

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

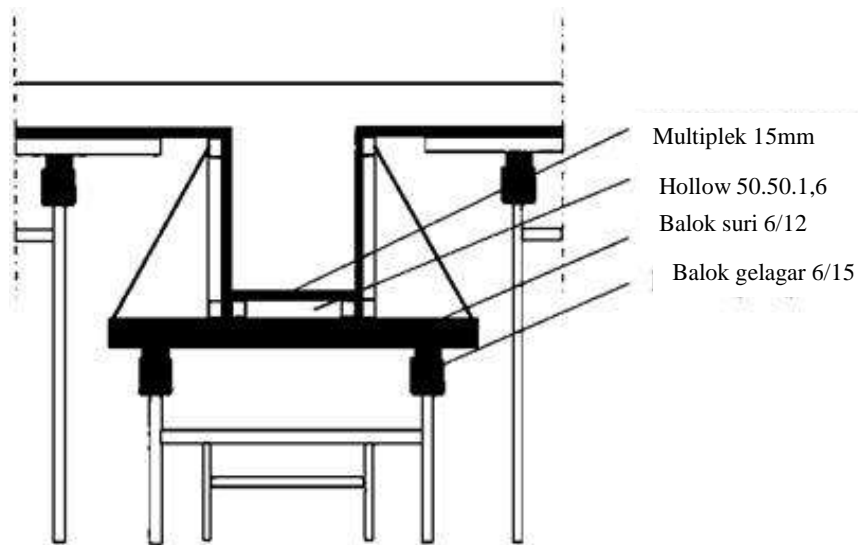
4.1. Analisa Perkuatan Bekisting

Sebelum dilaksanakan pekerjaan bekisting terlebih dahulu dilakukan beberapa analisa yang dapat menunjang kelancaran pekerjaan tersebut. Pada sub bab ini dilakukan analisa perkuatan bekisting untuk mengetahui kekuatan bekisting tersebut saat menerima beban sendiri dan pada waktu dilakukan pengecoran. Analisa perkuatan bekisting meliputi perhitungan sebagai berikut :

- a. Perhitungan perkuatan bekisting balok semi sistem
- b. Perhitungan perkuatan bekisting pelat semi sistem

4.1.1. Perhitungan Perkuatan Bekisting Balok Semi Sistem

Berikut ini adalah komponen material perkuatan yang akan dihitung dalam bekisting balok semi system, gambar komponen material bekisting semi system dapat dilihat pada gambar 4.1 :



Gambar 4.1. Sketsa Material Perkuatan Bekisting Balok Semi Sistem

Pada perhitungan ini menggunakan struktur balok B1 yang ada pada Pekerjaan Revitalisasi Dan Pengembangan Asrama Haji Palangka Raya. Berikut ini adalah data-data yang digunakan pada perhitungan perkuatan bekisting pada balok.

Dimensi balok :

$$\text{Lebar balok} = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi balok} = 0,50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

$$\sigma \text{ kayu} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma \text{ hollow} = 1.600 \text{ kg/cm}^2$$

$$E \text{ kayu} = 100.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E \text{ hollow} = 2.000.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$B_j \text{ beton} = 2.400 \text{ kg/cm}^3$$

$$B_j \text{ kayu} = 800 \text{ kg/cm}^3$$

a. Perhitungan Perkuatan Bekisting Balok Multiplek 15mm

Pada perhitungan perkuatan bekisting balok menggunakan multiplek penolic dengan tebal 15mm. Berikut data-data dan perhitungannya.

$$\text{Tebal multiplek (t)} = 0,015 \text{ m} = 1,5 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak suri (b)} = 0,75 \text{ m} = 75 \text{ cm}$$

- Momen

$$\text{Berat balok} = 0,75 \times 0,5 \times 2.400 = 900 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban kejut} &= 25\% \times 900 = \underline{225 \text{ kg/m}} + \\ &1125 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{Beban pekerja} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban alat kerja} = 10 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Berat multiplek} &= 0,015 \times 800 = \underline{12 \text{ kg/m}^2} + \\ &122 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= 1125 + 122 \times 0,75 \\ &= 935,25 \text{ kg/m} = 9,3525 \text{ kg/cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M &= 1/8 \times q \times L^2 \\ &= 1/8 \times 935,25 \times 0,25^2 \\ &= 7,31 \text{ kg.m} \\ &= 731 \text{ kg.cm} \end{aligned}$$

- Tegangan lentur

$$W = 1/6 \times b \times t^2$$

$$= 1/6 \times 75 \times 1,5^2$$

$$= 28,125 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

$$= 731/28,125$$

$$= 25,99 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma \leq \sigma \text{ ijin}$$

$$25,99 \text{ kg/cm}^2 \leq 100 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots (\text{OK})$$

- Lendutan

$$I = 1/12 \times b \times t^3$$

$$= 1/12 \times 75 \times 1,5^3$$

$$= 21,09 \text{ cm}^4$$

$$\delta = \frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E \times I}$$

$$= 5/384 \times 9,3525 \times 36,450$$

$$= 0,044 \text{ cm}$$

$$\delta \leq \delta \text{ ijin}$$

$$0,044 \text{ cm} \leq L/480$$

$$0,044 \text{ cm} \leq 25/480$$

$$0,044 \text{ cm} \leq 0,052 \text{ cm} \dots\dots (\text{OK})$$

Untuk hasil perhitungan perkuatan hollow 50.50.2, balok suri 6/12, dan balok gelagar 6/15 akan ditabelkan dan dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :

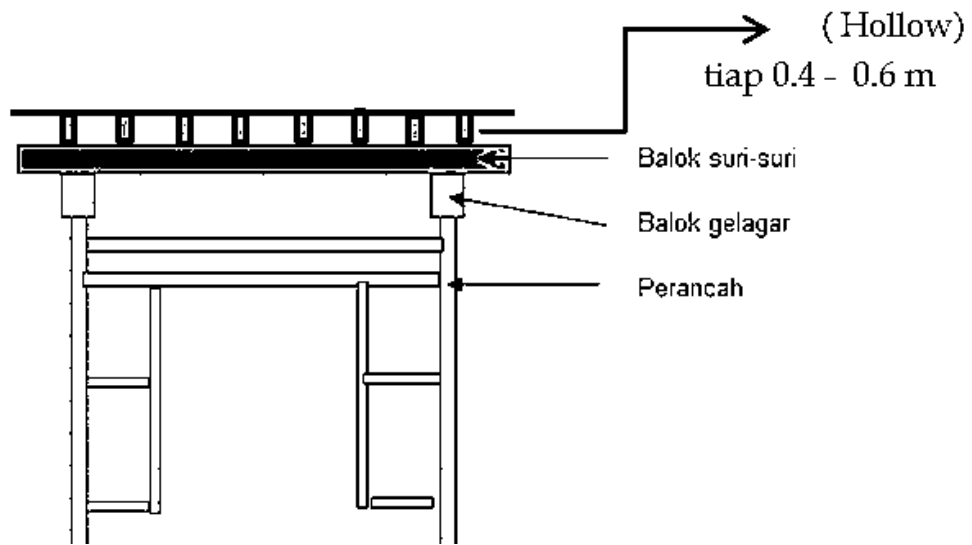
b. Hasil Perhitungan Perkuatan Bekisting Balok Multiplek 15mm

Tabel 4.1. Hasil Perhitungan Perkuatan Bekisting Balok Utama Semi Sistem

Material	Tegangan Lentur	Lendutan
Multiplek 15mm	OK	OK
Hollow 50.50.2	OK	OK
Balok suri 6/12	OK	OK
Balok gelagar 6/15	OK	OK

4.1.2. Perhitungan Perkuatan Bekisting Pelat Semi Sistem

Berikut ini adalah komponen material perkuatan yang akan dihitung dalam bekisting pelat semi sistem dan gambar komponen pelat semi system dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut ini :



Gambar 4.2. Sketsa Material Perkuatan Bekisting Pelat Semi Sistem

Pada perhitungan ini menggunakan struktur pelat tebal 13cm yang ada pada Pekerjaan Revitalisasi Dan Pengembangan Asrama Haji Palangka Raya. Berikut ini adalah data-data yang digunakan pada perhitungan perkuatan bekisting pada balok.

Dimensi pelat :

$$\text{Tebal pelat} = 0,13 \text{ m} = 13 \text{ cm}$$

$$\sigma \text{ kayu} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma \text{ hollow} = 1.600 \text{ kg/cm}^2$$

$$E \text{ kayu} = 100.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E \text{ hollow} = 2.000.000 \text{ kg/cm}^2$$

$$Bj \text{ beton} = 2.400 \text{ kg/cm}^3$$

$$Bj \text{ kayu} = 800 \text{ kg/cm}^3$$

a. Perhitungan Perkuatan Bekisting Pelat Multiplek 15mm

Pada perhitungan perkuatan bekisting pelat menggunakan multiplek penolic dengan tebal 15mm. Berikut data-data dan perhitungannya.

$$\text{Tebal multiplek (t)} = 0,015 \text{ m} = 1,5 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak hollow (L)} = 0,4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak gelagar (b)} = 1,2 \text{ m} = 120 \text{ cm}$$

- Momen

$$\text{Berat beton} = 0,13 \times 1,2 \times 2.400 = 374,4 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban kejut} = 25\% \times 374,4 = \frac{93,6 \text{ kg/m}}{468 \text{ kg/m}}$$

$$\text{Beban pekerja} = = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban alat kerja} = = 10 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat multiplek} = 0,015 \times 800 = \frac{12 \text{ kg/m}^2}{122 \text{ kg/m}^2}$$

$$q = 468 + 122 \times 1,2$$

$$= 708 \text{ kg/m}$$

$$= 7,08 \text{ kg/cm}$$

$$\begin{aligned}
 M &= 1/8 \times q \times L^2 \\
 &= 1/8 \times 708 \times 0,4^2 \\
 &= 14,16 \text{ kg.m} \\
 &= 1416 \text{ kg.cm}
 \end{aligned}$$

- Tegangan lentur

$$\begin{aligned}
 W &= 1/6 \times b \times t^2 \\
 &= 1/6 \times 120 \times 1,5^2 \\
 &= 45 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{M}{W} \\
 &= 1416/45 \\
 &= 31,47 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\sigma \leq \sigma_{ijin}$$

$$31,47 \text{ kg/cm}^2 \leq 100 \text{ kg/cm}^2 \dots \dots \dots \text{OK}$$

- Lendutan

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{1}{12} \times b \times t^3 \\
 &= \frac{1}{12} \times 120 \times 1,5^3 \\
 &= 33,75 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \delta &= \frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E \times I} \\
 &= 5/384 \times 7,08 \times (40^4 / (100000 \times 33,75)) \\
 &= 0,07 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\delta \leq \delta \text{ ijin}$$

$$= 0,07 \text{ cm} \leq L/480$$

$$= 0,07 \text{ cm} \leq 40/480$$

$$0,07 \text{ cm} \leq 0,083 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{ OK}$$

Untuk hasil perhitungan perkuatan hollow 50.50.2, Multiplek 15 mm dan balok gelagar 6/12 akan ditabelkan dan dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini :

b. Hasil Perhitungan Perkuatan Bekisting Pelat Multiplek 15mm

Tabel 4.2. Hasil Perhitungan Perkuatan Bekisting Pelat Semi Sistem

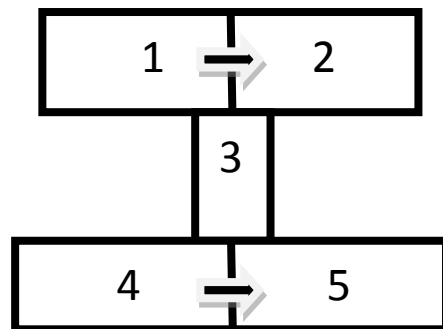
Material	Tegangan Lentur	Lendutan
Multiplek 15mm	OK	OK
Hollow 50.50.2	OK	OK
Balok gelagar 6/12	OK	OK

4.2. Metode Pelaksanaan

Seperti yang telah disebutkan pada bab sebelumnya, dalam satu tower akan dibagi menjadi 5 zona per lantai . Tiap lantai konstruksi akan dilengkapi setiap minggunya meliputi pemasangan dan pembongkaran bekisting.

Gambar zona dapat dilihat pada halaman selanjutnya pada gambar 4.3

Berikut gambar model zona :



Gambar 4.3. Denah tower dengan 5 zona

4.2.1. Pekerjaan Bekisting Balok dan Pelat Semi Sistem

1. Pemasangan perancah balok
2. Pemasangan kayu gelagar balok
3. Pemasangan kayu suri balok
4. Pemasangan bodeman (multiplek horizontal dan hollow)
5. Pemasangan tembereng (multiplek vertikal dan hollow)
6. Pemasangan pengaku (pengunci balok)
7. Pemasangan perancah pelat
8. Pemasangan kayu gelagar pelat
9. Pemasangan hollow pelat
10. Pemasangan multiplek pelat
11. Pembesian balok dan pelat

4.3. Strategi Rotasi Bekisting

- a. Strategi rotasi bekisting 1 lantai dapat dilihat pada **Gambar 3.2.**
- b. Strategi rotasi bekisting 1,5 lantai dapat dilihat pada **Gambar 3.3.**
- c. Strategi rotasi bekisting 2 lantai dapat dilihat pada **Gambar 3.4.**

4.4. Perhitungan Kebutuhan Material

Setelah melakukan perhitungan perkuatan bekisting, selanjutnya dilakukan analisa kebutuhan material. Analisa ini dimaksudkan untuk mengetahui jumlah kebutuhan material yang digunakan dengan tepat. Dari jumlah kebutuhan material yang dihasilkan, dapat menunjang keakuratan perhitungan biaya pekerjaan bekisting secara keseluruhan. Analisa kebutuhan material bekisting meliputi perhitungan sebagai berikut :

- a. Perhitungan kebutuhan material bekisting balok semi sistem
- b. Perhitungan kebutuhan material bekisting pelat semi sistem

4.4.1. Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Balok Semi Sistem

Zona 1

Perhitungan kebutuhan yang ditinjau pada zona 1 adalah meliputi material perancah, base jack, u-head, cross brace, support, balok gelagar, balok suri, multiplek, hollow, pengunci balok (besi siku), paku dan skrup.

a. Contoh Perhitungan Kebutuhan Multiplek Balok 15mm Pada

Zona 1

Pada perhitungan kebutuhan material bekisting balok menggunakan contoh balok B1 di Zona 1. Dimensi balok dengan tinggi 50cm dan lebar 25cm, sedangkan panjang efektif balok 4,75m. Jumlah balok B1 pada zona 1 sebanyak 26 buah. Berikut data-data dan perhitungannya.

► Tipe Balok B1 memanjang Zona 1 dengan panjang eff 4,75 m:

$$b \text{ balok} = 0,25 \text{ m}$$

$$h \text{ balok} = 0,50 \text{ m}$$

$$h \text{ eff} = 0,50 - 0,13 \\ = 0,37$$

$$\text{Tebal pelat} = 0,13 \text{ m}$$

$$\text{panjang efektif} = 4,75 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah bentang} = 26 \text{ buah/bentang}$$

1) Multiplek bodeman

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= b \text{ balok} \times \text{panjang efektif} \times \text{jumlah} \\ &= 0,25 \times 4,75 \times 26 \\ &= 30,875 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2) Multiplek tembereng

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= h \text{ eff} \times \text{panjang eff} \times 2 \times \text{jumlah} \\ &= 0,37 \times 4,75 \times 2 \times 26 \\ &= 91,39 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Contoh Perhitungan Kebutuhan Balok Suri 6/12 Balok Pada Zona 1

Pada perhitungan kebutuhan balok suri 6/12 pada balok menggunakan contoh balok B1 di Zona 1. Dimensi balok dengan tinggi 50cm dan lebar 25cm, sedangkan panjang efektif balok 4,75m.

Jarak antar balok suri 0,75m. Jumlah balok B1 pada zona 1 sebanyak 26 buah. Berikut data-data dan perhitungannya.

► Tipe Balok B1 memanjang Zona 1 dengan panjang eff 4,75 m:

Jarak Balok suri : 0,75 m
 Panjang eff : 4,75 m
 Jumlah bentang : 26 bentang
 Jumlah balok suri per modul: $\frac{\text{Panjang efektif}}{\text{jarak balok suri}}$

$$: \frac{4,75 \text{ m}}{0,75 \text{ m}} = 7 \text{ btg}$$

1) Balok Suri

Volume = jumlah balok suri per modul x jumlah
 $= 7 \times 26$
 $= 175 \text{ batang}$

Untuk perhitungan volume material lainnya akan ditabelkan pada Tabel 4.3 berikut ini.

c. Hasil Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Balok

Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Balok Semi Sistem Untuk Strategi Rotasi Bekisting 1 Lantai

Material	Kebutuhan	Satuan
Multiplek bodeman	427,18	m ²
Multiplek tembereng	1400,1	m ²

Hollow bodeman	3956	m
Hollow tembereng	7818	m
Material	Kebutuhan	Satuan
Balok gelagar	3475	m
Balok suri	3668	batang
Perancah	967	buah
Base jack	1932	buah
U-head	1932	buah
Cross brace	1932	buah
Support	481	buah
Besi siku	750	m
Skrup	10,2	doz
Paku	98,7	kg

4.4.2. Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Pelat Semi Sistem Pada

Zona 1

Perhitungan kebutuhan yang ditinjau adalah meliputi material perancah, base jack, u-head, cross brace, support, balok gelagar, multiplek penolic, hollow dan paku.

a. Contoh Perhitungan Kebutuhan Multiplek Pelat 15mm pada

Zona 1

Pada perhitungan kebutuhan multiplek 15mm pada pelat S1 di zona 1 dengan lebar 5,75m dan panjang 6,241m. Jumlah pelat S1 pada zona 1 sebanyak 13 buah. Berikut perhitungannya.

$$\begin{aligned}
 \blacktriangleright \text{Luas pelat S-1 zona 1} &= \text{lebar} \times \text{panjang} \times \text{jumlah modul} \\
 &= 5,75 \text{ m} \times 6,241 \text{ m} \times 13 \\
 &= 466,52 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan volume material lainnya akan ditabelkan pada Tabel 4.4 dibawah ini :

b. Hasil Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting

Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Pelat Semi Sistem untuk Strategi Rotasi Bekisting 1 Lantai.

Material	Kebutuhan	Satuan
Multiplek	3318,8	m ²
Perancah	1760	buah
Cross brace	3520	buah
Support	660	buah
Base jack	3520	buah
U-head	3520	buah
Balok gelagar	4399,32	m
Hollow	8918,3	m
paku	179,22	kg

4.5 Analisa Produktivitas Dan Durasi

Perhitungan material yang ditinjau adalah perhitungan volume kebutuhan material berdasarkan rotasi bekisting yang digunakan.

Dalam hal ini terdapat beberapa material yang tidak bisa dipakai terus-menerus dalam pekerjaan bekisting karena memiliki masa pakai tertentu.

4.5.1. Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Balok Dan Pelat Semi Sistem

Perhitungan kebutuhan yang ditinjau adalah meliputi material perancah, base jack, u-head, cross brace, support, balok gelagar, balok suri, multiplek, hollow, pengunci balok (besi siku), paku dan skrup. Dan berikut ini adalah masa pemakaian material balok semi sistem pada Tabel 4.5 dapat dilihat dihalaman selanjutnya.

Tabel 4.5. Masa Pakai Material Bekisting Balok Dan Pelat Semi Sistem

Material	Masa Pakai
Multiplek phenolic 15mm	6 kali pakai
Hollow 50.50.2	selamanya
Kayu 6/12	tereduksi 10 % tiap lantai
Skrup	tiap pergantian multiplek
Paku	sekali pakai

**a. Contoh Perhitungan Kebutuhan Multiplek Balok dan Pelat 15mm
berdasar rotasi 1 lantai**

$$\begin{aligned}\text{Luas multiplek (1 lembar)} &= 1,2\text{m} \times 2,4\text{m} \\ &= 2,88 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Volume multiplek 1 lantai} = 5147,72 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Material 1 lantai} &= \frac{\text{volume multiplek 1 lantai}}{\text{Luas multiplek}} \\ &= \frac{5147,72 \text{ m}^3}{2,88 \text{ m}^2} \\ &= 1787,4 \text{ lembar}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan material 1 lantai} &= 1787,4 \text{ lembar} \times 1 \\ &= 1787,4 \text{ lembar}\end{aligned}$$

**b. Contoh Perhitungan Kebutuhan Multiplek Balok dan Pelat 15mm
berdasar rotasi 1,5 lantai**

$$\begin{aligned}\text{Luas multiplek (1 lembar)} &= 1,2\text{m} \times 2,4\text{m} \\ &= 2,88 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Volume multiplek 1 lantai} = 5147,72 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Material 1 lantai} &= \frac{\text{volume multiplek 1 lantai}}{\text{Luas multiplek}} \\ &= \frac{5147,72 \text{ m}^3}{2,88 \text{ m}^2} \\ &= 1787,4 \text{ lembar}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan material 1,5 lantai} &= 1787,4 \text{ lembar} \times 1,5 \\ &= 2680,5 \text{ lembar}\end{aligned}$$

**c. Contoh Perhitungan Kebutuhan Multiplek Balok dan Pelat 15mm
berdasar rotasi 2 lantai**

$$\begin{aligned}\text{Luas multiplek (1 lembar)} &= 1,2\text{m} \times 2,4\text{m} \\ &= 2,88 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Volume multiplek 1 lantai} = 5147,72 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Material 1 lantai} &= \frac{\text{volume multiplek 1 lantai}}{\text{Luas multiplek}} \\ &= \frac{5147,72 \text{ m}^3}{2,88 \text{ m}^2} \\ &= 1787,4 \text{ lembar}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan material 2 lantai} &= 1787,4 \text{ lembar} \times 2 \\ &= 3573,7 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Untuk hasil kebutuhan material balok semi sistem berdasarkan rotasinya dapat dilihat pada Tabel 4.6 di halaman selanjutnya:

Tabel 4.6 Hasil Kebutuhan Material Balok Dan Pelat Semi Sistem Berdasarkan Tiap Strategi Rotasi Bekisting

Material	Rotasi 1	Rotasi 1,5	Rotasi 2	SAT
Multiplek 15mm	1787,4	2680,5	3573,7	lb
Hollow 50.50.1,6	2580,4	3871,6	5161,8	btg
Kayu 6/12	9,2	13,8	18,3	m3
Pengunci balok	438	657	876	bh
Skrup	6	9	11	box
Paku	56	84	113	kg
Material	1	1.5	2	SAT
Perancah	2298	3447	4596	bh
Cross brace	4596	6895	9193	bh
U-head	4596	6895	9193	bh
Material	Rotasi 1	Rotasi 1,5	Rotasi 2	SAT
Base jack	4596	6895	9193	bh
Support	929	1394	1858	bh

4.5.2. Perhitungan Durasi Waktu Pekerjaan Bekisting Balok dan Pelat

Semi Sistem Skenario 5 Zona Berdasar Rotasi Bekisting

Dari hasil penjadwalan pelaksanaan pekerjaan bekisting pelat dan balok semi sistem berdasarkan rotasi dan pembagian zona sesuai penjadwalan diperoleh sebagai berikut :

a. Perhitungan Durasi Waktu dan Tenaga Kerja Bekisting Pelat Pada Tiap Zona

Dalam hal ini untuk produktivitas tiap zona diambil luasan zona yang paling besar yaitu zona 4 dengan luas 803,71 m².

Untuk kebutuhan pekerja didapat dari referensi dan pengalaman di lapangan, untuk 1 hari kerja atau 8 jam kerja, kapasitas 1 orang tukang 3 m²/hari/orang.(SNI 7394:2008 (6.24)) Kondisi ini juga dipengaruhi oleh banyak faktor seperti : kondisi lapangan, cuaca, ataupun skill dari orang itu sendiri.

Perhitungan kebutuhan durasi waktu dengan 1 orang pekerja adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} &= \text{Luas zona 4} : \text{Kapasitas pekerja} \\ &= 803,71 \text{ m}^2 : 3 \text{ m}^2/\text{hari} = 267,9 \text{ hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan pekerja / tukang :

Asumsi untuk zona 4 diselesaikan dalam waktu 3 hari.

$$\text{Kebutuhan tukang} = 267,9 \text{ hari} : 3 \text{ hari} = 89,3 \text{ orang} = 90 \text{ orang}$$

Jadi untuk durasi waktu perantai adalah :

Jadi untuk per lantai dengan menggunakan skenario 5 zona pada diperoleh durasi = 3 hari x 5 = 15 hari.

b. Perhitungan Durasi Waktu dan Tenaga Kerja Bekisting Balok Pada Tiap Zona

Dalam hal ini untuk produktivitas tiap zona diambil luasan zona yang paling besar yaitu zona 4 dengan luas 451,9 m².

Kebutuhan durasi waktu untuk 1 orang pekerja adalah :

$$\begin{aligned} &= \text{Luas zona 4} : \text{Kapasitas pekerja} \\ &= 451,9 \text{ m}^2 : 3 \text{ m}^2/\text{hari} = 150,63 \text{ hari} \end{aligned}$$

Kebutuhan Tukang :

Asumsi untuk zona 4 diselesaikan dalam waktu 3 hari.

$$\text{Kebutuhan tukang} = 150,63 \text{ hari} : 3 \text{ hari} = 50,21 \text{ orang} = 51 \text{ orang}$$

Jadi kebutuhan durasi waktu untuk per lantai dengan menggunakan skenario 5 zona diperoleh durasi = 3 hari x 5 = 15 hari.

c. Durasi pekerjaan bekisting pelat dan balok semi sistem berdasarkan rotasi dengan skenario 5 zona

Dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini :

Tabel 4.7 Durasi pekerjaan bekisting pelat dan balok semi sistem berdasarkan rotasi dengan skenario 5 zona

<i>Skenario 5 zona</i>	
Rotasi	Durasi
1 Lantai	279 Hari
1,5 Lantai	199 Hari
2 Lantai	149 Hari

4.6. Analisa Biaya

Analisa biaya pekerjaan bekisting dilakukan dengan mengikuti metode perhitungan kontraktor. Dalam analisa ini lebih ditekankan pada perhitungan material per unit dan upah pekerjaan secara borongan dari data proyek. Analisa biaya bekisting meliputi perhitungan sebagai berikut :

- a. Perhitungan biaya bekisting balok semi sistem
- b. Perhitungan biaya bekisting pelat semi sistem

► Perhitungan Biaya Bekisting Balok dan Pelat Semi Sistem dengan skenario 5 zona

Dalam skenario ini, dalam luasan 1 lantai gedung dibagi menjadi 5 zona (5 luasan per lantainya).

Hal ini diperuntukan untuk mempermudah metode pelaksanaan pekerjaan struktur atas gedung.

4.6.1. Biaya Bekisting Balok Semi Sistem Skenario 5 Zona

Perhitungan biaya yang ditinjau adalah meliputi material perancah, base jack, u-head, cross brace, support, balok gelagar, balok suri, multiplek, hollow, pengunci balok(besi siku), skrup dan paku.

Terdapat beberapa material yang tidak bisa dipakai terus-menerus dalam pekerjaan bekisting karena memiliki masa pakai tertentu.

a. Harga Material dan Upah

Berikut adalah harga material untuk pekerjaan bekisting balok semi system dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Harga Material bekisting Balok semi Sistem

Item	Harga	Satuan
Multiplek phenolic 15mm	Rp. 290.000,00	/lembar
Hollow 50.50.2	Rp. 180.000,00	/batang
Kayu 6/12	Rp. 1.800.000,00	/m ³
Besi siku	Rp. 55.000,00	/batang
Skrup	Rp. 150.000,00	/doz
Paku	Rp. 9.800,00	/kg
Perancah (sewa)	Rp. 6.500,00	/buah/bulan
Cross brace (sewa)	Rp. 4.250,00	/buah/bulan
U-head (sewa)	Rp. 3.750,00	/buah/bulan
Base jack (sewa)	Rp. 3.500,00	/buah/bulan
Support (sewa)	Rp. 8.500,00	/buah/bulan

(sumber : Survey Harga Material, 2015)

Dan hasil dari survey tahun 2015 untuk upah tenaga kerja per meter didapat harga Rp. 33.099.

b. Biaya Pekerjaan Multiplek Phenolic

Sebelum menghitung biaya, telah diketahui bahwa metode pelaksanaan bekisting menggunakan rotasi 1 lantai, 1,5 lantai, dan 2 lantai.

Pada Intinya perbandingan rotasi-rotasi tersebut adalah untuk membuat siklus pekerjaan struktur tetap berjalan sehingga tidak terjadi posisi *idle* (tidak terjadi kegiatan) dimana untuk pekerjaan struktur dilantai berikutnya tidak harus menunggu pembongkaran bekisting yang disebabkan oleh pengaruh umur beton, berikut contoh perhitungan biaya pekerjaan bekisting balok semi sistem berdasarkan strategi rotasi bekisting pada Pekerjaan Revitalisasi dan Pengembangan Asrama Haji Palangka Raya :

1. Contoh perhitungan biaya Multiplek 15 mm berdasar rotasi

1 lantai :

a) Kebutuhan multiplek 15mm sesuai perhitungan volume

material 1 lantai = 635 lembar

Biaya = kebutuhan material x harga material

= 635 lembar x Rp. 290.000,00

= Rp 184.150.000

Untuk perhitungan biaya material selanjutnya akan ditabelkan pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Total harga material bekisting phenolic balok 1 lantai

material	harga	satuan	Volume 1 lantai	Total Harga
multiplek 15mm	Rp 290,000	/lembar	635.0	Rp 184,150,000
hollow 50.50.2	Rp 180,000	/batang (6m)	1094.0	Rp 196,920,000
kayu 6/12	Rp 1,800,000	/m ³	6.0	Rp 10,800,000
besi siku	Rp 55,000	/buah	438.0	Rp 24,090,000
perancah	Rp 6,500	/buah/bulan	538.0	Rp 3,497,000
cross brace	Rp 4,250	/buah/bulan	1076.0	Rp 4,573,000
u-head	Rp 3,750	/buah/bulan	1076.0	Rp 4,035,000
base jack	Rp 3,500	/buah/bulan	1076.0	Rp 3,766,000
skrup	Rp 150,000	/doz	6.0	Rp 900,000
paku	Rp 9,800	/kg	55.0	Rp 539,000
support	Rp 8,500	/buah/bulan	269.0	Rp 2,286,500
Total Keseluruhan				Rp 435,556,500

$$\begin{aligned}
 \text{b) Biaya Upah} &= \text{volume pek. 1 lantai} \times \text{upah per m}^2 \\
 &= 1.827,8 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 33.099,84 \\
 &= \text{Rp. } 60.499.887,55
 \end{aligned}$$

c) Total Biaya dilihat pada Tabel 4.10

Tabel 4.10 Total Biaya Bekisting Phenolic Balok dengan Rotasi

1 Lantai skenario 5 zona

Lantai	Material	Upah	Total
lt2-3	435,556,500.00	60,499,887.55	496,056,387.55
lt3-4	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt4-5	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt5-6	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt6-7	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt7-8	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt8-9	186,669,000.00	60,499,887.55	247,168,887.55
lt9-10	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt10-11	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt11-12	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt12-13	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt13-14	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt14-15	186,669,000.00	60,499,887.55	247,168,887.55
lt15-16	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt16-17	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt17-18	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt18-19	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt19-20	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt20-21	186,669,000.00	60,499,887.55	247,168,887.55
lt21-22	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt22-23	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt23-24	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt24-25	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt25-26	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt26-27	186,669,000.00	60,499,887.55	247,168,887.55
lt27-28	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
lt28-29	1,619,000.00	60,499,887.55	62,118,887.55
Total			2,851,347,463.85

Pada Lantai 2-3 mendapatkan harga Rp. 496.056.387,55 karena pada lantai 2-3 itu merupakan awal pekerjaan bekisting, jadi mulai material multiplek penolic, balok-balok kayu, hollow dan lain-lain adalah material baru. Sedangkan pada Lantai 3-4

sampai Lantai 7-8 mendapatkan harga Rp. 62.118.887,55 karena pada lantai tersebut tidak semua material diganti. Pergantian Material hanya terjadi pada paku dan kayu yang setiap pembongkaran terjadi kerusakan 10%. Sedangkan pada Lantai 8-9 harga mengalami kenaikan lagi dengan harga Rp. 247.168.887,55 karena pada lantai ini material multiplek penolic harus diganti dengan yang baru, karena multiplek penolic pada setiap 6 kali pemakaian harus diganti dengan yang baru. Begitu seterusnya sampai Lantai 28.

2. Contoh perhitungan biaya Multiplek 15 mm berdasar rotasi

1,5 lantai :

a) Kebutuhan multiplek 15mm sesuai perhitungan volume

material 1,5 lantai = 952 lembar

Biaya = kebutuhan material x harga material

= 952 lembar x Rp. 290.000,00

= Rp. 276.080.000,00

Untuk perhitungan biaya material selanjutnya akan ditabelkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Total harga material bekisting Phenolic balok 1,5 lantai

material	harga	satuan	Volume 1,5 lantai	total harga
multiplek 15mm	Rp 290,000	/lembar	952	Rp 276,080,000
hollow 50.50.2	Rp 180,000	/batang (@6m)	1642	Rp 295,560,000
kayu 6/12	Rp 1,800,000	/m ³	9	Rp 16,200,000
besi siku	Rp 55,000	/buah	657	Rp 36,135,000
perancah	Rp 6,500	/buah/bulan	807	Rp 5,245,500
cross brace	Rp 4,250	/buah/bulan	1615	Rp 6,863,750
u-head	Rp 3,750	/buah/bulan	1615	Rp 6,056,250
base jack	Rp 3,500	/buah/bulan	1615	Rp 5,652,500
skrup	Rp 150,000	/doz	9	Rp 1,350,000
paku	Rp 9,800	/kg	83	Rp 813,400
support	Rp 8,500	/buah/bulan	404	Rp 3,434,000
Total Keseluruhan				Rp 653,390,400

b) Biaya Upah = volume pek. 1,5 lantai x upah per m²

$$= 2741,7 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 33.099,84$$

$$= \text{Rp. } 90.749.831,33$$

c) Total Biaya dilihat pada Tabel 4.12

Tabel 4.12 Total Biaya Bekisting Phenolic Balok dengan Rotasi 1,5 Lantai skenario 5 zona

Lantai	Material	Upah	Total
lt2-3,5	653,390,400.00	90,749,831.33	744,140,231.33
lt3,5-5	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt5-6,5	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt6,5-8	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt8-9,5	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt9,5-11	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt11-12,5	279,863,400.00	90,749,831.33	370,613,231.33
lt12,5-lt14	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt14-15,5	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt15,5-17	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt17-18,5	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt18,5-20	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt20-21,5	279,863,400.00	90,749,831.33	370,613,231.33
lt21,5-23	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt23-24,5	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt24,5-26	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt26-27,5	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
lt27,5-29	2,433,400.00	90,749,831.33	93,183,231.33
Total			2,883,115,163.94

Pada Lantai 2-3,5 mendapatkan harga Rp. 744.140.231,33 karena pada lantai 2-3,5 itu merupakan awal pekerjaan bekisting, jadi mulai material multiplek phenolic, balok-balok kayu, hollow dan lain-lain adalah material baru. Sedangkan pada Lantai 3,5-5 sampai Lantai 9,5-11 mendapatkan harga Rp. 93.183.231,33 karena pada lantai tersebut tidak semua material diganti. Pergantian Material hanya terjadi pada paku dan kayu yang setiap pembongkaran terjadi kerusakan 10%. Sedangkan pada Lantai 11-12,5 harga mengalami kenaikan lagi dengan harga Rp. 370.613.231,33 karena pada lantai ini material

multiplek penolic harus diganti dengan yang baru, karena multiplek penolic pada setiap 6 kali pemakaian harus diganti dengan yang baru. Begitu seterusnya.

3. Contoh perhitungan biaya Multiplek 15 mm berdasar rotasi

2 lantai :

a) Kebutuhan multiplek 15mm sesuai perhitungan volume material 2 lantai = 1269 lembar

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{kebutuhan material} \times \text{harga material} \\ &= 1269 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 290.000,00 \\ &= \text{Rp. } 368.010.000 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan biaya material selanjutnya akan ditabelkan pada Tabel 4.13

Tabel 4.13 Total harga material bekisting Phenolic balok 2 lantai

material	harga	satuan	Volume 2 lantai	Total harga
multiplek 15mm	Rp 290,000	/lembar	1,269.0	Rp 368,010,000.00
hollow 50.50.2	Rp 180,000	/batang (@6m)	2,189.00	Rp 394,020,000.00
kayu 6/12	Rp 1,800,000	/m3	12.00	Rp 21,600,000.00
besi siku	Rp 55,000	/buah	876.00	Rp 48,180,000.00
perancah	Rp 6,500	/buah/bulan	1,076.00	Rp 6,994,000.00
cross brace	Rp 4,250	/buah/bulan	2,153.00	Rp 9,150,250.00
u-head	Rp 3,750	/buah/bulan	2,153.00	Rp 8,073,750.00
base jack	Rp 3,500	/buah/bulan	2,153.00	Rp 7,535,500.00
skrup	Rp 150,000	/doz	11.00	Rp 1,650,000.00
paku	Rp 9,800	/kg	110.00	Rp 1,078,000.00
support	Rp 8,500	/buah/bulan	538.00	Rp 4,573,000.00
Total Keseluruhan				Rp 870,864,500.00

$$\begin{aligned} \text{b) Biaya Upah} &= \text{volume pek. 2 lantai} \times \text{upah per m}^2 \\ &= 3655,6 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 33.099,84 \\ &= \text{Rp. } 120.999.775,1 \end{aligned}$$

c) Total Biaya dilihat pada Tabel 4.14

Tabel 4.14 Total Biaya Bekisting Phenolic Balok dengan Rotasi 2 Lantai skenario 5 zona

Lantai	Material	Upah	Total
lt2-4	870,864,500.00	120,999,775.10	991,864,275.10
lt4-6	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt6-8	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt8-10	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt10-12	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt12-14	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt14-16	372,898,000.00	120,999,775.10	493,897,775.10
lt16-18	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt18-20	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt20-22	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt22-24	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt24-26	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
lt26-28	372,898,000.00	120,999,775.10	493,897,775.10
lt28-29	3,238,000.00	120,999,775.10	124,237,775.10
Total			3,346,275,351.40

Pada Lantai 2-4 mendapatkan harga Rp. 991.864.275,10 karena pada lantai 2-4 itu merupakan awal pekerjaan bekisting, jadi mulai material multiplek phenolic, balok-balok kayu, hollow dan lain-lain adalah material baru. Sedangkan pada Lantai 4-6 sampai Lantai 12-14 mendapatkan harga Rp. 124.237.775,10 karena pada lantai tersebut tidak semua material diganti. Pergantian Material hanya terjadi pada paku dan kayu yang setiap pembongkaran terjadi kerusakan 10%. Sedangkan pada Lantai 14-16 harga mengalami kenaikan lagi dengan harga Rp. 493.897.775,10 karena pada lantai ini material multiplek phenolic harus diganti dengan yang baru, karena multiplek phenolic pada

setiap 6 kali pemakaian harus diganti dengan yang baru. Begitu seterusnya.

4.6.2. Biaya Bekisting Pelat Semi Sistem Skenario 5 Zona

Perhitungan biaya yang ditinjau adalah meliputi material perancah, base jack, u-head, cross brace, support, multiplek, hollow, kayu dan paku.

Terdapat beberapa material yang tidak bisa dipakai terus-menerus dalam pekerjaan bekisting karena memiliki masa pakai tertentu.

a. Harga Material dan Upah

Berikut adalah harga material dan upah untuk pekerjaan bekisting plat semi system dapat dilihat pada Tabel 4.15

Tabel 4.15 Harga Material Bekisting Pelat Semi Sistem

Item	Harga	Satuan
Multiplek phenolic 15mm	Rp. 290.000,00	/lembar
Multiplek 15mm	Rp. 180.000,00	/lembar
Hollow 50.50.2	Rp. 180.000,00	/batang
Kayu 6/12	Rp. 1.800.000,00	/m ³
Besi siku	Rp. 55.000,00	/batang
Skrup	Rp. 150.000,00	/doz
Paku	Rp. 9.800,00	/kg
Perancah	Rp. 6.500,00	/buah/bulan
Cross brace	Rp. 4.250,00	/buah/bulan

U-head	Rp. 3.750,00	/buah/bulan
Base jack	Rp. 3.500,00	/buah/bulan
Support	Rp. 8.500,00	/buah/bulan

(sumber : Survey harga Material, 2015)

b. Biaya Pekerjaan Multiplek Phenolic

Sebelum menghitung biaya, telah diketahui bahwa metode pelaksanaan bekisting menggunakan rotasi 1 lantai, 1,5 lantai, dan 2 lantai.

Pada Intinya perbandingan rotasi-rotasi tersebut adalah untuk membuat siklus pekerjaan struktur tetap berjalan sehingga tidak terjadi posisi *idle* (tidak terjadi kegiatan) dimana untuk pekerjaan struktur dilantai berikutnya tidak harus menunggu pembongkaran bekisting yang disebabkan oleh pengaruh umur beton, berikut contoh perhitungan biaya pekerjaan bekisting plat semi sistem berdsarkan strategi rotasi bekisting dengan skenario 4 zona Pada Pekerjaan Revitalisasi dan Pengembangan Asrama Haji Palangka Raya :

1. Contoh perhitungan biaya Multiplek 15 mm berdasar rotasi

1 lantai :

a) Kebutuhan multiplek 15mm sesuai perhitungan volume

material 1 lantai = 1152,4 lembar

Biaya = kebutuhan material x harga material

$$= 1152 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 290.000,00$$

$$= \text{Rp. } 334.080.000,00$$

Untuk perhitungan biaya material selanjutnya akan ditabelkan pada Tabel 4.16

Tabel 4.16 Total harga material bekisting phenolic pelat 1 lantai

material	harga	satuan	Volume 1 lantai	Total Harga
multiplek 15mm	Rp 290,000	/lembar	1,152.0	Rp 334,080,000
hollow 50.50.2	Rp 180,000	/batang (@6m)	841.6	Rp 151,488,000
kayu 6/12	Rp 1,800,000	/m ³	1.8	Rp 3,240,000
perancah	Rp 6,500	/buah/bulan	968.0	Rp 6,292,000
cross brace	Rp 4,250	/buah/bulan	1,936.0	Rp 8,228,000
u-head	Rp 3,750	/buah/bulan	1,936.0	Rp 7,260,000
base jack	Rp 3,500	/buah/bulan	1,936.0	Rp 6,776,000
paku	Rp 9,800	/kg	43.4	Rp 425,320
support	Rp 8,500	/buah/bulan	363.0	Rp 3,085,500
Total Harga				Rp 520,874,820

$$\begin{aligned} \text{b) Biaya Upah} &= \text{volume pek. 1 lantai} \times \text{upah per m}^2 \\ &= 3318,8 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 33.099,84 \\ &= \text{Rp. } 109.851.749,00 \end{aligned}$$

c) Total Biaya dilihat pada Tabel 4.17 dihalaman selanjutnya .

Tabel 4.17 Total Biaya Bekisting Phenolic Pelat dengan Rotasi

1 Lantai Skenario 5 zona

Lantai	Material	Upah	Total
lt2-3	520,874,820.00	109,851,749.00	630,726,569.00
lt3-4	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt4-5	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt5-6	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt6-7	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt7-8	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt8-9	334,829,320.00	109,851,749.00	444,681,069.00
lt9-10	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt10-11	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt11-12	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt12-13	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt13-14	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt14-15	334,829,320.00	109,851,749.00	444,681,069.00
lt15-16	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt16-17	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt17-18	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt18-19	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt19-20	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt20-21	334,829,320.00	109,851,749.00	444,681,069.00
lt21-22	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt22-23	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt23-24	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt24-25	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt25-26	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt26-27	334,829,320.00	109,851,749.00	444,681,069.00
lt27-28	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
lt28-29	749,320.00	109,851,749.00	110,601,069.00
Total			4,842,674,363.00

Pada Lantai 2-3 mendapatkan harga Rp. 630.726.569 karena pada lantai 2-3 itu merupakan awal pekerjaan bekisting, jadi mulai material multiplek penolic, balok-balok kayu, hollow dan lain-lain adalah material baru. Sedangkan pada Lantai 3-4 sampai Lantai 7-8 mendapatkan harga Rp. 110.601.069 karena pada lantai tersebut tidak semua material diganti. Pergantian

Material hanya terjadi pada paku dan kayu yang setiap pembongkaran terjadi kerusakan 10%. Sedangkan pada Lantai 8-9 harga mengalami kenaikan lagi dengan harga Rp. 444.681.069 karena pada lantai ini material multiplek phenolic harus diganti dengan yang baru, karena multiplek phenolic pada setiap 6 kali pemakaian harus diganti dengan yang baru. Begitu seterusnya.

2. Contoh perhitungan biaya Multiplek 15 mm berdasar rotasi

1,5 lantai :

a) Kebutuhan multiplek 15mm sesuai perhitungan volume

material 1,5 lantai = 1371,4 lembar

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{kebutuhan material} \times \text{harga material} \\ &= 1371,4 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 290.000,00 \\ &= \text{Rp. } 397.706.000,00 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan biaya material selanjutnya akan ditabelkan pada Tabel 4.18

Tabel 4.18 Total harga material bekisting phenolic pelat 1,5 lantai

material	harga	satuan	Volume 1,5 lantai	Total Harga
multiplek 15mm	Rp 290,000	/lembar	1,371.40	Rp 397,706,000
hollow 50.50.2	Rp 180,000	/batang (@6m)	1,680.20	Rp 302,436,000
kayu 6/12	Rp 1,800,000	/m ³	2.60	Rp 4,680,000
perancah	Rp 6,500	/buah/bulan	1,452.00	Rp 9,438,000
cross brace	Rp 4,250	/buah/bulan	2,904.00	Rp 12,342,000
u-head	Rp 3,750	/buah/bulan	2,904.00	Rp 10,890,000
base jack	Rp 3,500	/buah/bulan	2,904.00	Rp 10,164,000
paku	Rp 9,800	/kg	65.10	Rp 637,980
support	Rp 8,500	/buah/bulan	544.50	Rp 4,628,250
Total Harga				Rp 752,922,230

$$\begin{aligned}
 \text{b) Biaya Upah} &= \text{volume pek. 1,5 lantai} \times \text{upah per m}^2 \\
 &= 4978,2 \text{ m}^2 \times \text{Rp. 33.099,84} \\
 &= \text{Rp. 164.777.623,50}
 \end{aligned}$$

c) Total Biaya dilihat pada Tabel 4.19

Tabel 4.19 Total Biaya Bekisting Phenolic Pelat dengan Rotasi 1,5 Lantai Skenario 5 zona

Lantai	Material	Upah	Total
lt2-3,5	752,922,230.00	164,777,623.50	917,699,853.50
lt3,5-5	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt5-6,5	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt6,5-8	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt8-9,5	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt9,5-11	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt11-12,5	398,811,980.00	164,777,623.50	563,589,603.50
lt12,5-14	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt14-15,5	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt15,5-17	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt17-18,5	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt18,5-20	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt20-21,5	398,811,980.00	164,777,623.50	563,589,603.50
lt21,5-23	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt23-24,5	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt24,5-26	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt26-27,5	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
lt27,5-29	1,105,980.00	164,777,623.50	165,883,603.50
Total			4,533,133,113.00

Pada Lantai 2-3,5 mendapatkan harga Rp. 917.699.853,50 karena pada lantai 2-3,5 itu merupakan awal pekerjaan bekisting, jadi mulai material multiplek penolic, balok-balok kayu, hollow dan lain-lain adalah material baru. Sedangkan pada Lantai 3,5-5 sampai Lantai 9,5-11 mendapatkan harga Rp. 165.883.603,50 karena pada lantai tersebut tidak semua material

diganti. Pergantian Material hanya terjadi pada paku dan kayu yang setiap pembongkaran terjadi kerusakan 10%. Sedangkan pada Lantai 11-12,5 harga mengalami kenaikan lagi dengan harga Rp. 563.589.603,50 karena pada lantai ini material multiplek penolic harus diganti dengan yang baru, karena multiplek penolic pada setiap 6 kali pemakaian harus diganti dengan yang baru. Begitu seterusnya.

3. Contoh perhitungan biaya Multiplek 15 mm berdasar rotasi

2 lantai :

a) Kebutuhan multiplek 15 mm sesuai perhitungan volume

material 2 lantai = 2304,7 lembar

Biaya = kebutuhan material x harga material
 = 2304,7 lembar x Rp. 290.000,00
 = Rp. 668.363.000,00

Untuk perhitungan biaya material selanjutnya akan ditabelkan pada Tabel 4.20

Tabel 4.20 Total harga material bekisting phenolic pelat 2 lantai

material	harga	satuan	Volume 2 lantai	Total Harga
multiplek 15mm	Rp 290,000	/lembar	2,304.7	Rp 668,363,000
hollow 50.50.2	Rp 180,000	/batang (@6m)	1,683.3	Rp 302,994,000
kayu 6/12	Rp 1,800,000	/m3	3.5	Rp 6,300,000
perancah	Rp 6,500	/buah/bulan	1,936.0	Rp 12,584,000
cross brace	Rp 4,250	/buah/bulan	3,872.0	Rp 16,456,000
u-head	Rp 3,750	/buah/bulan	3,872.0	Rp 14,520,000
base jack	Rp 3,500	/buah/bulan	3,872.0	Rp 13,552,000
paku	Rp 9,800	/kg	86.8	Rp 850,640
support	Rp 8,500	/buah/bulan	726.0	Rp 6,171,000
Total Harga				Rp 1,041,790,640

$$\begin{aligned}
 \text{b) Biaya Upah} &= \text{volume pek.2 lantai} \times \text{upah per m}^2 \\
 &= 6637,6 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 33.099,84 \\
 &= \text{Rp. } 219.703.498,00
 \end{aligned}$$

c) Total Biaya 28 lantai dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Total Biaya Bekisting phenolic Pelat dengan Rotasi 2 Lantai Skenario 5 zona

Lantai	Material	Upah	Total
lt2-4	1,041,790,640.00	219,703,498.00	1,261,494,138.00
lt4-6	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt6-8	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt8-10	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt10-12	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt12-14	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt14-16	669,843,640.00	219,703,498.00	889,547,138.00
lt16-18	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt18-20	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt20-22	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt22-24	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt24-26	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
lt26-28	669,843,640.00	219,703,498.00	889,547,138.00
lt28-29	1,480,640.00	219,703,498.00	221,184,138.00
Total			5,473,613,932.00

Pada Lantai 2-4 mendapatkan harga Rp. 1.261.494.138 karena pada lantai 2-4 itu merupakan awal pekerjaan bekisting, jadi mulai material multiplek phenolic, balok-balok kayu, hollow dan lain-lain adalah material baru. Sedangkan pada Lantai 4-6 sampai Lantai 12-14 mendapatkan harga Rp. 221.184.138 karena pada lantai tersebut tidak semua material diganti. Pergantian Material hanya terjadi pada paku dan kayu yang setiap pembongkaran terjadi kerusakan 10%. Sedangkan pada Lantai 14-16 harga mengalami kenaikan lagi dengan harga Rp. 889.547.138 karena pada lantai

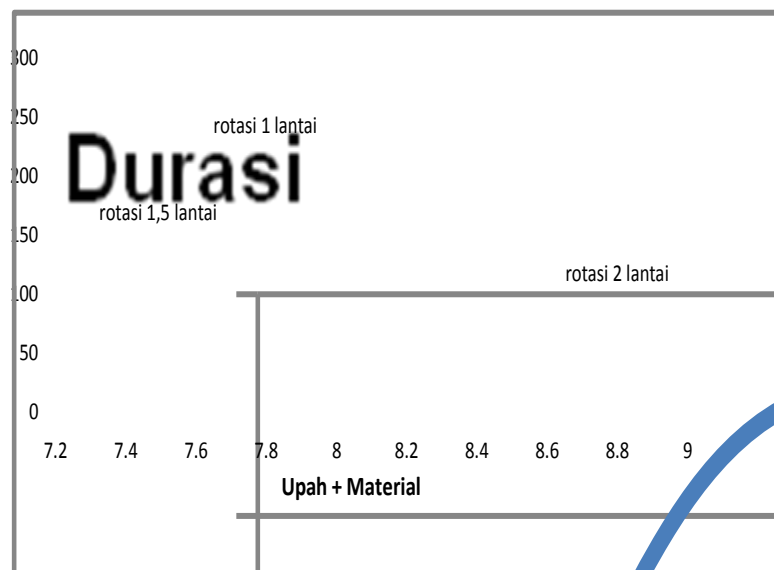
ini material multiplek penolic harus diganti dengan yang baru, karena multiplek penolic pada setiap 6 kali pemakaian harus diganti dengan yang baru. Begitu seterusnya.

4.7. Penentuan Alternatif Teknik Rotasi Bekisting Terbaik

Dan dari hasil simulasi pekerjaan bekisting pelat dan balok pada Pekerjaan Revitalisasi dan Pengembangan Asrama Haji Palangka Raya, berdasarkan rotasi dan skenario zona di atas diperoleh sebagai berikut :

Tabel 4.22 Pebandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Bekisting Pelat dan Balok Semi Sistem.

5 Zona		
Rotasi	Durasi	Total upah + material
1 lantai	279 hari	Rp. 7.694.021.826,85
1.5 lantai	199 hari	Rp. 7.416.248.276,94
2 lantai	149 hari	Rp. 8.819.889.283,40



Gambar 4.4 Grafik Pareto