

## PERENCANAAN PERANCAH DAN BEKISTING SEMI SISTEM PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SAINTEK UINSA SURABAYA

Devid Budi Prayoga<sup>1</sup>, Suhariyanto<sup>2</sup>, Gerard Aponno<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

Email: 2041327037@student.polinema.ac.id<sup>1</sup>, suhariyanto.polinema@gmail.com<sup>2</sup>, gaponno@gmail.com<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya dilaksanakan oleh PT. Adhi Karya (Persero) dengan nilai kontrak sebesar Rp. 123.669.983.129,92. Bekisting merupakan pekerjaan yang sangat penting karena menjadi penentu beton yang dihasilkan, sehingga perlu diperhatikan dalam perencanaannya. Adapun pada perencanaan ini direncanakan menggunakan bekisting semi sistem dengan menggunakan material multiplek dan baja hollow dengan strategi pelaksanaan membagi menjadi empat zona. Dalam perencanaan penjadwalan dengan bantuan Microsoft Project dihasilkan durasi selama 136 hari serta didapat Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp.7.244.873.502,66

**Kata kunci :** Bekisting Semi Sistem, Penjadwalan, Rencana Anggaran Biaya

### ABSTRACT

*The Construction Project of the Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Sunan Ampel Surabaya was carried out by PT. Adhi Karya (Persero) with a cost of Rp.123,669,983,129.92. Formwork is the important thing because it determines the result of concrete, so, it needs to be noticed when planning the formwork. As for this plan, semi-system formwork is planned using multiplex and hollow steel materials with a four-zone implementation strategy. In scheduling with the help of Microsoft Project, the duration is 136 days while Budget Plan costs Rp.7.244.873.502,66.*

**Keywords :** Semi-System Formwork, Scheduling, Budget Plan

### 1. PENDAHULUAN

Proyek pembangunan gedung Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya terdiri dari 9 lantai dengan luas bangunan 7.938 m<sup>2</sup> dan memiliki total nilai kontrak sebesar Rp 123.669.983.129,92. Dalam pekerjaan pembangunan gedung tersebut, salah satu item pekerjaan yang perlu diperhatikan adalah pekerjaan bekisting.

Menurut Aek & Wijaya (2019) Bekisting merupakan cetakan bersifat sementara yang dibentuk sesuai bentuk yang dibutuhkan dan berfungsi menahan beban beton sampai beton tersebut mampu menahan beratnya sendiri. Namun, meskipun bersifat sementara, bekisting memiliki peran yang sangat penting dalam pelaksanaan pekerjaan struktur karena bentuk, posisi serta ukuran beton akan ditentukan oleh kualitas dari pekerjaan bekisting dan struktur penyangga.

Selain itu biaya pekerjaan bekisting memiliki proporsi yang cukup besar yakni berkisar 40% – 60% dibandingkan dengan biaya keseluruhan pekerjaan beton bertulang. Hanna (dalam Pratama dkk, 2017). Sehingga bekisting perlu direncanakan dengan baik dari segi metode, pemilihan material, penjadwalan sampai dengan rencana biaya sehingga didapatkan hasil perencanaan yang efisien dan tidak merugikan.

Salah satu teknologi dan metode bekisting yang sering digunakan di Indonesia adalah metode bekisting semi sistem. Menurut Pratama dkk, (2017) bekisting semi sistem adalah bekisting yang terdiri dari elemen – elemen yang direncanakan untuk sebuah objek tertentu. Di antara keunggulan penggunaan bekisting metode semi sistem antara lain material yang digunakan jauh lebih awet dan tahan lama dari bekisting konvensional, sehingga biaya total yang

dikeluarkan menjadi lebih murah. Sementara material yang biasa digunakan dalam pengerjaan bekisting semi sistem di antaranya material baja serta kombinasi antara kayu dan baja.

Tujuan dalam pembahasan ini meliputi:

1. Mengetahui jumlah set bekisting yang dibutuhkan dengan mempertimbangkan siklus pengerjaan tiap lantai.
2. Mengetahui desain bekisting semi sistem yang memenuhi aspek kekuatan, keamanan dan efisien.
3. Mengetahui jadwal pelaksanaan bekisting semi sistem pada proyek pembangunan gedung SAINTEK UINSA Surabaya.
4. Mengetahui biaya pengerjaan bekisting semi sistem yang terjadi.

**2. METODE**

**Perhitungan Beban Yang Bekerja**

1. Beban akibat beton bertulang

Beban ini ditimbulkan oleh beton dan tulangan yang akan ditahan oleh bekisting. Dalam penggunaan yang umum di Indonesia berat beton yang digunakan adalah 2,4 ton/m<sup>3</sup>.

2. Beban oleh bekisting

Beban ini merupakan berat sendiri dari bekisting yang terdiri dari bekisting kontak dan struktur penyangga.

3. Beban kerja

Beban kerja meliputi beban pekerja dan beban peralatan yang digunakan.

Perhitungan kekuatan.

4. Beban kejut

Apabila tinggi penuangan bebas dari mortar beton lebih besar dari dua meter, maka tekanan sisi harus diperbesar dengan 10 kN/m<sup>2</sup> (1000 kg/m<sup>2</sup>) karena efek kejut.

**Perhitungan Kekuatan**

Rumus kekuatan menggunakan persamaan:

$$\frac{M}{W} \leq \bar{\sigma} \tag{1}$$

dimana:

M = momen lentur akibat bekisting kontak

W = momen perlawanan (m<sup>3</sup>)

$\bar{\sigma}$  = tegangan lentur ijin

**Kontrol Gaya Lintang**

Jika telah diketahui jarak perletakan maka gaya lintang V yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan:

$$V = \frac{5}{8}ql \tag{2}$$

dimana:

q = beban yang terjadi

L = jarak antar tumpuan

V = gaya lintang yang terjadi

$$\tau = \frac{3 \times V_{maks}}{2 \times A} \tag{3}$$

dimana:

$\tau$  = tegangan geser ijin (kg/m<sup>2</sup>)

$V_{maks}$  = gaya lintang maksimal yang terjadi (kg)

A = luas penampang yang dibebani gaya lintang (m)

**Perhitungan Lendutan**

Setiap persyaratan teknis pekerjaan struktur selalu membatasi lendutan yang terjadi guna melindungi struktur dari pengaruh gerakan – gerakan yang berlebihan. Nilai batas dari lendutan yang terjadi adalah L/400.

Lendutan yang terjadi dapat dihitung dengan persamaan:

$$f = \frac{5ql^4}{384EI} \tag{4}$$

dimana:

f = lendutan yang terjadi (m)

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

L = jarak antar balok anak (m)

E = modulus elastisitas (kg/m<sup>2</sup>)

I = momen Inersia

**Kontrol Perancah**

Apabila perancah menggunakan pipe suport atau scaffolding, perhitungan kekuatan dapat mengacu pada spesifikasi kekuatan yang sudah diketahui, seperti yang dijelaskan oleh Sumargo & Nata (2006) sebagai berikut:

**Tabel 1.** Kekuatan Main Frame

MF A – 1217 (per kaki)	MF 0917 (per kaki)	MF A – 1219 (per kaki)
2500 kg	2500 kg	2250 kg

Sumber: Sumargo & Nata, 2006

**Siklus Bekisting**

Menurut Ballard (dalam Ruslan dkk, 2011) waktu siklus adalah total durasi kegiatan, antar kegiatan yang tumpang tindih dan ditambahkan jumlah dari waktu antrian. yang termasuk ke dalam waktu siklus pengerjaan pengecoran adalah waktu tunggu, waktu pembesian, bekisting dan waktu pengecoran. Waktu dari pelepasan bekisting merupakan salah satu item penting dalam perencanaan siklus bekisting.

Ruslan dkk, (2011) memberikan tabel acuan dalam pencopotan bekisting sebagai berikut:

**Tabel 2.** Acuan Pencopotan Bekisting

Uraian	Waktu	
	Beban hidup lebih kecil dari beban mati	Beban hidup lebih besar dari beban mati
<b>1. Elemen Vertikal</b>		
a. Dinding	12 jam	12 jam
b. Kolom	12 jam	12 jam
c. Bagian sisi balok	12 jam	12 jam
<b>2. Balok</b>		
a. Jarak bentang < 3 m	7 hari	4 hari

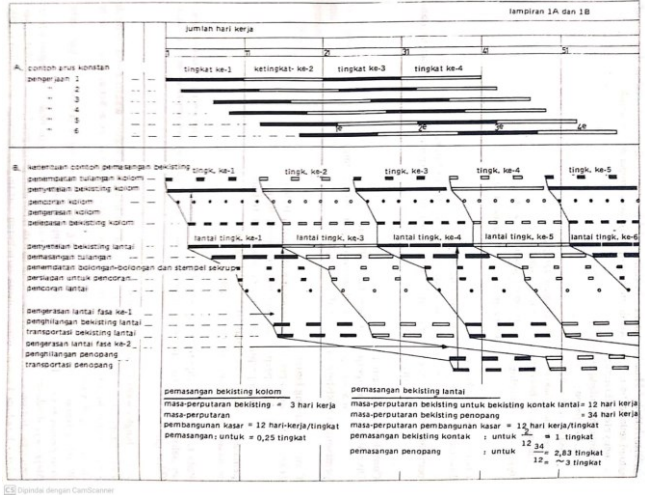
b. jarak bentang 3 sd 6 m	14 hari	7 hari
c. Jarak bentang > 6 m	21 hari	14 hari

**3. Pelat Lantai**

a. Jarak bentang < 3 m	4 hari	3 hari
b. jarak bentang 3 sd 6 m	7 hari	4 hari
c. Jarak bentang > 6 m	10 hari	7 hari

Sumber: Ruslan dkk, 2011

Wigbout (1997) menyampaikan contoh pengaturan waktus siklus dari pengerjaan struktur yang termasuk ke dalamnya pekerjaan bekisting sebagai berikut:



Gambar 1. Pengaturan Siklus

Sumber: Wigbout, 1997

**Penjadwalan**

Hal yang harus dilakukan dalam menyusun penjadwalan adalah membuat target durasi pekerjaan pada setiap item pekerjaan yang dilakukan. Target durasi tersebut didasarkan pada strategi dan metode pelaksanaan pekerjaan yang telah ditentukan. Rancangan penjadwalan juga dilakukan dengan mempertimbangkan perhitungan analisa durasi dan pekerja. Perhitungan tersebut didapatkan dari koefisien pekerja yang ada pada AHSP Cipta Karya. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

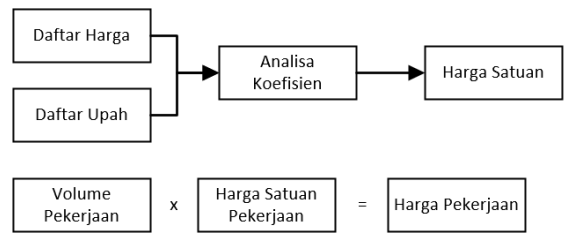
$$\text{Kebutuhan Pekerja} = (\text{volume} \times \text{koef. pekerja}) / \text{durasi.}$$

**Rencana Anggaran Biaya**

Menurut Muis & Trijetti (2013) dalam perhitungan anggaran biaya, perlu memperhatikan ketentuan – ketentuan sebagai berikut :

1. Semua bahan untuk penyusunan anggaran biaya dikumpulkan dan diatur dengan rapi.
2. Menyediakan gambar – gambar rencana dan penjelasan atau keterangan yang tercantum dalam peraturan dan syarat – syarat.
3. Membuat catatan sebanyak mungkin.
4. Menentukan sistem yang tepat dan teratur yang akan dipakai dalam perhitungan.

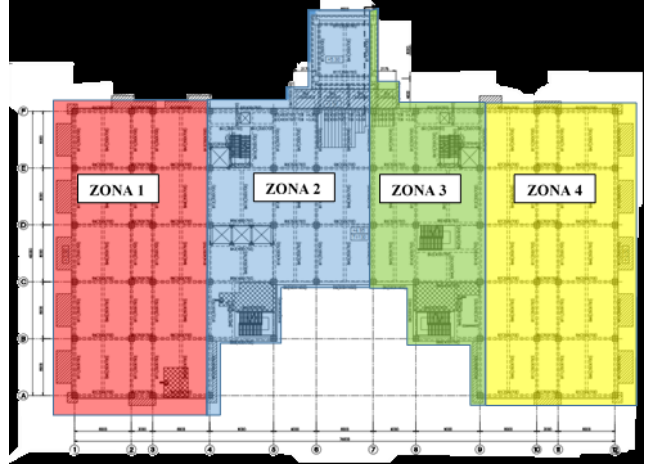
Menurut Muis & Trijetti (2013) memberikan gambaran penyusunan anggaran biaya sebagai berikut :



Gambar 2. Alur Perencanaan Biaya

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN Strategi Pelaksanaan**

Pada pengerjaan bekisting dalam struktur atas ini akan dibagi menjadi 4 zona seperti pada di bawah ini. Pembagian zona ini dilakukan untuk mempermudah pengawasan serta didasarkan pada ketersediaan material.



Gambar 3. Strategi Zonasi

Sumber: Hasil Analisis

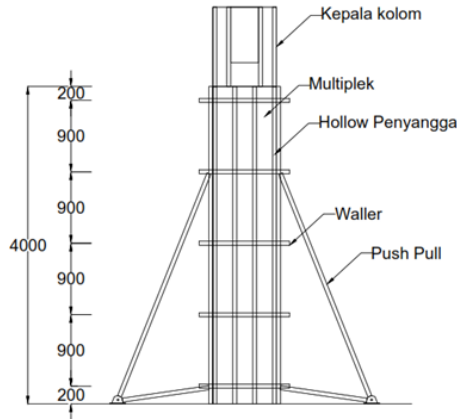
Deskripsi siklus:

1. Material bekisting kolom disediakan sebanyak 2 zona sedangkan bekisting balok dan plat direncanakan sebanyak 2 lantai.
2. Pengerjaan instalasi bekisting kolom dilaksanakan selama dua hari.
3. Pengecoran kolom dilaksanakan H+1 setelah instalasi bekisting.
4. Pembongkaran bekisting kolom dilaksanakan H+1 setelah pengecoran.
5. Pekerjaan balok dan plat zona 1 dapat dimulai setelah pembongkaran bekisting kolom zona 4
6. Pengerjaan instalasi bekisting balok dan plat dilaksanakan selama 2 hari tiap zona.
7. Pengerjaan instalasi besi dilaksanakan selama 2 hari tiap zona.
8. Pengecoran balok dan plat dilaksanakan H+1 setelah instalasi besi.

9. Pembongkaran bekisting plat dapat dilaksanakan H+14 setelah pengecoran sedangkan bekisting balok dapat dibongkar H+21 setelah pengecoran.

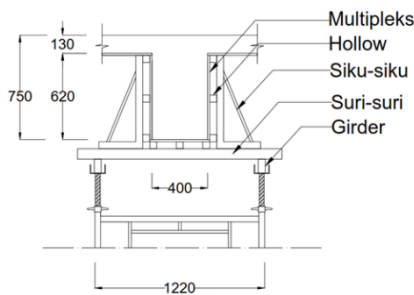
**Desain Bekisting**

Untuk menemukan desain bekisting yang sesuai, langkah awal yang dilakukan adalah membuat gambar rencana dari masing-masing bekisting sebagai berikut:



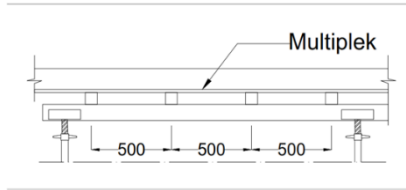
**Gambar 4.** Desain Bekisting Kolom

Sumber: Hasil Analisis



**Gambar 5.** Desain Bekisting Balok

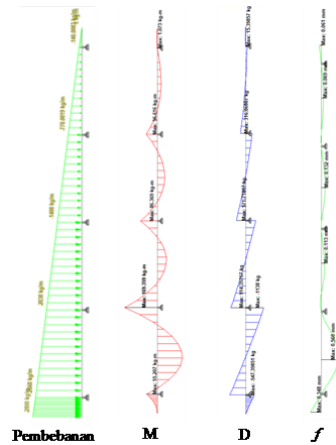
Sumber: Hasil Analisis



**Gambar 6.** Desain Bekisting Plat

**Hasil Analisis**

Dari gambar rencana yang telah dibuat, dilanjutkan dengan perhitungan beban yang bekerja pada masing-masing elemen. Perhitungan statika dilakukan menggunakan bantuan software *STAAD.Pro* dengan memasukkan beban yang telah dihitung pada desain elemen bekisting yang direncanakan.



**Gambar 7.** Hasil Perhitungan *STAAD.Pro*

Sumber: Hasil Analisis

Hasil yang didapatkan dari perhitungan statika tersebut digunakan untuk melakukan kontrol terhadap gaya – gaya yang diizinkan. Hasil dari perhitungan kekuatan bekisting terdapat pada **Tabel 4** berikut:

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Kekuatan Bekisting

Item	$\sigma$	$\sigma_{izin}$	Kontrol	$\tau$	$\tau_{izin}$	Kontrol	$f$	$f_{izin}$	Kontrol
Bekisting Kolom									
Multiplex (t = 18 mm)	28,8	41,67	OK	2,38	5	OK	0,52	0,6	OK
Hollow Penyangga (75.75.3,2)	842,6	1600	OK	191,22	928	OK	0,56	1,8	OK
Bekisting Balok									
Multiplex Tembereng (t = 15 mm)	39,2	41,67	OK	2,79	5	OK	0,64	0,78	OK
Hollow Tembereng (50.50.2,3)	915,9	1600	OK	112,52	928	OK	0,65	2,29	OK
Multiplex Bodeman (t = 15 mm)	12,9	41,67	OK	1,22	5	OK	0,05	0,50	OK
Hollow Bodeman (50.50.2,3)	1007,9	1600	OK	123,82	928	OK	0,72	2,29	OK
Suri-suri ( Hollow 75.75.3,2)	1304	1600	OK	72,54	928	OK	2,18	3,05	OK
Gelagar (Hollow 100.50.2,3)	1042	1600	OK	43,45	928	OK	3,86	4,58	OK

Bekisting Plat									
Multiplek (t = 18 mm)	26,29	41,67	OK	1,412	5	OK	0,83	1,25	OK
Suri-suri ( Hollow 75.75.3,2)	385,61	1600	OK	42,70	928	OK	0,80	3,05	OK
Gelagar (Hollow 100.50.2,3)	331,38	1600	OK	62,58	928	OK	0,17	2,29	OK

Sumber: Hasil Analisis

Pada perhitungan perancah, kontrol dilakukan dengan membandingkan beban yang terjadi dengan beban maksimum perancah yang telah direduksi. Perancah yang digunakan untuk balok dan plat direncanakan menggunakan scaffolding MF-1217 yang memiliki kapasitas beban 2500 kg per kaki. Dengan faktor reduksi 0,5 beban yang mampu ditahan oleh scaffolding adalah:

$$P_{maks} = 0,5 \times 2500 = 1250 \text{ kg}$$

Hasil kontrol kekuatan perancah pada pekerjaan balok dan plat terdapat pada **Tabel 5** sebagai berikut:

**Tabel 4.** Kontrol Perancah

Item	Beban yang terjadi (P)	Kapasitas Beban (P <sub>maks</sub> )	Kontrol (P < P <sub>maks</sub> )
Balok	798,49	1250 kg	OK
Plat	236 kg	1250 kg	OK

Sumber: Hasil Analisis

**Metode Pelaksanaan**

1. Pelaksanaan Bekisting Kolom

Pelaksanaan bekisting kolom dimulai dari fabrikasi bekisting. Bekisting yang telah difabrikasi selanjutnya dipindahkan pada lokasi kolom yang telah terpasang besi. Pemandahan bekisting dilakukan dengan menggunakan bantuan tower crane. Selanjutnya dilakukan instalasi support element bekisting kolom dan dilakukan kontrol terhadap ketegakan, kerapatan dan kekuatan. Pengecoran dilakukan setelah bekisting terpasang dan dinyatakan memenuhi persyaratan. Pembongkaran dilakukan H+1 pengecoran kolom.

2. Pelaksanaan Bekisting Balok dan Plat

Pelaksanaan bekisting balok dan plat dimulai dengan memasang scaffolding berdasarkan gambar rencana yang telah dibuat. Setelah scaffolding terpasang dilanjutkan dengan pemasangan gelagar dan suri-suri dan dilanjutkan dengan instalasi bekisting beserta support element diatasnya. Pengecoran dapat dilakukan ketika besi sudah terpasang dan semua elemen dinyatakan memenuhi persyaratan. Pembongkaran dilakukan pada H+14 pengecoran untuk pekerjaan plat dan H+21 pengecoran untuk pekerjaan balok.

**Analisis BoQ**

Analisis BoQ dihitung untuk setiap jenis elemen yang terdapat pada masing-masing zona dan masing-masing lantai. Rekapitulasi perhitungan volume bekisting kolom, balok dan plat terdapat pada **Tabel 6** seperti berikut:

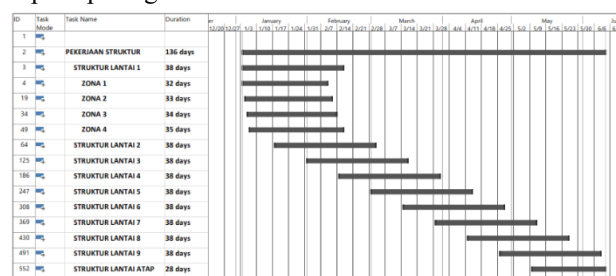
**Tabel 5.** Rekapitulasi Bill of Quantity

Lantai	Volume Bekisting (m <sup>2</sup> )		
	Kolom	Balok	Plat
Lantai 1	1260,767		
Lantai 2	947,2	1942,786	2262,07
Lantai 3	947,2	1758,87	2159,43
Lantai 4	947,2	1791,35	2159,43
Lantai 5	947,2	1791,35	2159,43
Lantai 6	947,2	1756	2121,59
Lantai 7	947,2	1779,84	2159,43
Lantai 8	1081,6	1798,16	1981,9
Lantai 9	908,8	1778,437	1981,9
Lantai Atap	67,2	2120,3	4323
Lantai Atap Lift		159,39	87
Total Volume	9.001,57	16.676,48	19.613,17

Sumber : Hasil Analisis

**Penjadwalan**

Penyusunan penjadwalan diasumsikan 6 hari kerja dengan masuk hari Senin hingga Sabtu. Pekerjaan struktur diasumsikan dimulai pada Senin, 4 Januari 2021. Penyusunan penjadwalan menggunakan bantuan aplikasi Microsoft Project untuk mempermudah dalam penyusunan penjadwalan. Penjadwalan dibuat berdasarkan strategi dan metode pelaksanaan yang telah dibuat untuk dapat menargetkan durasi dari masing-masing pekerjaan. Dari target durasi tersebut dapat disusun dalam Microsoft Project seperti pada gambar berikut.



**Gambar 8.** Penjadwalan

Sumber: Hasil Analisis

**Analisa Harga Satuan Pekerjaan**

AHSP dipengaruhi oleh koefisien yang menunjukkan nilai satuan bahan, alat serta upah tenaga kerja maupun alat yang digunakan sebagai acuan merencanakan biaya dan durasi pekerjaan. Contoh perhitungan koefisien diuraikan sebagai berikut:

Untuk satu set bekisting kolom 800 x 800 dengan tinggi 5 m diketahui data sebagai berikut :

Luas Bekisting = 16 m<sup>2</sup>  
 Jumlah multipleks 15 mm = 16 m<sup>2</sup>  

$$= \frac{16 \text{ m}^2}{(1,22 \times 2,44)} = 5,4 \text{ lembar}$$
  
 Koefisien Multiplek =  $\frac{\text{Jumlah Multiplek}}{\text{Luas Bekisting}}$  / siklus pakai  

$$= \frac{5,4}{16} / 5$$
  

$$= 0,067 \text{ lembar}$$

Salah satu ontoh AHSP terdapat pada **Tabel 7** berikut:

**Tabel 6.** Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Tenaga	Koef.	Harga (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Mandor	0,026 o.h	135.000	3.510
Tukang	0,260 o.h	115.000	29.900
Pembantu Tukang	0,520 o.h	100.000	52.000
Bahan	Koef.	Harga (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Multipleks 15 mm	0,067	303.905	20.418
Hollow 75.75.3,2	0,017	666.400	11.107
Minyak Bekisting	0,200	22.000	4.400
Sewa Alat	Koef.	Harga (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Waller Column	0,313	60.000	18.750
Push Pull Prop	0,250	35.000	8.750

Sumber: Hasil Analisis

**Rencana Anggaran Biaya**

Perhitungan RAB dilaksanakan setelah BoQ dan AHSP diketahui. Rumus perhitungan RAB adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan.}$$

Hasil Perhitungan RAB pekerjaan perancah dan bekisting terdapat pada **Tabel 8** sebagai berikut:

**Tabel 7** Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Item	Total volume (m <sup>2</sup> )	Harga Satuan	Harga Total
Kolom	9.001,57	Rp.156.277	Rp.1.406.734.768
Balok	16.676,48	Rp.164.361	Rp.2.740.956.342
Plat	19.613,17	Rp.157.914	Rp.3.097.182.393
<b>Total Biaya</b>			<b>Rp.7.244.874.000</b>

Sumber: Hasil Analisis

**4. KESIMPULAN**

Dari hasil pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengerjaan bekisting dilakukan dengan membagi pekerjaan menjadi empat zona. Pada pekerjaan kolom direncanakan ketersediaan material sebanyak dua zona, sementara pada pekerjaan balok dan plat direncanakan ketersediaan material sebanyak dua lantai atau 8 zona.
2. Pada perencanaan desain bekisting semi sistem untuk pekerjaan kolom digunakan multiplek 15 mm dengan penyangga hollow 75.75.3,2. bekisting balok menggunakan multiplek 15 mm dengan penyangga hollow 50.50.2,3 sedangkan bekisting plat menggunakan multiplek 18 mm dengan penyangga hollow 75.75.3,2.
3. Durasi yang dibutuhkan unruk menyelesaikan pekerjaan struktur lantai 1-9 dengan luasan 7.938 m2 adalah 136 hari meliputi pekerjaan kolom, balok dan plat.
4. Total biaya pekerjaan perancah dan bekisting pada lantai 1-9 adalah sebesar Rp7.244.874.000.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] Muis, A., & Trijeti, T. “Analisis Bekisting Metode Semi Sistem dan Metode Sistem Pada Bangunan Gedung”. *Konstruksia*, 4.2. 2013.

[2] H. S. Pratama, R. K. Anggraeni, A. Hidayat, dan R. R. Khasani, “Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Semi Sistem dan Sistem (Peri) Pada Kolom Gedung Bertingkat,” *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 303-313, Mar. 2017.

[3] S. Sumargo, and A. R. Nata, "Keruntuhan Perancah Scaffolding Saat Pelaksanaan Pengecoran," *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, vol. 14, no. 1, pp. 1-12, Feb. 2012.

[4] Aek, P., & Wijaya, H. S. “Analisa 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, Oct. 2019.

[5] Ruslan, U., Nuroji, N., & Partono, W. *ANALISIS BEKISTING TERHADAP WAKTU SIKLUS PENGECORAN LANTAI PADA GEDUNG BERTINGKAT* (Doctoral dissertation, magister teknik sipil), 2011.

[6] Wigbout, F.Ing,“Pedoman Tentang Bekisting (Kotak Cetak)”. Jakarta : Erlangga, 1997