwork method is IDR22.610.784.905,70.</i>
Diperbaiki	04 Desember 2024	
Disetujui	07 Agustus 2025	

Keywords: *conventional, table formwork, time, cost, method, productivity*

Abstrak

Gedung At-Taawun Universitas Muhammadiyah Surabaya, diklasifikasikan sebagai struktur bertingkat tinggi yang terdiri dari 19 lantai tower dan 1 lantai basement Bekisting atau *formwork* yang digunakan sebagai acuan pada proyek ini adalah metode konvensional dengan *scaffolding* sebagai sistem perancahnya. Pada proyek akhir ini, lantai yang ditinjau adalah lantai 2 – 12. Berdasarkan hasil perencanaan, metode pelaksanaan untuk metode konvensional membutuhkan durasi yang lebih lama karena proses fabrikasi dan bongkaran berkaitan dengan siklus maksimal penggunaan multiplex, sedangkan proses fabrikasi dan pembongkaran *table formwork* dapat dilakukan dengan lebih cepat karena siklus penggunaan *phenolic film* serta bentuk modul *table*. Hasil dari pengolahan data didapatkan durasi pekerjaan dengan metode konvensional dapat diselesaikan dengan durasi 155 hari, sedangkan dengan metode *table formwork* pekerjaan dapat diselesaikan dengan durasi 130 hari. Ditinjau dari perhitungan rencana anggaran pelaksanaan (RAP) untuk metode konvensional adalah sebesar Rp21.598.777.449,93 sedangkan pada metode *table formwork* didapatkan total biaya sebesar Rp22.610.784.905,70.

Kata kunci: *konvensional, table formwork, waktu, biaya, metode, produktivitas.*

1. Pendahuluan

Metode kerja dan inovasi sangat penting dalam proses konstruksi proyek karena keterkaitannya dengan aspek *triple constraints* (waktu, biaya, dan mutu) sebagai praktik yang mewakili hubungan antara aktivitas kritis [1]. Metode kerja terdiri dari standar, pengujian, dan keilmuan untuk mencapai tujuan kualitas, waktu, dan biaya yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, metode kerja berdampak besar pada kemajuan dan efisiensi proyek. Karena itu, pemilihan metode kerja adalah langkah penting yang dapat menentukan jalannya proyek mulai dari tahap perencanaan hingga implementasi di lapangan.

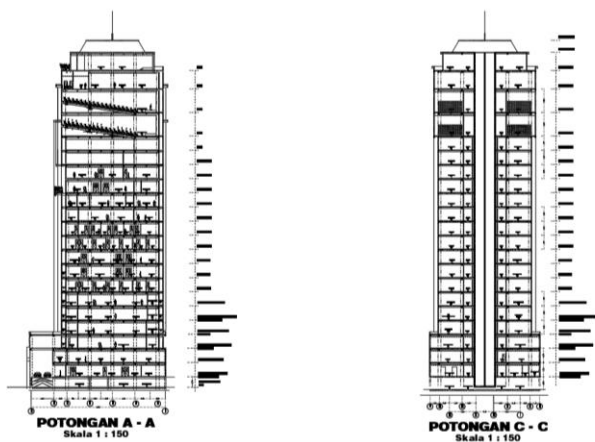
Pembesian, bekisting, dan pengecoran adalah item pekerjaan utama pada proses pekerjaan struktur gedung beton. biaya yang paling besar dikeluarkan pada pekerjaan proyek adalah pekerjaan bekisting, yaitu sebesar 40-60% biaya pengecoran beton dan 10% dari total biaya konstruksi [2]. Selain itu, bekisting mempengaruhi durasi konstruksi dan jumlah tenaga kerja yang akan digunakan selama prosesnya.

Pemilihan jenis *formwork* atau bekisting sangat penting untuk dipertimbangkan karena pemilihan metode kerja dan inovasi untuk pelaksanaan di lapangan dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti skala proyek, jenis struktur, dan efektivitas inovasi yang diterapkan.

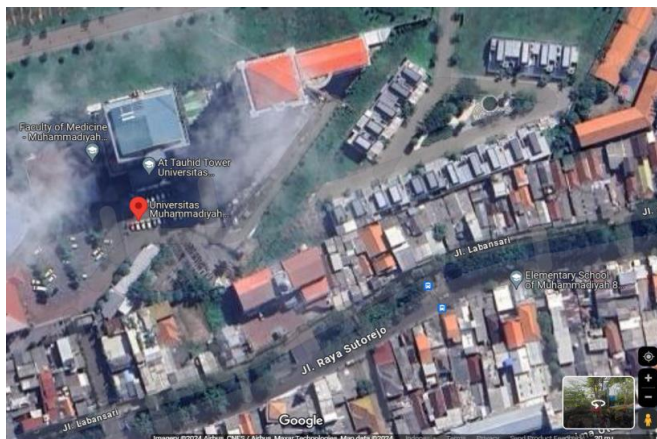
Selama periode Renaisans, bekisting kayu lebih umum digunakan daripada bekisting batu-batuan hingga abad ke-20, berbagai jenis bekisting menjadi penting dalam proses konstruksi dan dikembangkan secara masif [3]. *The Basilica* merupakan aula yang dibangun oleh peradaban Romawi dan merupakan salah satu bukti konstruksi awal adalah penggunaan bekisting atau *formwork* kayu dengan perancah selama proses konstruksi [4]. Seiring dengan semakin majunya teknologi dalam metode kerja, berbagai macam inovasi baik pada material maupun model bekisting juga banyak dikembangkan.

Proyek Pembangunan Gedung At-Taawun Universitas Muhammadiyah Surabaya yang ditunjukan oleh **Gambar 1**

dan Gambar 2, merupakan salah satu proyek *high rise building* yang menggunakan *formwork* metode konvensional dengan material multipleks yang memiliki keterbatasan pemakaian material 2-5 kali pakai[5]. Proyek ini dipilih sebagai objek utama penelitian karena kesesuaian dengan metode bekisting yang digunakan dengan rencana analisis untuk membandingkan aspek waktu serta biaya metode eksisting pada proyek tersebut dengan metode alternatif. Metode material pengganti *formwork* konvensional pada sistem bekisting maupun perancah memiliki berbagai jenis dengan penekanan berbeda, salah satunya adalah metode sistem *table formwork*.



Gambar 1. Potongan Struktur Gedung At-Taawun



Gambar 2. Lokasi Project Gedung At-Taawun

Dalam hal kualitas dan metode, sistem *table* menunjukkan efektivitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan metode konvensional [6]. Perbandingan pada beberapa aspek parameter bekisting konvensional dan bekisting sistem *formwork* ditunjukkan pada Tabel 1[6].

Tabel 1. Perbandingan Metode Konvensional dan Sistem Formwork

Parameter	Metode Konvensional	Sistem Formwork
Biaya per m ²	Rp744.645.024,00	Rp224.806.000,00
Durasi pemasangan/10 ²	4 hari	1 hari
Durabilitas	Rendah	Sedang
Hasil cor	Kasar	Rata-rata halus
Waste material	Tinggi	Sedang
Perencanaan	Tidak diperlukan	Diperlukan

Table formwork memiliki keunggulan bentuk modul atau panel-panel dan material bekisting berupa *phenolic film* sehingga *life cycle* atau siklus pakai pada bekisting dapat bertambah. Panel-panel di atas *table formwork* disupport oleh "nailer type", dengan setiap balok penyangga panel umumnya dibuat dari baja IWF sehingga memungkinkan pengaku di bawah panel untuk memasukkan *flens* baja. Rangka aluminium di bawah panel kemudian digunakan untuk menyangga bagian bawah *strip nailing* dan juga digunakan sebagai *bracing* untuk struktur dengan beban yang lebih berat dan bentang yang lebih panjang [7]. Komponen bagian atas atau rangka dari panel-panel *table formwork* selanjutnya ditumpu oleh *adjustable prop shoring* yang dapat memberikan ruang cukup bagi pekerja untuk melakukan pekerjaan *overlap*. Proses mobilisasi *table formwork* menggunakan alat bantu angkut *tower crane*. Proses ereksi dilakukan dengan mempertimbangkan posisi dan jarak antara empat atau lebih kolom atau dinding yang berdekatan. Setelah *table formwork* diposisikan, elevasi kaki *shoring* disesuaikan dan *filler* dipasang di atas kolom-kolom untuk menutupi ruang yang tersisa di antara *formwork* dan kolom. Selain itu, pembongkaran bekisting dipermudah dengan penggunaan *filer* ini.

Penelitian ini akan membandingkan metode bekisting dengan sistem konvensional dan *table formwork* dengan hasil yang diharapkan adalah perbandingan teknis antara metode kerja, serta aspek waktu dan biaya. Sedangkan batasan penelitian ini hanya berfokus pada penggunaan material berupa multipleks dengan *phenolic film* pada *table formwork* serta jenis sistem bekisting yang diterapkan.

Pada tujuan pustaka penelitian terdahulu berjudul Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Semi Konvensional Dengan Bekisting Sistem Table Form Pada Konstruksi Gedung Bertingkat, adalah untuk menentukan metode *formwork* yang tepat antara *low rise building* dan *high rise building* dengan metode matriks evaluasi. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada kedua tipe gedung, jika pertimbangan waktu yang lebih cepat dengan biaya yang

lebih besar maka *table formwork* dapat menjadi metode alternatif dengan mempertimbangkan bentuk serta tipe struktur[8].

Penelitian lain berjudul *Comparison Of System Methods (Table Form) With Semi Systems From Cost Aspects In The Apartment Meikarta Project*, bertujuan untuk mendapatkan perbandingan biaya pengaplikasian bekisting proyek *high rise building* pada *formwork semi sistem* dan *formwork system (table formwork)*. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa *table formwork* dapat mereduksi biaya hingga 25% dari metode konvensional [9].

Sehingga, berdasarkan ulasan pada penelitian terdahulu, maka posisi penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penggunaan bekisting metode *system table formwork* dengan mempertimbangkan total anggaran biaya dengan durasi waktu yang dapat dicapai berdasarkan produktivitas pekerja dengan penerapan metode tersebut.

2. Metode

Metode analisis pada penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan meliputi: perumusan masalah, pengumpulan data primer dan data sekunder, pengolahan data berdasarkan variabel data dan sumber-sumber yang digunakan dan penyusunan kesimpulan dari hasil analisis. Data-data primer dan sekunder yang akan digunakan pada penelitian ini diantaranya:

- Data Primer: Wawancara, observasi, dokumentasi proyek eksisting.
- Data Sekunder: Data gambar, buku referensi, brosur, standar peraturan dan SNI.

Lingkup pekerjaan yang akan ditinjau pada penelitian ini adalah pekerjaan struktur beton yang terdiri dari balok, pelat, kolom, *shearwall* dan tangga. Daftar cakupan kerja atau *work breakdown structure* disusun sebagai pendefinisian proyek yang lebih akurat dan lengkap dan dasar anggaran serta penjadwalan proyek [10]. Daftar *work breakdown structure* untuk masing-masing komponen struktur adalah:

- Pekerjaan Balok
 - Pekerjaan bekisting (Fabrikasi, pasang, bongkar)
 - Pekerjaan pembesian (Fabrikasi, pasang)
 - Pekerjaan cor beton
- Pekerjaan Pelat
 - Pekerjaan bekisting (Fabrikasi, pasang, bongkar)
 - Pekerjaan pembesian (Fabrikasi, pasang)
 - Pekerjaan cor beton
- Pekerjaan Kolom
 - Pekerjaan pembesian (Fabrikasi, pasang)
 - Pekerjaan bekisting (Fabrikasi, pasang, bongkar)
 - Pekerjaan cor beton

4. Pekerjaan *Shearwall*

- Pekerjaan pembesian (Fabrikasi, pasang)
- Pekerjaan bekisting (Fabrikasi, pasang, bongkar)
- Pekerjaan cor beton

5. Pekerjaan Tangga

- Pekerjaan bekisting (Fabrikasi, pasang, bongkar)
- Pekerjaan pembesian (Fabrikasi, pasang)
- Pekerjaan cor beton.

Setelah lingkup kerja ditentukan, selanjutnya volume-volume item pekerjaan dihitung berdasarkan gambar kerja atau *shop drawing*. Volume pekerjaan menjadi dasar untuk langkah analisis selanjutnya yaitu analisis produktivitas dan durasi, biaya dan terakhir adalah penjadwalan. Karena hal tersebut, perhitungan volume harus dihitung dengan akurat, perhitungan dapat menggunakan alat bantu *microsoft excel*.

Adapun perhitungan produktivitas, didasarkan pada volume dan koefisien pada HSPK Surabaya 2021 bersumber dari PERMEN PUPR No. 16 tahun 2016. Rumusan yang digunakan untuk menghitung produktivitas ditunjukkan pada **Rumus (1), (2) dan (3)**. Sedangkan analisis produktivitas pekerjaan *table formwork* berdasarkan hasil observasi yang penulis laksanakan di salah satu proyek yang menggunakan metode *table formwork* di daerah Surabaya Timur. Selain sebagai penentu nilai produktivitas, koefisien pada AHSP juga digunakan sebagai acuan untuk merencanakan konfigurasi tenaga kerja.

Rumus produktivitas pekerjaan bekisting [11], dapat dilihat pada Persamaan (1):

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Total Jam Kerja}}{\text{Jam Kerja Tiap } 10 \text{ m}^2} \quad (1)$$

Berdasarkan PERMEN PUPR No. 16 tahun 2016, perbandingan koefisien untuk pekerjaan bekisting dengan ditunjukkan pada **Tabel 2**. Sedangkan durasi produktivitas untuk pemasangan bekisting pada tiap komponen ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Koefisien Pekerjaan Bekisting

No.	Tenaga Kerja	Koefisien	Satuan
1.	Mandor	0,033	OH
2.	Tukang Kayu	0,33	OH
3.	Pembantu tukang	0,66	OH

Sumber: PERMEN PUPR No. 16 Tahun 2016

Tabel 3. Produktivitas Pemasangan Cetakan per 10 m²

Jenis Cetakan	Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ²			
	Menyetel	Memasang	Membongkar	Repair
Balok	6-10	3-4	2-5	
Pelat	3-8	2-4	2-4	
Kolom	4-8	2-4	2-4	2-5
Shearwall	5-9	3-5	2-5	
Tangga	6-12	4-8	3-5	

Sumber: PERMEN PUPR No. 16 Tahun 2016

Rumus produktivitas pekerjaan pembesian dapat dilihat pada Persamaan (2):

$$\text{Produktivitas} = \frac{1}{\text{Koefisien}} \times \text{Jumlah Pekerja} \times 100 \text{ Kg} \quad (2).$$

Berdasarkan PERMEN PUPR No. 8 tahun 2023, perbandingan koefisien untuk pekerjaan pembesian dengan alat bantu ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Koefisien Pekerjaan Pembesian

No.	Tenaga Kerja	Koefisien	Satuan
1.	Mandor	0,016	OH
2.	Tukang Besi	0,08	OH
3.	Pembantu tukang	0,16	OH
4.	Bar bender/cutter	0,004	Jam

Sumber: PERMEN PUPR No. 8 Tahun 2023

Rumus produktivitas pekerjaan pengecoran, dapat dilihat pada Persamaan (3):

$$\text{Produktivitas} = \frac{1}{\text{Koefisien}} \quad (3)$$

Berdasarkan PERMEN PUPR No. 8 tahun 2023, perbandingan koefisien untuk pekerjaan pengecoran dengan alat bantu ditunjukkan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Koefisien Pekerjaan Pengecoran

No.	Tenaga Kerja	Koefisien	Satuan
1.	Mandor	0,0035	OH
2.	Tukang Besi	0,35	OH
3.	Pembantu tukang	2,1	OH

Sumber: PERMEN PUPR No. 8 Tahun 2023

Pada pekerjaan pengecoran, produktivitas alat berupa *concrete bucket* untuk komponen kolom dan shearwall serta *concrete pump* untuk komponen pelat dan balok. Perhitungan produktivitas alat dengan mempertimbangkan waktu siklus dan kapasitas produksinya dapat dihitung seperti ditunjukkan pada Persamaan (4).

$$\text{Kapasitas produksi (Q)} = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \quad (4)$$

Keterangan:

V = Volume kapasitas (m³)

Fa = Faktor efisiensi alat

Ts = Waktu siklus

Adapun perhitungan produktivitas untuk *table formwork* berdasarkan hasil observasi selanjutnya akan diolah sehingga didapatkan nilai produktivitas pekerja/hari/m². Produktivitas yang telah dihitung kemudian digunakan untuk menghitung durasi dengan rumus yang ditunjukkan pada Persamaan (5).

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \quad (5)$$

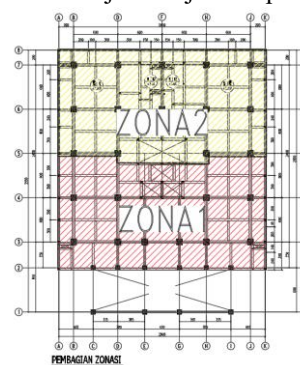
Durasi waktu penyelesaian proyek berpengaruh besar pada penambahan biaya proyek secara keseluruhan [12], karena perbandingan biaya dan durasi dalam luar kontrol. Pada umumnya, pelaksanaan manajemen proyek tergantung pada kriteria, konteks proyek pun berbeda-beda tergantung pada skala proyek tersebut [13].

Proyek dengan skala besar dan lebih mahal cenderung meningkatkan penggunaan praktik yang berfokus pada pengendalian waktu dan biaya yang lebih besar [1]. Karena pada proyek penelitian ini jenis biaya yang dihitung adalah anggaran pelaksanaan atau *direct cost* maka volume, jumlah alat, konfigurasi tenaga kerja, dan durasi saling mempengaruhi akibat keterkaitan antara waktu dan biaya cenderung menimbulkan perbedaan yang signifikan.

Karena adanya keterkaitan pada aspek waktu dan biaya, maka pada pelaksanaan proyek seluruh aktivitas disajikan dalam bentuk kurva S. Standar kinerja waktu mencakup seluruh tahapan pekerjaan proyek, serta durasi dan penggunaan sumber daya disampaikan dalam bentuk penjadwalan yang memuat informasi tentang indikator progres berdasarkan waktu [14].

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah peneliti menentukan *scope* pekerjaan dan dirangkum dalam bentuk *work breakdown structure* sebagaimana dijelaskan pada **Bab Metode**, volume tiap item pekerjaan dihitung. Selanjutnya, direncanakan metode untuk pelaksanaan dengan *zoning* atau pembagian zona pada lahan kerja untuk mempermudah proses penyusunan metode kerja. Rencana *zoning* lahan kerja ditunjukkan pada **Gambar 3**.



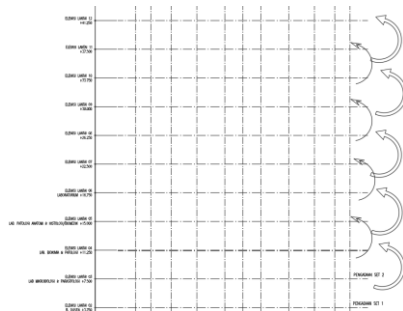
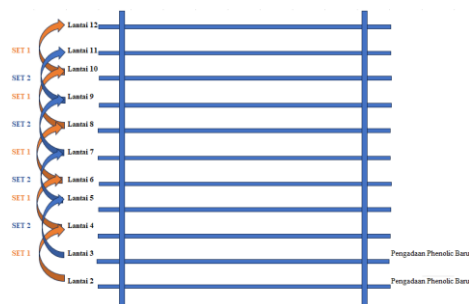
Gambar 3. Zoning Lahan Kerja

Bekisting metode konvensional menggunakan *scaffolding* sebagai perancahnya. Sedangkan pada metode *table formwork*, modul direncanakan *custom* karena ukuran standar pada dimensi pelat dan balok eksisting tidak tersedia untuk sewa sehingga menggunakan komponen alternatif, komponen *table formwork* ditunjukkan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Komponen Table Formwork

No.	Komponen	Keterangan
1.	Prop Support	Tinggi max. 3,5 m
2.	Baja CNP 200/20	Primary beam
3.	Hollow 80/40	Secondary beam
4.	Tabel Head	2 pcs/frame
5.	Jack Base	2 pcs/frame
No.	Komponen	Keterangan
6.	Standart	2 pcs/frame
7.	Ledger	2 pcs/frame

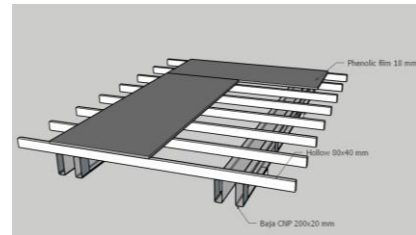
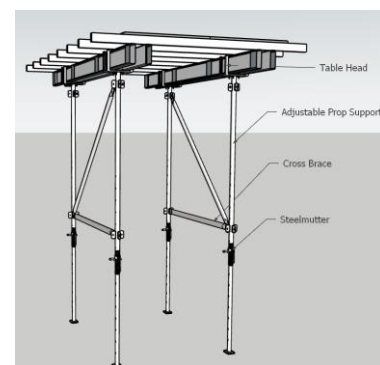
Skema pengadaan untuk masing-masing perancah dan bekisting pada kedua metode disusun. Skema pengadaan *scaffolding* untuk metode konvensional ditunjukkan pada **Gambar 4**. Skema pengadaan *table formwork* dan *phenolic film* ditunjukkan pada **Gambar 5**. Pada kedua metode, direncanakan sewa untuk 2 set sekaligus yang akan digunakan pada lantai 2 dan lantai 3.

**Gambar 4.** Skema Pengadaan Scaffolding**Gambar 5.** Skema Pengadaan Table Formwork

Floor cycle pada multipleks untuk metode konvensional direncanakan maksimal 3 kali pakai, sehingga pada lantai 8 dan 9, multipleks perlu diganti dan dilakukan pengadaan kembali. Pada metode *table formwork* yang menggunakan *phenolic film* 18 mm, *floor cycle* maksimum yang direncanakan adalah 6 kali pakai sehingga tidak ada pengadaan kembali.

Table formwork memiliki bentuk modul sehingga memiliki metode kerja berbeda dari metode konvensional. Pada *table formwork*, terdapat pekerjaan *pre-fabrikasi* dimana

pekerjaan fabrikasi modul dilakukan hanya pada lokasi sebelum dimobilisasi menuju lantai-lantai lahan kerja. Proses mobilisasi dibantu dengan *shifting trolley* serta *tower crane*. *Shifting trolley* juga digunakan sebagai alat bantu pembongkaran. Proses instalasi bekisting dengan metode *table formwork* hanya berupa penambahan *filler* sebagai pengisi ruang kosong di sisi pelat dan kolom. Proses pre-fabrikasi dan pembongkaran ditunjukkan pada **Gambar 6**, **Gambar 7**, **Gambar 8**.

**Gambar 6.** Pre-Fabrikasi Komponen Primary Beam Dan Hollow**Gambar 7.** Pre-Fabrikasi Table Formwork Dengan Prop Shoring**Gambar 8.** Pembongkaran Table Formwork Dengan Shifting Trolley.

Setelah dilakukan perencanaan metode pelaksanaan, volume dan konfigurasi pekerja dapat direncanakan sesuai perbandingan koefisien tiap item pekerjaan utama. Rekapitulasi volume untuk item pekerjaan bekisting ditunjukkan pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Rekapitulasi Volume Item Pekerjaan Bekisting

Komponen	Lantai	Volume	Sat.
Balok	2-3 Zona 1	300,24	m ²
	2-3 Zona 2	314,3	m ²
	4 Zona 1	316,66	m ²
	4 Zona 2	275,95	m ²
	5-12 Zona 1	180,56	m ²
	5-12 Zona 2	223,18	m ²
Pelat	2-3 Zona 1	310,64	m ²
Komponen	Lantai	Volume	Sat.
Kolom	2-3 Zona 2	301,86	m ²
	4 Zona 1	369,3	m ²
	4 Zona 2	342	m ²
	5-12 Zona 1	270,66	m ²
	5-12 Zona 2	257,87	m ²
	2-3 Zona 1	309,9	m ²
	2-3 Zona 2	307,5	m ²
	4 Zona 1	309,9	m ²
	4 Zona 2	307,5	m ²
	5-12 Zona 1	194,7	m ²
	5-12 Zona 2	465	m ²
Shearwall	2-12 Zona 1	389,29	m ²
Tangga	2-12 Zona 2	40,17	m ²

Volume kebutuhan *table formwork* dihitung berdasarkan perencanaan dengan *custom* 3 tipe berdimensi berbeda untuk masing-masing *table* balok dan pelat, volume ditunjukkan pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Volume Kebutuhan *Table Formwork*

Kode	Tipe	Jumlah	Dimensi (cm)
TF 1	Table Balok A	72 set	488 x 80
TF 2	Table Balok B	76 set	244 x 80
TF 3	Table Balok C	46 set	180 x 80
T1	Table Pelat 1	12 set	300 x 240
T2	Table Pelat 2	84 set	230 x 211
T3	Table Pelat 3	120 set	200 x 150

Perhitungan produktivitas direncanakan jam kerja efektif 7 jam dengan 6 hari kerja tiap minggu. Setelah volume tiap pekerjaan diidentifikasi, produktivitas dihitung. Berdasarkan koefisien **Tabel 2**, **Tabel 4**, **Tabel 5**, didapatkan perbandingan pekerja 1:2 untuk pekerjaan bekisting, 1:2 untuk pekerjaan pembesian dan 1:6 untuk pekerjaan pengecoran.

Contoh analisis produktivitas pekerjaan bekisting dengan perencanaan jumlah tenaga kerja fabrikasi dan install adalah 1 mandor, 6 tukang dan 12 pembantu tukang. Sedangkan jumlah tenaga kerja pekerjaan bongkaran terdiri dari 1 mandor dan 9

pembantu tukang. Sesuai **Rumus 1**, didapatkan produktivitas total yang ditunjukkan pada **Tabel 9**.

Tabel 9. Produktivitas Total Pekerjaan Bekisting

No.	Sub Pekerjaan	Produktivitas	Satuan
1.	Menyetel	166,25	m ² /jam
2.	Memasang	380	m ² /jam
3.	Membongkar dan Membersihkan	200	m ² /jam
4	Repair	200	m ² /jam

Produktivitas *table formwork* didapatkan dari hasil observasi. Pengamatan terdiri dari pekerjaan pemasangan, pre-fabrikasi (pemasangan manual) dan pembongkaran. Hasil pengamatan produktivitas ditunjukkan pada **Tabel 12**.

Untuk mengetahui produktivitas dari masing-masing sub-item pekerjaan *table formwork*, dilakukan observasi selama 5 hari pada tanggal 16 Desember 2023 – 20 Desember 2023 pada proyek pembangunan EastCoast Centre Phase 2 Pakuwon City, Tower Bella dengan rincian kegiatan:

- Observasi pemasangan *table formwork*
- Observasi pembongkaran *table formwork*
- Observasi pemasangan dan pembongkaran perimeter dan *setting* manual. Sebelum pengamatan dimulai, penulis melakukan observasi terhadap metode pelaksanaan kerja, *zoning* lahan kerja dan bagian-bagian dari *table formwork*. Hasil pengamatan produktivitas *table formwork* ditunjukkan pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Produktivitas *Table Formwork*

Sub Pekerjaan	Produktivitas (m ² /OJ)	Keterangan
Pasang Table Balok	2,7	4 pekerja
Pasang Table Pelat	3,98	4 pekerja
Pasang Perimeter	2,88	2 pekerja
Bongkar Table Balok	2,46	5 pekerja
Bongkar Table Pelat	4,82	5 pekerja
Bongkar Perimeter	7,52	4 pekerja
Bongkar Manual	30,98	4 pekerja

Dengan jumlah pekerja 4 orang, maka produktivitas per m²/orang untuk bongkaran adalah 7,52 m²/jam/orang. Sedangkan produktivitas bongkaran pelat manual didapatkan 30,97 m²/jam/orang.

Adapun perhitungan biaya dapat dihitung setelah mendapatkan durasi dari hasil pembagian antara volume item pekerjaan dengan produktivitas. Upah pekerja, harga material dan sewa alat bersumber dari Lampiran II Keputusan Walikota Surabaya Nomor: 188.45/248/436.1.2/2021 dan brosur-brosur terkait. Biaya pengadaan perancah konvensional untuk 2 set didapatkan harga Rp.51.585,22 untuk perancah

balok dan Rp27.221,59 untuk perancah pelat. Biaya *table formwork* menggunakan sistem *buyback* dengan pembelian seharga 75% dari harga normal dan ditambahkan dengan biaya transportasi yang terdiri dari sewa 3 unit *flatbed truck* beserta pengemudi dengan estimasi 2 hari perjalanan pulang-pergi Jakarta-Surabaya. Sehingga didapatkan biaya pengadaan per m² untuk *table formwork* balok adalah Rp455.078,00 dan biaya pengadaan per m² untuk *table formwork* pelat adalah Rp92.565,00.

Pekerjaan Bekisting Konvensional

Upah Tenaga Fabrikasi

Mandor	= 1 x Rp142.600,00 x 2 hari = Rp285.200,00
Tukang kayu	= 6 x Rp142.600,00 x 2 hari = Rp1.704.000,00
Pembantu tukang	= 12 x Rp141.400,00 x 2 hari = Rp3.393.600,00

Upah Tenaga Pasang

Mandor	= 1 orang x Rp142.600,00 x 1 hari = Rp142.600,00
Tukang kayu	= 6 orang x Rp142.600,00 x 1 hari = Rp852.000,00
Pembantu tukang	= 12 orang x Rp141.400,00 x 1 hari = Rp1.696.800,00

Upah Tenaga Bongkar

Mandor	= 1 orang x Rp142.600,00 x 4 hari = Rp570.400,00
Pembantu tukang	= 9 orang x Rp141.400,00 x 4 hari = Rp5.090.400,00

Harga Material

Kayu balok 6/12	= 199 batang x Rp50.030,27 = Rp9.956.023,73
Kayu balok 5/7	= 106,23 batang x Rp50.030,27 = Rp5.314.844,62
Paku usuk 2"-5"	= 38,95 kg x Rp17.535,00 = Rp682.965,45
Minyak bekisting	= 94-liter x Rp9.870,00 = Rp927.780,00
Multiplek	= 141 lembar x Rp49.295,00 = Rp6.950.595,00

Sewa Alat

Perancah	= Rp51.585,22 x 344,74 m ² = Rp17.783.384,68
----------	--

Pekerjaan Bekisting Table Formwork

Upah Tenaga Fabrikasi

Mandor	= 1 orang x Rp175.000,00 x 1 hari = Rp175.000,00
Tukang kayu	= 4 orang x Rp142.600,00 x 1 hari = Rp568.000,00
Pembantu tukang	= 12 orang x Rp141.400,00 x 1 hari = Rp1.696.800,00

Upah Tenaga Pasang

Mandor	= 1 orang x Rp175.000,00 x 1 hari = Rp175.000,00
Tukang kayu	= 4 orang x Rp142.600,00 x 1 hari = Rp568.000,00
Pembantu tukang	= 12 orang x Rp141.400,00 x 1 hari = Rp1.696.800,00

Upah Tenaga Bongkar

Mandor	= 1 orang x Rp175.000,00 x 2 hari = Rp350.000,00
Pembantu tukang	= 8 orang x Rp141.400,00 x 2 hari = Rp2.262.400,00

Harga Material

Phenolic film 18 mm	= 141 lbr x Rp296.263,30 = Rp3.702.239,98
Hollow galvanish	= 113 batang x Rp177.187,50 = Rp1.000.605,40
Paku usuk 2"-5"	= 142,86 kg x Rp17.535,00 = Rp2.504.965,45
Minyak bekisting	= 57,84-liter x Rp9.870,00 = Rp570.780,00

Sewa Alat

Table Formwork	= Rp466.990,9 x 344,74 m ² = Rp164.878.976,68
----------------	---

Analisis produktivitas untuk tinjauan pekerjaan pembesian balok dengan perencanaan jumlah tenaga kerja adalah 1 mandor, 5 tukang besi dan 10 pembantu tukang untuk fabrikasi dan komposisi yang sama untuk pemasangan sesuai Persamaan (2). didapatkan nilai produktivitas total adalah 18750 Kg/jam. Perhitungan produktivitas pada pekerjaan pembesian juga berkaitan dengan produktivitas *bar bender* dan *bar cutter* sebagai alat bantu, sehingga produktivitas pada pembesian akan terdiri dari nilai produktivitas pekerja dan alat. Produktivitas total alat dengan perencanaan penggunaan 3 *bar bender* dan 3 *bar cutter* adalah 10.500 kg/jam/hari. Durasi dihitung setelah nilai produktivitas didapatkan dan perhitungan biaya berdasarkan volume dan harga didapatkan total biaya pembesian adalah Rp10.605.655.888,32.

Pada produktivitas pekerjaan pengecoran, direncanakan jumlah tenaga kerja adalah 1 mandor, 1 tukang batu dan 6 pembantu tukang. Pekerjaan pengecoran bergantung pada kapasitas produksi alat karena memiliki produktivitas terbesar. Pada pekerjaan balok, pengecoran direncanakan dengan alat bantu *concrete pump* berkapasitas 50 m³/jam, sehingga sesuai Persamaan (4). didapatkan nilai produktivitas total adalah 79 m³/jam. Durasi dihitung setelah memperoleh nilai produktivitas dan total biaya pengecoran didapatkan total sebesar Rp4.193.392.643,13. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya [8], hasil analisis ini menunjukkan

bahwa *table formwork* membutuhkan biaya yang lebih besar daripada bekisting konvensional.

Kurva S merupakan grafik yang menampilkan jumlah kumulatif aktivitas-aktivitas proyek dan berfungsi sebagai visualisasi progres pelaksanaan pekerjaan. Berdasarkan analisis, kurva S menunjukkan total durasi 149 hari untuk metode bekisting konvensional, sedangkan kurva S metode *table formwork* menunjukkan total durasi 133 hari. Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu [15] dimana pekerjaan dengan bekisting *table formwork* dapat mereduksi durasi pelaksanaan proyek.

4. Simpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Metode pekerjaan fabrikasi bekisting konvensional memerlukan waktu yang lebih banyak karena keterbatasan *life cycle* multipleks seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Sedangkan pada fabrikasi *table formwork* dengan *phenolic film* hanya dilakukan ketika proses perakitan, pemasangan *filler* dan proses *setting table formwork* termasuk pada pekerjaan *install* dan memerlukan waktu yang lebih sedikit daripada metode pelaksanaan bekisting konvensional.
2. Durasi pelaksanaan metode konvensional adalah 155 hari, sedangkan durasi pada metode *table formwork* adalah 130 hari.
3. RAB total pekerjaan dengan metode konvensional adalah Rp19.458.358.063,00. Sedangkan RAB total dengan metode *table formwork* adalah Rp20.370.076.491,62 dimana biaya metode ini lebih mahal 4,5% dari metode konvensional.

Daftar Pustaka

- [1] J. Pollack, J. Helm, And D. Adler, 'What Is the Iron Triangle, And How Has It Changed?', *International Journal of Managing Projects In Business*, Vol. 11, No. 2, Pp. 527–547, 2018, Doi: 10.1108/Ijmpb-09-2017-0107.
- [2] F. Abdullah *Et Al.*, 'Perencanaan Bekisting Knock Down Dengan Kombinasi Sistem Table Form Proyek Rumah Susun Cakung Barat', *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi Polinema*, Vol. 3, No. 1, Pp. 129–134, 2022.
- [3] W. Li, X. Lin, D. W. Bao, And Y. Min Xie, 'A Review of Formwork Systems for Modern Concrete Construction', Apr. 01, 2022, *Elsevier Ltd*. Doi: 10.1016/J.Istruc.2022.01.089
- [4] M. Strickland, 'Tigerprints Roman Building Materials, Construction Methods, And Architecture: The Identity of An Empire', South Carolina, Aug. 2010.
- [5] F. Putra, A. Andreas, And N. Plamonia, 'Analisis Biaya, Mutu, Waktu Pada Bekisting Multipleks Dengan Phenolic Untuk Pekerjaan Kolom Dan Balok Studi Kasus Proyek Rumah Kost Palmerah', *Jurnal Artesis*, Vol. 2, No. 2, Pp. 153–161.
- [6] M. S. Gaddam and A. Achuthan, 'A Comparative Study on Newly Emerging Type Of Formwork Systems With Conventional Type Of Form Work Systems', In *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, Jan. 2020, Pp. 736–740. Doi: 10.1016/J.Matpr.2020.06.090.
- [7] Awad S. Hanna, 'Concrete Formwork System'
- [8] Y. Saraswati and R. Indryani, 'Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Semi Konvensional Dengan Bekisting Sistem Table Form Pada Konstruksi Gedung Bertingkat', *Jurnal Teknik ITS*, Vol. 1, No. September, Pp. 67–71, 2012.
- [9] Anjas and Komarul, 'Comparison of System Methods (Table Form) With Semi Systems From Cost Aspects In The Apartment Meikarta Project', *International Journal of Integrated Education, Engineering Business*, Vol. 3, Pp. 126–132, 2020.
- [10] A. Husen, *Manajemen Proyek*, 2nd Ed., Vol. 2. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2009
- [11] S. Sastraatmadja, *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Penerbit Nova, 1984
- [12] Y. A. Messah, L. H. P. Lona, and D. A. T. Sina, 'Pengendalian Waktu Dan Biaya Pekerjaan Konstruksi Sebagai Dampak Dari Perubahan Desain', 2013.
- [13] C. Besner and B. Hobbs, 'The Perceived Value and Potential Contribution of Project Management Practices to Project Success', 2006.
- [14] A. Husen, *Manajemen Proyek Konstruksi 2011*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2011.
- [15] A. Raby, I. Widiyanti, And A. Neolaka, 'Perbandingan Waktu Pelaksanaan Antara Bekisting Sistem (Table Formwork) Dengan Bekisting Setengah Sistem (Scaffolding) Pada Pelat Struktur Gedung', *Jurnal Menara Jurusan Teknik Sipil FT.UNJ*, Vol. 4, No. Juli, 2009.