

ANALISIS ALUMINIUM FORMWORK PADA PROYEK APARTEMEN X SURABAYA**Nuri Firdausiah¹, Sitti Safiatu Riskijah², Agustin Dita Lestari³**Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹,Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}Email: 2041320055@student.polinema.ac.id¹, sitti.safiatu@polinema.ac.id², agustinditalestari@polinema.ac.id³**ABSTRAK**

Komponen – komponen struktur meliputi kolom, plat, dan balok membutuhkan bekisting dalam pembangunannya yang berfungsi untuk membentuk beton dan menahan beban selama proses pengecoran. Pada proyek X dalam pelaksanaannya menggunakan 3 jenis bekisting diantaranya untuk pekerjaan struktur bawah menggunakan bekisting konvensional, untuk pekerjaan lantai P1 – P8 menggunakan bekisting semi sistem, dan untuk lantai tipikal menggunakan bekisting aluminium. Perhitungan efisiensi pada suatu proyek merupakan hal yang penting dalam manajemen konstruksi karena pada dasarnya keberhasilan suatu proyek dapat ditinjau dari ketepatan waktu dalam proses pelaksanaan serta keuntungan dalam biaya. Pemilihan material pada pekerjaan proyek juga memiliki pengaruh yang besar terutama pada pemilihan jenis bekisting yang akan digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain bekisting aluminium dari segi kekuatan material, waktu, dan biaya pelaksanaan. Data yang dibutuhkan yaitu spesifikasi teknis, gambar kerja, data aktual lapangan, harga satuan upah dan bahan Kota Surabaya Tahun 2023. Dari hasil analisis pada lantai 9 – 30 diperoleh bahwa pada pekerjaan bekisting aluminium menggunakan bahan aluminium dengan tebal 63,5 mm serta menggunakan perkuatan pipe support. Hasil analisis efisiensi dari didapat biaya pekerjaan bekisting aluminium sebesar Rp35.755.733.647,39 dengan durasi selama 174 hari dengan sisa biaya Rp23.777.562.875,51 sehingga biaya pemakaian bekisting aluminium lantai 9 – 30 sebesar Rp13.175.987.849,06. Biaya existing proyek X dengan menggunakan sub kontraktor sebesar Rp21.000.000.000. Dalam hal ini biaya yang dikeluarkan berdasarkan hasil perencanaan bekisting aluminium lebih murah sebesar Rp7.824.012.150,94 dibandingkan biaya existing.

Kata kunci : Bekisting aluminium, Waktu, Rencana Anggaran Biaya**ABSTRACT**

Structural components including columns, plates, and beams require formwork in their construction that serves to form concrete and withstand loads during the casting process. In project X in its implementation, 3 types of formwork are used, including for substructure work using conventional formwork, for floor work P1 – P8 using semi-system formwork, and for typical floors using aluminum formwork. Calculating efficiency in a project is important in construction management because basically the success of a project can be reviewed from the timeliness in the implementation process as well as the advantage in costs. The selection of materials in project work also has a great influence, especially on the selection of the type of formwork to be used. This research aims to design aluminum formwork in terms of material strength, time, and implementation cost. The data needed are technical specifications, work drawings, actual field data, unit prices of wages and materials for the City of Surabaya in 2023. From the results of the analysis on floors 9 – 30, it was obtained that the aluminum formwork used aluminum material with a thickness of 63.5 mm and used reinforced pipe support. The results of the efficiency analysis obtained from the cost of aluminum formwork work amounted to Rp35.755.733.647,39 with a duration of 174 days with the remaining cost of Rp23,563,350,600.00 so that the cost of using aluminum formwork on the 9th – 30th floors amounted to Rp13.175.987.849,06. The existing cost of project X by using subcontractors is IDR 21,000,000,000. In this case, the costs incurred based on the results of aluminum formwork planning are cheaper at IDR7.824.012.150,94 compared to the existing cost.

Keywords: Aluminum formwork, Time, Cost Estimate**1. PENDAHULUAN**

Kemajuan teknologi dan industri dalam dunia konstruksi di Indonesia semakin berkembang dan mengalami kemajuan yang sangat pesat terutama pada inovasi pekerjaan bekisting. Pelaksanaan pekerjaan konstruksi gedung pada dasarnya

dimulai dari tahapan struktur karena merupakan tahapan terpenting dan menjadi penentu konstruksi yang direncanakan dapat bertahan sesuai dengan umur rencana. Dalam hal ini bangunan harus dapat memikul beban sendiri dan dapat menerima beban dari luar. Dalam proses

pelaksanaan pembangunan gedung yang harus diperhatikan adalah pemilihan material terutama pada pekerjaan bekisting.

Proyek Apartemen X Surabaya dibangun diatas lahan seluas 2,2 ha yang terdiri dari 1,5 lantai basement, 8 lantai podium, 36 lantai tipikal yang memiliki nilai kontrak Rp 282.049.378.035. Lingkup pekerjaan yang ditinjau pada penelitian ini yaitu pekerjaan kolom, balok, dan plat pada lantai 9 – 30.

Bekisting adalah sarana pembantu struktur beton untuk mencetak beton sesuai dengan ukuran, bentuk, rupa, posisi, dan keselarasan yang dikehendaki. 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 (Dewi dan Sembiring, 2022). Selain itu biaya pekerjaan bekisting memiliki biaya terbesar yaitu 40% – 60% dari biaya pekerjaan beton berulang (Hanna, 1999 dalam D Septatiansah, 2021).

Pelaksanaan struktur bekisting pada proyek ini menggunakan bekisting aluminium pada pekerjaan kolom, balok, dan plat. Bekisting aluminium dapat digunakan 100 – 200 kali dan merupakan teknologi *green construction* yang dalam pelaksanaannya minim limbah akibat dari *waste material*.

Bekisting aluminium merupakan bekisting dengan bahan dasar aluminium yang ramah lingkungan karena bekisting ini berbentuk *puzzle* dan bersifat *all in one system* yang artinya pelaksanaan bekisting ini langsung menjadi satu kesatuan dalam item struktur, mulai dari balok, pelat, kolom, dan *shearwall*. Bekisting aluminium lebih efisien untuk proyek gedung – gedung tinggi dengan lantai tipikal yang mana disetiap lantainya tidak terdapat perbedaan struktur yang signifikan. Sehingga ketika pengecoran telah selesai, bekisting dapat dibongkar dan dapat digunakan kembali untuk pengecoran lantai selanjutnya (Octavia & Sucita, 2020). Komponen ini berfungsi sebagai cetakan beton dengan dimensi sesuai dengan hasil perencanaan. Meskipun bekisting bersifat sementara bekisting harus mampu menahan beban beton sampai beton dapat memikul beban sendiri. Stabilitas, kekuatan, dan kekakuan menjadi syarat yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan bekisting untuk meminimalisir kegagalan konstruksi.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendesain bekisting aluminium dari segi kekuatan dan menghitung waktu pelaksanaan serta biaya yang dibutuhkan pada pekerjaan kolom, balok, dan plat lantai.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode perbandingan antara bekisting semi sistem dengan bekisting aluminium, sebuah metode yang membutuhkan data berupa gambar kerja, Rencana Kerja dan Syarat – Syarat (RKS), data aktual lapangan dan HSPK Kota Surabaya Tahun 2023. Setelah mendapatkan data penunjang, selanjutnya dilakukan analisis dan pengolahan data yang diantaranya melakukan perhitungan dan desain kedua jenis bekisting, membuat strategi dan metode pelaksanaan, menghitung kebutuhan material, produktivitas masing – masing pekerjaan bekisting, membuat durasi rencana dan membuat penjadwalan. Setelah itu melakukan perhitungan biaya pelaksanaan pada kedua pekerjaan bekisting.

Perencanaan Bekisting

Dalam merencanakan bekisting dibutuhkan data pembebanan untuk perhitungan kekuatan bekisting yang aman. Menurut Wigbout (1992) dalam perencanaan bekisting tedapat beban – beban yang bekerja yaitu berat jenis beton = 2400 kg/m^3 , beban hidup (beban pekerja, peralatan) = 150 kg/m^2 , beban kejut (akibat pemakaian vibrator maupun *concrete pump*) = 7,5% dari beban beton. Tahapan perencanaan bekisting meliputi:

1. Perhitungan Tegangan Bekisting

Untuk menghitung besar tegangan yang terjadi digunakan persamaan 1.

$$\sigma_{lt} = \frac{M_{max}}{W_x} \text{ (F. Wigbout Ing., 1992:142)} \quad (1)$$

Dimana :

σ_{lt} = Tegangan lentur yang diijinkan (kg/m^2)

M = Momen lentur yang terjadi akibat beban kerja (kgm)

W = Momen perlawanan (m^3)

2. Perhitungan Momen Lentur Bekisting

Untuk menghitung momen lentur akibat bekisting kotak digunakan persamaan 2, 3 dan 4.

$$M_x = \frac{1}{8} \times q \times L^2 \text{ (R. Segel, dkk, 1994:56)} \quad (2)$$

$$M_x = \frac{1}{10} \times q \times L^2 \text{ (R. Segel, dkk, 1994:56)} \quad (3)$$

$$M_x = \frac{1}{4} \times P \times L \text{ (R. Segel, dkk, 1994:56)} \quad (4)$$

Dimana:

q = Beban terbagi merata (kg/m)

P = Beban terpusat (kg)

L = Panjang bentang (m)

Penentuan nilai momen lawan akibat bekisting kotak dapat dihitung menggunakan persamaan 5.

$$W = \frac{1}{6} \times b \times h \quad (5)$$

Dimana:

W = momen perlawanan (m^3)

b = panjang papan bekisting kotak per meter (m)

h = tebal papan bekisting kotak (m)

3. Perhitungan Kekakuan (Lendutan)

Untuk mengetahui kekuatan bekisting, maka perlu dihitung terlebih dahulu lendutan yang terjadi menggunakan persamaan 6 sampai 9.

Untuk perletakan di atas 2 tumpuan

$$\delta = \frac{5}{384} \times \frac{qL^4}{EI} \quad (6)$$

Untuk perletakan di atas 3 tumpuan atau lebih

$$\delta = \frac{1}{128} \times \frac{qL^4}{EI} \quad (7)$$

Untuk perletakan beban terpusat

$$\delta = \frac{p}{48} \times \frac{L^3}{EI} \quad (8)$$

Untuk perletakan kantilever

$$\delta = \frac{q}{8} \times \frac{L^4}{EI} \quad (9)$$

Dimana:

δ = Lendutan yang terjadi (m)

q = Beban total dari bekisting kontak tiap meter (kg/m)

L = Rencana jarak tumpuan (m)

E = Modulus elastisitas (kg/m²)

I = Momen inersia penampang (m⁴) = $\frac{1}{12} \times b \times h^3$

Lendutan ijin yang secara umum digunakan diantaranya:

$\delta_{max} \leq \frac{1}{300} L$, untuk balok yang dipergunakan pada konstruksi yang terlindung.

$\delta_{max} \leq \frac{1}{400} L$, untuk balok yang dipergunakan pada konstruksi yang tidak terlindung.

$\delta_{max} \leq \frac{1}{240} L$, untuk konstruksi baja balok biasa (SNI 03-1729-2002)

Perhitungan Durasi Pelaksanaan Bekisting

Perhitungan durasi tiap pekerjaan bekisting dapat dilakukan dengan 2 cara:

1. Berdasarkan ketersediaan sumber daya (prioritas sumber daya)

Dengan menetapkan jumlah sumber daya, maka dapat dihitung durasi dengan persamaan 10.

$$Durasi = \frac{Volume}{Produktivitas} \quad (10)$$

2. Berdasarkan durasi yang ditetapkan (prioritas durasi)

Dengan menetapkan durasi rencana, maka dapat dihitung jumlah tenaga kerja dengan persamaan 11.

$$Kebutuhan\ tenaga\ kerja = \frac{Koef.tenaga\ kerja \times Volume}{Durasi\ rencana} \quad (11)$$

Untuk mengetahui perhitungan durasi penyelesaian pekerjaan bekisting harus dibuat penjadwalan. Penjadwalan dibuat menggunakan metode bar chart dengan bantuan Ms. Project. Berikut merupakan prosedur penjadwalan metode bar chart dengan Microsoft Project:

- Item pekerjaan
- Strategi

- Durasi
- Urutan pelaksanaan

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan perkiraan atau estimasi biaya yang ditunjukkan untuk menaksirkan atau memperkirakan nilai pembiayaan pada suatu proyek konstruksi, Amalia (2022).

Dalam penyusunan RAB memperhitungkan kuantitas berdasarkan *shop drawing*, rencana kerja, daftar harga bahan, daftar upah, dan daftar item pekerjaan yang akan dikerjakan sehingga akan diperoleh biaya total untuk menyelesaikan sebuah proyek. Biaya pekerjaan dapat dihitung menggunakan persamaan 12.

$$RAB = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}) \quad (12)$$

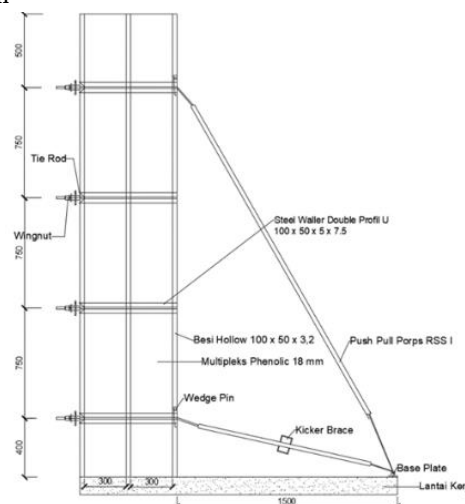
Tabel 1. Contoh AHSP Pekerjaan Bekisting Aluminium

No	Uraian	Satuan	Keofisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga				
1	Tukang Besi	OH		Rp115,000	
2	Mandor	OH		Rp135,000	
3	Pekerja	OH		Rp100,000	
JUMLAH HARGA TENAGA					
B	BAHAN				
1	Panel Aluminium	Lbr		Rp1,080,000	
2	Minyak Bekisting	Liter		Rp22,000	
JUMLAH HARGA BAHAN					
C	PERALATAN				
1	Steel Waller Profile U (Sabuk Kolom)	btg		Rp27,000	
2	Tierod	unit		Rp3,500	
3	Wingnut	unit		Rp3,500	
4	Wedge Pin	unit		Rp2,000	
5	Long Pin	unit		Rp3,500	
6	Release	unit		Rp207,000	
JUMLAH HARGA PERLATAN					
JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C)					
D					
OVERHEAD DAN PROFIT 0.15 x D					
E					
JUMLAH HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)					
F					

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Bekisting Aluminium

a. Kolom



Gambar 4. Desain Bekisting Kolom Aluminium

Analisis kekuatan

Beban tekan beton = 5098,58 kg/m²

Dimensi Panel = 600 × 2450 mm

σ ijin BJ-37 = 1600 kg/cm²

Modulus elastisitas baja = 2×10⁶ kg/cm²

Analisis kekuatan terhadap panel aluminium

$I_x = 2133,732 \text{ cm}^4$

$W_x = 672,0417 \text{ cm}^3$

- Tinjauan W1 dan W2 jarak 900 mm

Kontrol σ dengan L rencana

σ terjadi ≤ σ ijin baja

237,03 kg/cm² ≤ 1600 kg/cm² (Oke)

Kontrol δ dengan L rencana

δ terjadi ≤ δ ijin

0,0756 cm ≤ 0,1875 cm (Oke)

- Tinjauan W2 dan W3 jarak 1350 mm

Kontrol σ dengan L rencana

σ terjadi ≤ σ ijin baja

116,663 kg/cm² ≤ 1600 kg/cm² (Oke)

Kontrol δ dengan L rencana

δ terjadi ≤ δ ijin

0,0348 cm ≤ 0,5625 cm (Oke)

- Tinjauan W3 dan W4 jarak 900 mm

Kontrol σ dengan L rencana

σ terjadi ≤ σ ijin baja

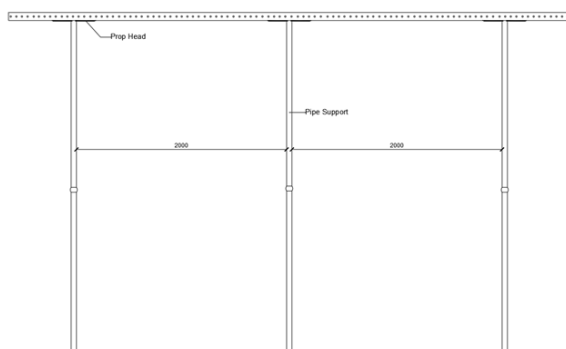
39,505 kg/cm² ≤ 1600 kg/cm² (Oke)

Kontrol δ dengan L rencana

δ terjadi ≤ δ ijin

0,0126 cm ≤ 0,375 cm (Oke)

Desain bekisting kolom dinyatakan aman dan dapat menahan beban dengan jarak antar sabuk 90 cm, 135 cm, dan 90 cm.

b. Balok

Gambar 5. Desain Bekisting Balok Aluminium

Berat jenis beton = 2400 kg/m³

Berat panel slab balok = 38,4 kg

Tebal panel = 63,5 mm

Tegangan ijin baja = 1600 kg/cm²

Modulus elastisitas baja = 2000000 kg/cm²

Analisis kekuatan terhadap panel aluminium (bodeman balok)

$I_x = 2133,73 \text{ cm}^4$

$W_x = 672,042 \text{ cm}^3$

Direncanakan jarak antar *pipe support* 200 cm

Kontrol σ dengan L rencana

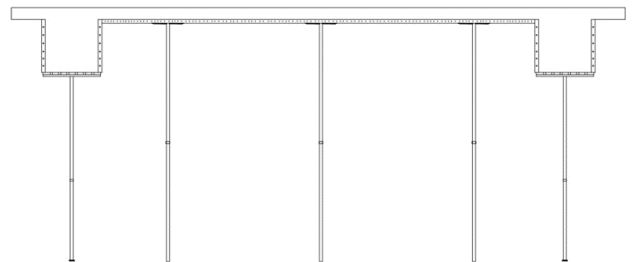
σ terjadi ≤ σ ijin baja

200,607 kg/cm² ≤ 1600 kg/cm² (Oke)

Kontrol δ dengan L rencana

δ terjadi ≤ δ ijin

0,418 cm ≤ 0,833 cm (Oke)

c. Plat

Gambar 6. Desain Bekisting Plat Aluminium

Berat jenis beton = 2400 kg/m³

Berat panel slab = 13,5 kg

Tebal panel = 63,5 mm

Tegangan ijin baja = 1600 kg/cm²

Modulus elastisitas baja = 2000000 kg/cm²

Analisis kekuatan terhadap panel aluminium (bodeman balok)

$I_x = 2133,73 \text{ cm}^4$

$W_x = 672,042 \text{ cm}^3$

Direncanakan jarak antar *pipe support* 200 cm

Kontrol σ dengan L rencana

σ terjadi ≤ σ ijin baja

127,039 kg/cm² ≤ 1600 kg/cm² (Oke)

Kontrol δ dengan L rencana

δ terjadi ≤ δ ijin

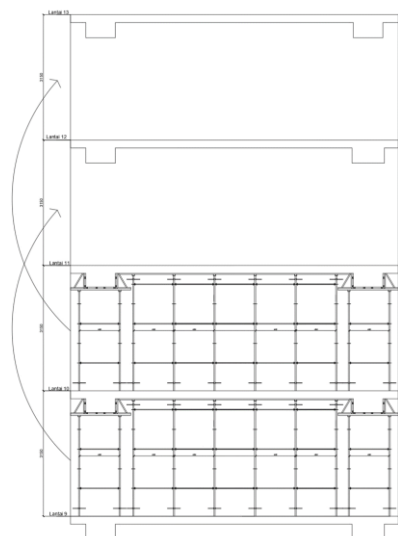
0,265 cm ≤ 0,833 cm (Oke)

Strategi Pelaksanaan

Strategi pekerjaan bekisting dilakukan dengan membagi 3 zona seperti pada gambar



Gambar 7. Pembagian Zona Pekerjaan



Gambar 8. Siklus Pekerjaan Balok dan Plat

- Pekerjaan bekisting balok dan plat dimulai setelah pembongkaran kolom selesai.
- Pada lantai 10 zona 1 dan zona 2 dikerjakan bersamaan setelah pembongkaran kolom zona 1 dan zona 2 lantai 9. Pembongkaran bekisting dilaksanakan h+14 hari setelah pengecoran.
- Pada lantai 10 zona 3 dikerjakan setelah pemasangan pada zona 1 dan zona 2 dan setelah pembongkaran kolom zona 3 lantai 9.
- Pada lantai 11 zona 1 dan zona dikerjakan bersamaan setelah pembongkaran kolom zona 1 dan zona 2 lantai 10. Pembongkaran bekisting dilaksanakan h+14 hari setelah pengecoran.
- Setelah lantai 10 selesai melakukan pembongkaran, selanjutnya material bekisting dipindahkan dan digunakan Kembali ke lantai 12. Urutan pekerjaan berlaku pada zona lain.
- Setelah lantai 11 selesai melakukan pembongkaran, selanjutnya material bekisting dipindahkan dan digunakan Kembali ke lantai 13. Urutan pekerjaan berlaku pada zona lain.

Metode Pelaksanaan

Secara umum alur pekerjaan kolom, balok, dan plat aluminium yaitu pengumpulan panel bekisting, pemasangan bekisting, pengecoran, pembongkaran, dan curing.

Penjadwalan

Dari penjadwalan yang telah dilakukan dengan menginput durasi rencana menggunakan metode barchart dengan bantuan aplikasi Microsoft Project 2019 didapatkan durasi keseluruhan pekerjaan bekisting aluminium selama 174 hari.

Tabel 2. Penjadwalan Bekisting Aluminium

No	Uraian	Durasi	Bar Chart
Penjadwalan Pekerjaan Bekisting Aluminium Proyek Apartemen X Surabaya			
		174	
1	Pabrikasi dan Pengumpulan Panel	6	
2	Lantai 9	4	
3	Lantai 10	17	
4	Lantai 11	17	
5	Lantai 12	17	
6	Lantai 13	17	
7	Lantai 14	17	
8	Lantai 15	17	
9	Lantai 16	17	
10	Lantai 17	17	
11	Lantai 18	17	
12	Lantai 19	17	
13	Lantai 20	17	
14	Lantai 21	17	
15	Lantai 22	17	
16	Lantai 23	17	
17	Lantai 24	17	
18	Lantai 25	17	
19	Lantai 26	17	
20	Lantai 27	17	
21	Lantai 28	17	
22	Lantai 29	17	
23	Lantai 30	17	

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dihitung berdasarkan produktivitas tenaga yang didapat, harga upah pekerja, harga alat dan bahan, serta kebutuhan alat dan bahan. Analisa Harga Satuan Bekisting dapat dilihat pada tabel 3 sampai tabel 5.

Tabel 3. AHSP Bekisting Kolom Aluminium

No	Uraian	Satuan	Keofisie n	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga*				
1	Tukang Besi	OH	0.0164	Rp 115,000	Rp 1,880.39
2	Mandor	OH	0.0044	Rp 135,000	Rp 594.30
3	Pekerja	OH	0.0327	Rp 100,000	Rp 2,270.24
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 5,744.94
B	BAHAN				
1	Panel Aluminium**	Lbr	0.6803	Rp1,080,000	Rp734,693.88
2	Minyak Bekisting***	Liter	0.2	Rp 22,000	Rp 4,400
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp739,093.88
C	PERALATAN ****				
1	Steel Waller Profile U (Sabuk Kolom)	btg	0.2646	Rp 27,000	Rp 7,143
2	Tierod	unit	0.2646	Rp 3,500	Rp 926
3	Wingnut	unit	0.2646	Rp 3,500	Rp 926
4	Wedge Pin	unit	3.3333	Rp 2,000	Rp 6,667
5	Long Pin	unit	3.3333	Rp 3,500	Rp 11,667
6	Release	unit	0.2646	Rp 207,000	Rp 54,762
JUMLAH HARGA PERLATAN					Rp 82,090
JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp826,928.76
E	OVERHEAD DAN PROFIT 0.15 x D				Rp124,034.31
F	JUMLAH HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				Rp950,968.07

Tabel 4. AHSP Bekisting Balok Aluminium

No	Uraian	Satuan	Keofisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga *				
1	Tukang Besi	OH	0.00483	Rp 135,000	Rp 651.56
2	Mandor	OH	0.03496	Rp 125,000	Rp 4,369.80
3	Pekerja	OH	0.07866	Rp 100,000	Rp 7,865.65
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 12,887.01
B	BAHAN				
1	Panel Alumunium**	Lbr	0.6803	Rp1,080,000	Rp734,693.88
2	Minyak Bekisting***	Liter	0.2	Rp 22,000	Rp 4,400
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp739,093.88
C	PERALATAN****				
1	Prop Head	btg	0.2703	Rp 27,000	Rp 20,270
2	Pipe Support	unit	0.2703	Rp 250,500	Rp 67,568
3	Wedge Pin	unit	0.5405	Rp 3,500	Rp 1,892
4	Long Pin	unit	0.5405	Rp 3,500	Rp 1,892
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 91,622
JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 843,602.51
E	OVERHEAD DAN PROFIT 0.15 x D				Rp 126,540.38
F	JUMLAH HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				Rp 970,142.88

Tabel 5. AHSP Bekisting Plat Lantai Aluminium

No	Uraian	Satuan	Keofisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga *				
1	Tukang Besi	OH	0.0019	Rp 135,000	Rp 258.75
2	Mandor	OH	0.0183	Rp 125,000	Rp 2,289.38
3	Pekerja	OH	0.0366	Rp 100,000	Rp 3,663.00
JUMLAH HARGA TENAGA					Rp 6,211.13
B	BAHAN				
1	Panel Alumunium**	Lbr	0.6803	Rp1,080,000	Rp734,693.88
2	Minyak Bekisting***	Liter	0.2	Rp 22,000	Rp 4,400
JUMLAH HARGA BAHAN					Rp739,093.88
C	PERALATAN****				
1	Prop Head	btg	0.250	Rp 27,000	Rp 20,270
2	Pipe Support	unit	0.250	Rp 250,500	Rp 67,568
3	Wedge Pin	unit	1.788	Rp 3,500	Rp 1,892
4	Long Pin	unit	1.788	Rp 3,500	Rp 1,892
5	Slab Corner	m ²	0.666	Rp 207,000	Rp 137,936
JUMLAH HARGA PERALATAN					Rp 231,630
JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C)					Rp 976,953.36
E	OVERHEAD DAN PROFIT 0.15 x D				Rp 146,540.30
F	JUMLAH HARGA SATUAN PEKERJAAN (D+E)				Rp1,123,476.67

Ket : * Sumber : Observasi Lapangan

** Sumber : Observasi Lapangan

*** Sumber : Permen PU No. 1 Tahun 2022

**** Sumber : Jurnal dan Buku Panduan

Rencana Anggaran Biaya

Dalam merencanakan biaya, terlebih dahulu dilakukan perhitungan BOQ dan dilakukan analisa harga satuan pekerjaan, kemudian volume pekerjaan dikalikan dengan AHSP sehingga didapatkan rencana anggaran biaya. Setelah dilakukan perhitungan biaya bekisting diperoleh biaya untuk bekisting aluminium lantai 9 – 30 aluminium diperoleh sebesar Rp35.755.733.647,39 dengan jumlah pemakaian 21 kali dari 100 kali sehingga nilai sisa biaya bekisting aluminium sebesar Rp23.777.562.875,51.

Tabel 6. Rencana Anggaran Biaya Bekisting Aluminium

No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Biaya (Rp)
----	------------------	-------------------

1	Lantai 9	Rp 289,291,484.79
2	Lantai 10	Rp 1,520,146,722.41
3	Lantai 11	Rp 1,520,146,722.41
4	Lantai 12	Rp 1,520,146,722.41
5	Lantai 13	Rp 1,520,146,722.41
6	Lantai 14	Rp 1,520,146,722.41
7	Lantai 15	Rp 1,520,146,722.41
8	Lantai 16	Rp 1,520,146,722.41
9	Lantai 17	Rp 1,520,146,722.41
10	Lantai 18	Rp 1,520,146,722.41
11	Lantai 19	Rp 1,520,146,722.41
12	Lantai 20	Rp 1,520,146,722.41
13	Lantai 21	Rp 1,520,146,722.41
14	Lantai 22	Rp 1,520,146,722.41
15	Lantai 23	Rp 1,520,146,722.41
16	Lantai 24	Rp 1,520,146,722.41
17	Lantai 25	Rp 1,520,146,722.41
18	Lantai 26	Rp 1,520,146,722.41
19	Lantai 27	Rp 1,520,146,722.41
20	Lantai 28	Rp 1,520,146,722.41
21	Lantai 29	Rp 1,520,146,722.41
22	Lantai 30	Rp 1,520,146,722.41
Total Biaya Pekerjaan		Rp 32,212,372,655.30
PPN 11%		Rp 3,543,360,992.08
Total Biaya Keseluruhan		Rp 35,755,733,647.39

Tabel 7. Biaya Bekisting Aluminium

Jenis Bekisting	Aluminium
Biaya	Rp 35,755,733,647.39
Jumlah Lantai	21
Biaya/pakai	Rp 357,557,336.47
Jumlah pemakaian	100
Sisa Pakai	79
Biaya sisa penggunaan bekisting	Rp 28,247,029,581.43
Biaya penggantian panel (10%)	Rp 3,575,573,364.74
Biaya gudang (2,5%)	Rp 893,893,341.18
Nilai sisa biaya	Rp 23,777,562,875.51
Biaya pemakaian bekisting 9-30	Rp 11,978,170,771.87
PPN 10%	Rp 1,197,817,077.19
Total Biaya bekisting	Rp 13,175,987,849.06

Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh total biaya penggunaan bekisting untuk pekerjaan kolom, balik, dan plat lantai 9-30 sebesar Rp13.175.987.849,06. Sedangkan biaya existing dengan menggunakan sub kontraktor sebesar Rp21.000.000.000. Dalam hal ini biaya yang dikeluarkan berdasarkan hasil perencanaan bekisting aluminium lebih murah sebesar Rp7.824.012.150,94 dibandingkan biaya existing.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis penggunaan bekisting pada Proyek Apartemen X Surabaya, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Material bekisting aluminium yang direncanakan sudah memenuhi syarat kekuatan tegangan dan lendutan.
2. Metode pelaksanaan menggunakan sistem zonasi dimana dibagi menjadi 3 zona dengan strategi pelaksanaan dimulai dari pekerjaan bekisting kolom, dilanjutkan dengan pekerjaan bekisting balok dan plat. Pekerjaan bekisting kolom dimulai dari pengumpulan panel, pemasangan bekisting, pengecekan vertikalitas, pengecoran, dan pembongkaran yang dilakukan setelah umur beton ± 12 jam, sedangkan pada pekerjaan balok dan plat dimulai dengan pemasangan *pipe support*, pemasangan bekisting balok dan plat, pembesian pengecoran, dan pembongkaran bekisting setelah umur beton mencapai ± 14 hari.
3. Hasil analisis efektifitas dan analisis efisiensi pekerjaan bekisting aluminium dari segi waktu pelaksanaan bekisting aluminium diperoleh waktu pelaksanaan selama 174 hari Ditinjau dari segi biaya diperoleh biaya pelaksanaan bekisting aluminium sebesar Rp35.755.733.647,39 dengan sisa biaya Rp23.777.562.875,51, sehingga biaya pemakaian bekisting aluminium lantai 9 – 30 sebesar Rp13.175.987.849,06. Sedangkan biaya existing dengan menggunakan sub kontraktor sebesar Rp21.000.000.000. Dalam hal ini biaya yang dikeluarkan berdasarkan hasil perencanaan bekisting aluminium lebih murah sebesar Rp7.824.012.150,94 dibandingkan biaya existing.

DAFTAR PUSTAKA

1. Wigbout F. Ing. (1997). Pedoman Tentang Bekisting (Kotak Cetak). Jakarta: Erlangga.
2. Dewi, R. A., & Sembiring, R. A. Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional dan Sistem Pada Gedung Bertingkat. Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil, 8(1 JUN), 9-14.
3. SNI 03 – 1729 – 2002 TATA CARA PERENCANAAN STRUKTUR BAJA UNTUK BANGUNAN GEDUNG
4. *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia, PKKI 1961*, Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Cipta Karya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
5. Putra, A.T., Riskijah, S.S. and Naibaho, A., 2024. ANALISIS PENGGUNAAN BEKISTING PADA PROYEK APARTEMEN A SURABAYA. Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK), 5(1), pp.333-340.
6. D Saptatiansah, 2021. Analisis Perbandingan Antara Pekerjaan Pemasangan Bekisting Semi Sistem dan Aluminium.