

PERENCANAAN BEKISTING SEMI SISTEM KOMBINASI TABLE FORM PROYEK GEDUNG FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Maulidan Fatchurrohman^{1,*}, Indah Ria Riskiyah², Agus Sugiarto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi¹, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

maulidanfatchurrohman@gmail.com¹ indahria@polinema.ac.id² agussugiarto1030@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Bekisting adalah cetakan sementara yang dibuat sesuai kebutuhan untuk menahan beban pada beton sampai beton tersebut dapat menahan beban sendiri. Pada kondisi eksisting pekerjaan bekisting menggunakan jenis bekisting sistem yang dibutuhkan biaya besar untuk melakukannya. Sehingga, rencana baru perlu dibuat dengan menggunakan jenis bekisting semi sistem. Rumusan masalah dari perencanaan ini meliputi desain bekisting, perhitungan struktur, strategi dan metode pelaksanaan, waktu, serta biaya. Perencanaan bekisting mencakup perhitungan desain bekisting, kekuatan struktur, strategi dan metode pelaksanaan, waktu, serta biaya. Dalam pembuatan desain bekisting dan pemodelan menggunakan *software Autodesk Autocad* dan *Sketchup*, dalam analisis kekuatan struktur bekisting menggunakan *Microsoft Excel* dan *Robot Structural Analysis Professional (RSAP)*, penyusunan penjadwalan menggunakan *Microsoft Project*, dan perhitungan biaya menggunakan *Microsoft Excel*. Data yang dibutuhkan yaitu rencana kerja dan syarat (RKS), gambar kerja, harga satuan pokok kegiatan (HSPK) Kota Malang Tahun 2022, dan analisis harga satuan pekerjaan PUPR Tahun 2022. Untuk strategi pelaksanaan menggunakan sistem zonasi. Kesimpulan dari perencanaan ini adalah penggunaan bahan *phenolic* dan *hollow*. Untuk menghitung kekuatan bekisting, desain yang aman digunakan terhadap nilai yang diizinkan. Besar biaya diperlukan sebesar Rp. 14.438.740.681,52 dan waktu yang dibutuhkan selama 201 hari.

Kata kunci : Bekisting; Semi Sistem; *Table Form*; Penjadwalan; RAB

ABSTRACT

Formwork is a temporary mold that is made as needed to withstand the load on the concrete until the concrete can withstand its own load. In the existing condition, the formwork uses a type of system formwork that requires a large amount of money to do so. So, a new plan needs to be made using a semi-system formwork type. The problem formulation of this plan includes formwork design, structural calculation, implementation strategy and method, time, and cost. Formwork planning includes calculations of formwork design, structural strength, implementation strategies and methods, time, and cost. In making formwork design and modeling using Autodesk Autocad and Sketchup software, in analyzing the strength of the formwork structure using Microsoft Excel and Robot Structural Analysis Professional (RSAP), scheduling using Microsoft Project, and calculating costs using Microsoft Excel. The data needed are work plans and requirements (RKS), working drawings, basic unit price of activities (HSPK) for Malang City in 2022, and analysis of unit prices for PUPR work in 2022. For the implementation strategy using a zoning system. The conclusion of this planning is the use of phenolic and hollow materials. To calculate the formwork strength, a safe design is used against the allowable value. The cost required is Rp. 14,438,740,681.52 and the time required is 201 days.

Keywords : *Formwork*; *Semi System*; *Table Form*; *Scheduling*; RAB

1. PENDAHULUAN

Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Malang merupakan salah satu proyek pembangunan gedung perkuliahan di kota Malang. Lahan proyek ini seluas 3000 m² dan bangunan seluas 16.380 m² dengan 8 lantai.

Pada pekerjaan struktur beton dalam suatu bangunan ada tiga pekerjaan wajib yang perlu direncanakan secara cermat karena berpengaruh pada berhasilnya proyek konstruksi. Ketiga pekerjaan tersebut adalah pekerjaan pengecoran, pekerjaan pembesian dan pekerjaan bekisting. Diantara ketiga pekerjaan tersebut, pekerjaan bekisting membutuhkan biaya paling mahal yaitu antara 40%-60% dari biaya pekerjaan beton atau sekitar 10% dari biaya total konstruksi gedung (Hanna dalam Pratama dkk, 2017).

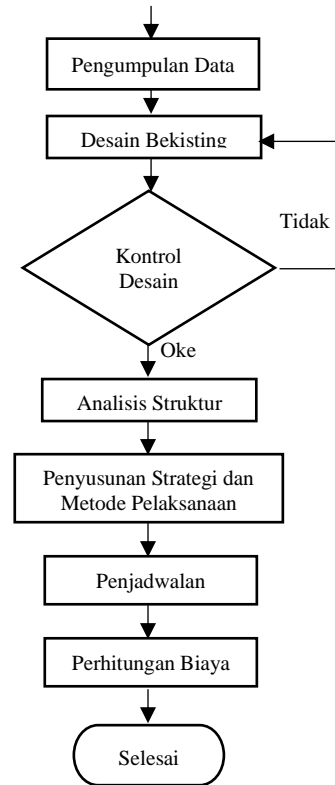
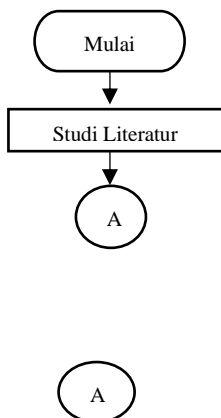
Pada kondisi eksisting pekerjaan bekisting menggunakan jenis bekisting sistem. Kelebihan bekisting sistem dapat dilakukan dengan cepat tanpa membutuhkan waktu pekerjaan yang lama. Tetapi dalam pelaksanaannya jenis bekisting sistem membutuhkan biaya yang cukup besar.

Bekisting semi sistem merupakan bekisting yang dibuat dari material plat baja dan besi *hollow*. Kelebihan bekisting semi sistem adalah dapat mengurangi kegagalan pengecoran dan membantu beton tetap bentuknya selama pengecoran. Dalam pelaksanaannya jenis bekisting ini cenderung lebih ekonomis karena memanfaatkan bahan yang dapat digunakan kembali seperti baja atau multipleks, sehingga dapat mengurangi biaya material. Selain itu juga menggunakan sistem *table form* yang bisa mempercepat pelaksanaan pekerjaan bekisting.

Tujuan dari pembahasan ini termasuk:

1. Membuat desain bekisting semi sistem menggunakan *table form* yang akan digunakan.
2. Mengetahui perkuatan struktur untuk masing-masing jenis bekisting kolom, balok, dan plat.
3. Menyusun strategi dan metode pelaksanaan bekisting semi sistem menggunakan *table form* yang akan digunakan.
4. Mengetahui durasi pekerjaan dan biaya untuk penggunaan bekisting semi sistem menggunakan *table form*.

2. METODE



Gambar 1 Flowchart Perencanaan

Data yang dibutuhkan berupa data sekunder yang meliputi gambar kerja, RKS, HSPK Kota Malang Tahun 2022, dan analisis harga satuan pekerjaan PUPR Tahun 2022.

Berikut merupakan proses analisis bekisting:

1. Melakukan pengolahan data untuk menentukan jenis pekerjaan pada kolom, balok, dan plat.
2. Membuat desain rencana bekisting semi sistem.
3. Menghitung kekuatan struktur bekisting.
4. Menyusun strategi dan metode untuk menyelesaikan pekerjaan bekisting.
5. Menentukan waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan bekisting.

2.1 Perhitungan Tegangan

Rumus perhitungan tegangan menggunakan **Persamaan 1.**

$$\sigma_{lt} = \frac{M}{W} \tag{1}$$

dimana:

- σ_{lt} = Tegangan lentur izin (kg/m²)
- M = Momen lentur (kgm)
- W = Momen lawan (m³)

2.2 Perhitungan Momen Lentur

Rumus perhitungan momen lentur menggunakan **Persamaan 2 dan Persamaan 3.**

1. Untuk 2 perletakan

$$M_x = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 \quad (2)$$

2. Untuk 4 perletakan

$$M_x = \frac{1}{10} \cdot q \cdot l^2 \quad (3)$$

dimana:

q = Beban merata (kg/m)

l = Panjang bentang (m)

Rumus perhitungan momen lawan menggunakan

Persamaan 4.

$$W_x = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 \quad (4)$$

dimana:

b = Lebar penampang (m)

h = Tinggi penampang (m)

2.3 Perhitungan Lendutan

Rumus perhitungan lendutan menggunakan

Persamaan 5 dan Persamaan 6.

1. Untuk perletakan diatas 2 tumpuan

$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot l^2}{384 \cdot E \cdot I} \quad (5)$$

2. Untuk perletakan diatas 3 tumpuan atau lebih

$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot l^2}{128 \cdot E \cdot I} \quad (6)$$

dimana:

q = Beban merata (kg/m)

l = Panjang penampang (m)

E = Modulus elastisitas (kg/m²)

I = Momen inersia

Lendutan tidak boleh melebihi batas yang diizinkan.

Berikut ini adalah batas yang biasa digunakan untuk lendutan izin:

1. $\delta_{maks} \leq \frac{1}{300} L$, untuk balok yang digunakan pada konstruksi terlindungi.
2. $\delta_{maks} \leq \frac{1}{400} L$, untuk balok yang digunakan pada konstruksi tidak terlindungi.
3. $\delta_{maks} \leq \frac{1}{200} L$, untuk balok yang digunakan pada konstruksi kuda-kuda.
4. $\delta_{maks} \leq \frac{1}{500} L$, untuk konstruksi rangka batang yang terlindungi.
5. $\delta_{maks} \leq \frac{1}{500} L$, untuk konstruksi rangka batang yang tidak terlindungi.

2.4 Penjadwalan

Penjadwalan proyek adalah komponen hasil perencanaan yang dapat memberikan informasi tentang jadwal dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya, termasuk biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material, serta durasi dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikannya. Penjadwalan atau *scheduling* adalah pengalokasian jumlah

waktu yang ada untuk menyelesaikan setiap pekerjaan yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek hingga mencapai hasil yang optimal dengan mempertimbangkan batas-batas yang ada (Husen, 2009).

2.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

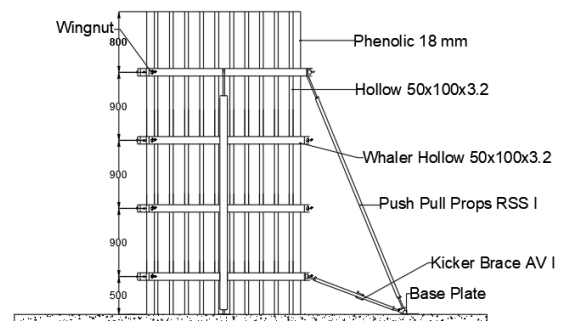
Rencana Anggaran Biaya (RAB) dibuat berdasarkan gambar rencana kerja, daftar harga bahan, daftar upah, dan daftar susunan rencana anggaran biaya. Pengertian RAB adalah menghitung jumlah uang yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Rumus perhitungan RAB menggunakan **Persamaan 7.**

$$RAB = \text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan} \quad (7)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Bekisting Kolom

1. Rencana Bekisting Kolom pada **Gambar 1.**



Gambar 1. Rencana Bekisting Kolom

2. Analisis Bekisting Kolom

a. Analisis terhadap *Phenolic* 18 mm

$$I_x = \frac{1}{12} b t^3 = 48,6 \text{ cm}^4$$

$$W_x = \frac{1}{6} b t^2 = 54 \text{ cm}^3$$

Direncanakan Jarak antar hollow 30 cm

$$\begin{aligned} \text{Tegangan izin} &= 100 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan terjadi} &= 68,51 \text{ kg/cm}^2 \\ &\leq 100 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lendutan izin} &= 0,08 \text{ cm} \\ \text{Lendutan terjadi} &= 0,071 \text{ cm} \\ &\leq 0,08 \text{ cm} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

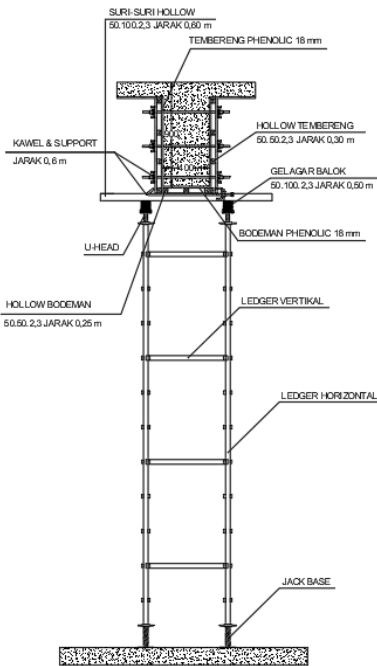
b. Analisis terhadap *hollow* 50 x 100 x 3,2 mm

$$\begin{aligned} \text{Tinjauan terhadap } W_1 - W_2 \text{ 0,5 m} \\ \text{Tegangan izin} &= 1600 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Tegangan terjadi} &= 1327,734 \text{ kg/cm}^2 \\ &\leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lendutan izin} &= 0,208 \text{ cm} \\ \text{Lendutan terjadi} &= 0,079 \text{ cm} \\ &\leq 0,208 \text{ cm} \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

3.2 Desain Bekisting Balok

1. Rencana Bekisting Balok pada **Gambar 2.**



Gambar 2. Rencana Bekisting Balok

2. Analisis Bekisting Balok

a. Analisis terhadap Phenolic 18 mm (Bottom Balok)

$$I_x = 1/12 bt^3 = 48,6 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 1/6 bt^2 = 54 \text{ cm}^3$$

Direncanakan Jarak antar hollow 25 cm
 Tegangan izin = 100 kg/cm²
 Tegangan terjadi = 47,92 kg/cm²
 = ≤ 100 kg/cm² (OK)
 Lendutan izin = 0,06 cm
 Lendutan terjadi = 0,035 cm
 ≤ 0,06 cm (OK)

b. Analisis terhadap Phenolic 18 mm (Tembereng)

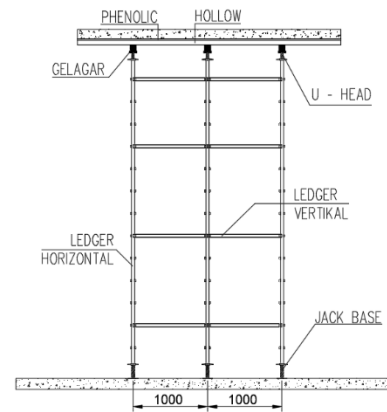
$$I_x = 1/12 bt^3 = 48,6 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 1/6 bt^2 = 54 \text{ cm}^3$$

Direncanakan Jarak antar hollow 30 cm
 Tegangan izin = 100 kg/cm²
 Tegangan terjadi = 50,392 kg/cm²
 = ≤ 100 kg/cm² (OK)
 Lendutan izin = 0,08 cm
 Lendutan terjadi = 0,052 cm
 = ≤ 0,08 cm (OK)

3.3 Desain Bekisting Plat

1. Rencana Bekisting Plat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rencana Bekisting Plat

2. Analisis Bekisting Plat

a. Analisis terhadap Phenolic 18 mm

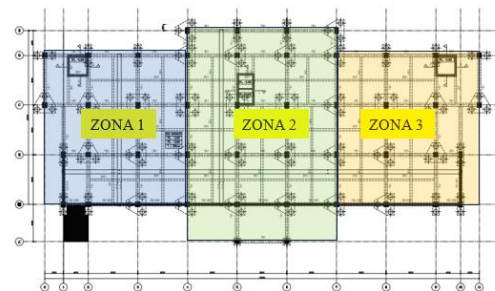
$$I_x = 1/12 bt^3 = 48,6 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 1/6 bt^2 = 54 \text{ cm}^3$$

Direncanakan Jarak antar hollow 40 cm
 Tegangan izin = 100 kg/cm²
 Tegangan terjadi = 44,94 kg/cm²
 = ≤ 100 kg/cm² (OK)
 Lendutan izin = 0,1 cm
 Lendutan terjadi = 0,083 cm
 = ≤ 0,1 cm (OK)

3.4 Strategi Pelaksanaan

Pekerjaan bekisting direncanakan dengan membaginya menjadi tiga zona. Pembagian zona dilakukan untuk mempermudah pengawasan dan pengerjaan di lapangan. Contoh pembagian zona seperti pada Gambar 4.



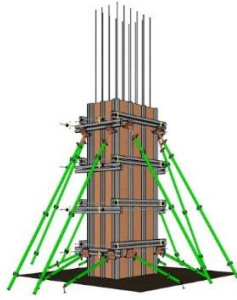
Gambar 4. Pembagian Zona Pekerjaan Bekisting

3.5 Metode Pelaksanaan

Pekerjaan bekisting pada kolom, balok, dan plat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

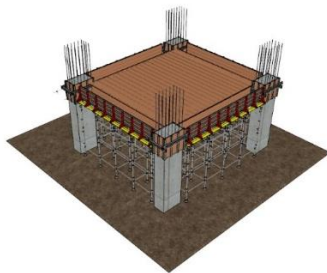
1. Bekisting Kolom

Pekerjaan bekisting kolom mencakup pembuatan bekisting, pemasangan, pengecoran, dan pembongkaran.



Gambar 5. Visualisasi Bekisting Kolom

2. Bekisting Balok dan Plat
Pekerjaan bekisting balok dan plat mencakup pembuatan bekisting, pemasangan, penulangan, pengecoran, dan pembongkaran.



Gambar 6. Visualisasi Pekerjaan Bekisting Balok dan Plat

3.6 Volume Pekerjaan Bekisting

Menghitung volume pekerjaan bekisting membantu menyusun jadwal kerja yang efisien dan menghitung biaya yang diperlukan. Berikut contoh perhitungan volume bekisting kolom K-2:

$$\begin{aligned} \text{Panjang (l)} &= 0,9 \text{ m} \\ \text{Lebar (b)} &= 0,6 \text{ m} \\ \text{Tinggi Kolom} &= 4 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 2 \times (l+b) \times h \\ &= 2 \times (0,9+0,6) \times 4 \\ &= 12 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tabel 1. Volume Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan Lantai	Volume (m ²)
Semi Basement	80,71
Lantai 1	2652,37
Lantai 2	2827,07
Lantai 3	2764,29
Lantai 4	2639,53
Lantai 5	2608,57
Lantai 6	2608,57
Lantai 7	2565,89
Lantai LR	1026,36
Lantai Atap	541,50

Sumber: Hasil Perhitungan

3.7 Penjadwalan

AHSP digunakan untuk menentukan jumlah kebutuhan waktu pekerjaan yang diperlukan untuk bekisting kolom, balok, dan plat. Perhitungan jumlah kebutuhan waktu bergantung pada produktivitas pekerja. Dengan cara membagi volume pekerjaan dan produktivitas pekerja, maka didapatkan hasil durasi pekerjaan 201 hari. Berikut merupakan contoh perhitungan penjadwalan pada pekerjaan balok:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas pekerja} &= 30,30 \text{ m}^2 \\ \text{Volume balok lantai 1 zona 1} &= 350,5 \text{ m}^2 \\ \text{Durasi rencana} &= \text{Volume} / \text{Produktivitas} \\ &= 350,5 / 30,30 \\ &= 11,57 \text{ hari} \\ &= 12 \text{ hari} \end{aligned}$$

3.8 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis harga satuan pekerjaan menghasilkan koefisien yang menunjukkan nilai alat, material, dan upah tenaga kerja. Koefisien ini dapat digunakan untuk membuat dan mengatur biaya. Berikut ini contoh AHSP pada Tabel 2.

Tabel 2. AHSP Pekerjaan Kolom per 1 m²

Tenaga	Koef.	Harga (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Mandor	0,033	165.830	5.472,39
Pekerja	0,66	122.385	80.774,10
Tukang Kayu	0,33	149.350	49.285,50
Operator TC	0,124	122.599	15.226,94

Bahan	Koef.	Harga (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Phenolic 18mm	0,067	224.864	15.107,77
Hollow50x100x3,2	0,333	641.300	213.766,67
Minyak Bekisting	0,200	4.749	949,80

Alat	Koef.	Harga (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Whaller	0,333	60.000	20.000
Push Pull Prop	0,167	35.000	5.833,33
Tower Crane	0,124	786.335	97.663,75
Jumlah Harga			504.080,25
Overhead 15%			75.612,04
Total Harga Satuan			579.692,29

Sumber: Hasil Perhitungan

3.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan RAB dilakukan ketika sudah mengetahui BOQ dan AHSP. Rumus RAB menggunakan Persamaan 7. Berikut merupakan contoh menghitung biaya pada pekerjaan bekisting balok:

$$\begin{aligned} \text{Volume balok lantai 1 zona 1} &= 350,5 \text{ m}^2 \\ \text{Harga satuan pekerjaan} &= \text{Rp. } 1.451.664,04 \\ \text{Perhitungan biaya} &= 350 \times \text{Rp. } 1.451.664,04 \\ &= \text{Rp. } 508.808.246,32 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan RAB pekerjaan bekisting lantai semi basement sampai atap yang terdapat pada **Tabel 2.**

Tabel 3. Total Biaya Bekisting

Pekerjaan Lantai	Biaya (Rp.)
Semi Basement	46.786.964,83
Lantai 1	1.744.119.763,71
Lantai 2	1.783.892.868,60
Lantai 3	1.757.631.337,44
Lantai 4	1.681.338.235,40
Lantai 5	1.670.524.357,25
Lantai 6	1.704.037.607,82
Lantai 7	1.638.295.855,16
Lantai LR	631.455.561,95
Lantai Atap	349.791.935,70
Total	13.007.874.487,86
PPN 11%	1.430.866.193,66
Total Biaya Keseluruhan	14.438.740.681,52

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan yang sudah dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut:

- Desain bekisting semi sistem menggunakan *Table Form* didapat material *phenolic* 18 mm dan baja *hollow* dengan ukuran 50x100x3,2 untuk dinding kolom, ukuran 50x100x2,3 untuk suri-suri *double hollow*, gelagar balok *double hollow*, dan gelagar plat, ukuran 50x50x2,3 untuk bodeman dan tembereng, dan ukuran 50x50x1,6 untuk *horrie beam*. Perancah yang digunakan pada bekisting semi sistem yaitu *perth construction hire* (PCH).
- Dari hasil perhitungan kekuatan struktur pada bekisting semi sistem diperoleh nilai sebagai berikut:
 - Pada bekisting kolom jarak *hollow* menggunakan 30 cm dengan nilai lendutan yang terjadi sebesar 0,071 cm. Untuk sabuk kolom menggunakan 4 unit untuk satu kolom.
 - Pada bekisting balok jarak *hollow* menggunakan 25 cm dengan nilai lendutan yang terjadi sebesar 0,035 cm. Untuk suri-suri menggunakan jarak 60 cm dengan nilai lendutan yang terjadi sebesar 0,07 cm. Pada gelagar menggunakan jarak 50 cm dengan nilai lendutan yang terjadi sebesar 0,007 cm.
 - Pada bekisting plat jarak *hollow* menggunakan 40 cm dengan nilai lendutan yang terjadi sebesar 0,083 cm. Untuk balok pikul menggunakan jarak 60 cm dengan nilai lendutan yang terjadi sebesar 0,063 cm.
- Metode pelaksanaan membagi dengan 3 zona area pekerjaan. Bekisting kolom adalah langkah pertama dalam pelaksanaan pekerjaan, dan kemudian diikuti dengan bekisting balok dan plat. Bekisting kolom dimulai dengan pembuatan bekisting, yang dipasang sesuai dengan marking surveyor, dan kemudian diperiksa untuk

memastikan ketegakan kolom. Pembongkaran dilaksanakan ketika umur beton ± 24 jam dari waktu pengecoran terakhir. Untuk bekisting balok dan plat, perancah PCH dipasang, bekisting dipasang pada balok dan plat, kemudian dilakukan pembesian dan pengecoran. Bekisting dapat dibongkar setelah 14 hari umur beton. Untuk mobilisasi pekerjaan bekisting menggunakan alat berat berupa tower crane.

- Dari penjadwalan yang telah dilakukan menggunakan *Microsoft Project* 2019 didapat durasi keseluruhan pekerjaan bekisting yaitu selama 201 hari atau 7 bulan pengerjaan. Untuk hasil dari analisis biaya didapatkan total biaya sebesar Rp. 14.438.740.681,52.

DAFTAR PUSTAKA

- Aek, P., & Wijaya, H. S. (2019, Oktober). Analisis Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional dengan Pra Cetak pada Pekerjaan Kolom Apartemen Begawan Malang. In *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)*, Vol. 2, pp. D19-1.
- Asmaroni, D., & Wahyuni, S. (2022). Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Menggunakan Metode Analisa Standart Kementerian PUPR Tahun 2016 Dan SNI Tahun 2018 Pada Proyek Pembangunan Kantor Djarum DSO (District Sales Office) Di Kota Pamekasan. *Rekayasa: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 25-29.
- Elang Satria, Muhammad. (2022). Analisis Implementasi Penggunaan Bekisting Semi System Dengan Bekisting Vario Sgrz Pada Kolom Gedung Bertingkat Terhadap Waktu Dan Biaya. (Studi Kasus: Proyek Toserba Yogya, Depok) (Doctoral dissertation, Universitas Mercu Buana Jakarta).
- Hadi, S., & Anwar, S. (2020). Proyek Analisis Manajemen Pelaksanaan Proyek Pembangunan Laboratorium Fakultas Ekonomi UNSOED. *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur*, 7(2).
- Kurniawan, H. A. (2023). Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu antara Pekerjaan Bekisting Aluminium dan Bekisting Semi Sistem pada Kolom (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Tower Pegadaian Jakarta Pusat) (Doctoral dissertation).
- Meliana, F. C. (2021). Analisa Perbandingan Antara Perth Construction Hire (PCH) dan Scaffolding pada Proyek Suncity Residence Apartemen di Sidoarjo (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- [7] Pratama, H. S., Anggraeni, R. K., Hidayat, A., & Khasani, R. R. (2017). Analisis perbandingan penggunaan bekisting konvensional, semi sistem,

dan sistem (PERI) pada kolom gedung bertingkat.
Jurnal Karya Teknik Sipil, 6(1), 303-313.