

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu diperlukan sebagai referensi untuk memperkuat gambaran penelitian yang akan dilakukan. Berikut beberapa penelitian terdahulu :

Tabel 2.1 Referensi Penelitian Terdahulu

| NO | JUDUL | PENULIS | TAHUN | SUBYEK DAN LOKASI | KESIMPULAN |
|----|---|--------------------------|-------|---|---|
| 1 | Komparasi Biaya Pelaksanaan Penggunaan Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem Peri | Esti Legstyana | 2012 | Struktur Pelat pada Proyek Pembangunan Hotel Red Dot Yogyakarta | - Dari segi biaya penggunaan bekisting sistem peri jauh lebih murah 18.5% dengan selisih biaya Rp 20.471,66 dibandingkan menggunakan perancah kayu. Selain itu hasil pekerjaan lebih rapi apabila menggunakan bekisting semi-sistem. |
| 2 | Analisis Perbandingan Bekisting Fiberglass dengan Bekisting Semi Konvensional pada Proyek Apartemen Grand Taman Melati Margonda Depok | Agustinus Musiman Halawa | 2013 | Struktur kolom, balok, dan pelat pada proyek Apartemen Grand Taman Melati Margonda, Depok | - Perbandingan antara jenis bekisting fiberglass dengan semi konvensional adalah dari segi biaya bekisting fiberglass jauh lebih murah 5,68% di bandingkan dengan bekisting semi konvensional. Sedangkan dari segi waktu pengerjaan bekisting fiberglass juga lebih cepat 102 hari. |

| | | | | | |
|---|--|------------------------|------|--|---|
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> - Semakin banyak lantai, biaya yang dibutuhkan oleh bekisting semi konvensional lebih tinggi sedangkan semakin banyak lantai yang dibangun maka biaya bekisting dengan metode fiberglass akan semakin efisien. Bekisting fiberglass sangat cocok digunakan pada high rise building. |
| 3 | Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting pada Proyek Hotel Lifestyle Surabaya | Zhagita Devie Ariyanti | 2016 | Struktur kolom, balok, dan pelat pada proyek Hotel Lifestyle, Surabaya | <ul style="list-style-type: none"> - Hasil yang paling optimal dari segi waktu dan biaya yaitu dengan metode rotasi 2 lantai yang memiliki durasi pelaksanaan 107 hari dan biaya Rp 1.992.516.097,00 dengan waste material sebesar 2,5% |
| 4 | Analisis Biaya Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi-Sistem Pada Kolom Bangunan Gedung | Eko Susilo | 2019 | Struktur kolom pada proyek Apartemen The Green Park, Tangerang | <ul style="list-style-type: none"> - Perbandingan biaya dari bekisting metode konvensional dan metode semi-sistem didapatkan bahwa metode bekisting konvensional 1.189 lebih mahal dibandingkan metode bekisting semi-sistem |
| 5 | Tinjauan Perbandingan Pekerjaan dengan Penggunaan Bekisting Baja dan Bekisting Kayu pada Proyek Gedung STIBA | Efitamala | 2020 | Struktur kolom, balok, dan pelat pada proyek gedung STIBA, Makassar | <ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan bekisting semi-sistem dengan bahan baja lebih efisien sebesar 106 hari atau 52% dibandingkan penggunaan bekisting konvensional dengan bahan kayu. Metode bekisting semi-sistem dengan material baja jauh lebih mahal, namun sebanding |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------|
| | (Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab) Makassar | | | | dengan efisien waktu yang dihasilkan |
|--|--|--|--|--|--------------------------------------|

Berdasarkan tabel referensi penelitian diatas, mendorong penyusun untuk melakukan penelitian untuk mengetahui upaya penghematan biaya dan waktu pelaksanaan pada proyek pembangunan gedung Tower B Apartemen Gunawangsa. Sehingga penyusun mengambil judul penelitian yaitu “Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Bekisting Metode Konvensional dengan Metode Semi-Sistem pada Kolom Lantai 1-7 Tower B Apartemen Gunawangsa Gresik”

2.2. Teori Dasar yang digunakan

Teori-teori dasar yang akan digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut :

2.2.1. Definisi Bekisting

Bekisting merupakan pekerjaan sementara yang berfungsi sebagai sarana pembantu struktur beton untuk mencetak beton sesuai dengan ukuran, bentuk, rupa, ataupun posisi yang dikehendaki. (Wulfram, 2006). Meskipun bekisting adalah pekerjaan sementara bukan berarti dapat diabaikan baik dari segi kekuatan untuk menahan tekanan beton yang masih cair maupun kekuatan menahan

beban pekerja serta adanya pukulan-pukulan yang tidak sengaja. Dalam ini bekisting juga harus dipastikan agar tidak dapat mengalami perubahan bentuk selama pekerjaan pengecoran hingga beton mengeras. Oleh sebab itu dalam membangun dan merencanakan bekisting terdapat 3 hal yang perlu diperhatikan, diantaranya :

1. Kualitas

Bekisting direncanakan dan dibangun dengan kekakuan dan keakurasian yang tepat sehingga bentuk, ukuran, dan posisi dari beton cor sesuai dengan toleransi yang dibutuhkan

2. Keamanan

Bekisting dibangun dengan faktor keamanan dengan kekuatan yang mampu memikul semua beban mati dan hidup. Sehingga tidak ada keruntuhan dan menimbulkan bahaya bagi pekerja dan bagi struktur beton itu sendiri.

3. Ekonomis

Bekisting direncanakan dan dibangun seefisien mungkin, hal ini dilakukan agar meminimalkan biaya dan waktu selama proyek berjalan serta untuk kepentingan kontraktor dan owner.

2.2.2. Fungsi dan Ketentuan Bekisting

Bekisting beserta alat-alat penopangnya merupakan konstruksi sementara yang memiliki beberapa fungsi utama, yaitu :

1. Bekisting menentukan bentuk dari konstruksi beton yang akan dibuat
2. Bekisting harus dinyatakan aman dalam menerima beban yang ditimbulkan oleh spesi beton dan dari berbagai beban luar serta getaran. Adapun perubahan bentuk serta geseran yang terjadi diperkenankan namun tidak boleh melampaui toleransi tertentu
3. Bekisting harus dapat dipasang, dilepas, serta dipindahkan dengan cara sederhana

Terdapat beberapa ketentuan utama yang harus dipenuhi bagi suatu bekisting, diantaranya sebagai berikut :

1. Mempunyai volume stabil sehingga dihasilkan dimensi beton yang akurat
2. Dapat digunakan berulang kali
3. Mudah untuk dibongkar pasang serta dipindahkan
4. Rapat akan air sehingga tidak memungkinkan bagi air agregat untuk dapat keluar dari cetakan
5. Mempunyai daya lekat rendah dengan betoh sehingga mudah dalam membersihkannya. (Wulfram, 2006)

2.2.3. Material Bekisting

Beberapa jenis material bekisting diantaranya :

1. Kayu

Kayu merupakan material bekisting yang banyak digunakan khususnya pada bekisting metode konvensional. Adapun jenis kayu yang digunakan untuk cetakan dapat dibedakan berdasarkan kekerasan kayu

2. Multipleks (Plywood)

Multipleks (plywood) banyak digunakan untuk cetakan kolom, balok, dinding, dan pelat. Dari segi kekuatan, plywood lebih kuat dibandingkan dengan papan kayu. Hal ini juga berlaku dari segi ekonomis, bahwa plywood juga lebih ekonomis dibandingkan dengan material kayu. Terdapat 3 jenis multipleks (plywood) yang sering digunakan sebagai material bekisting beton, yaitu :

a) Multipleks Biasa

Multipleks biasa tersedia dalam ukuran 120 x 240 cm dan 90x180 cm dengan ketebalan bervariasi dari 3 mm, 4 mm, 6 mm, 9 mm, 12 mm, 15 mm, 18 mm.

Ketahanan multipleks biasa terbilang kurang baik dikarenakan hanya dapat dipakai sebanyak 2-3 kali

b) Multipleks Polyresin (Poly Film)

Multipleks yang permukaannya dilapisi dengan cairan polyresin. Tersedia dalam ketebalan 12 mm, 15 mm, dan 18 mm dengan ukuran 120 x 240 cm

c) Multipleks Film Face (*tego film/phenolic film*)

Multipleks yang permukaannya dilapisi dengan lembaran phenol formaldehyde film (45/125gsm) pada satu sisi atau dua sisi. Tersedia dalam ketebalan 12 mm, 15 mm, dan 18 mm. Multipleks jenis ini dapat digunakan berulang 4-6 kali pakai

3. Perancah (Scaffolding)

Scaffolding digunakan untuk menyangga bekisting karena memiliki bentuk yang memudahkan dengan sistem jack yang dapat mengatur ketinggian. Komponen utama dalam scaffolding diantaranya adalah rangka (main frame) dengan berbagai bentuk dan ukuran, diagonal bracing atau cross brace, jack base, U-heads, dan join pin. Kelebihan scaffolding itu sendiri adalah dapat digunakan berulang kali, dapat digunakan diluar atau didalam ruangan, lebih ekonomis karena mengurangi upah tukang kayu, serta memiliki bentuk yang relative rapi. (Wulfram, 2006)

2.2.4. Tipe Bekisting

Menurut Wigbout (1992), secara garis besar tipe bekisting dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

1. Bekisting Konvensional

Bekisting konvensional merupakan bekisting kontak yang terdiri dari kayu papan dengan perkuatan kayu kaso. Dimana kayu papan dan kayu balok tersebut dilakukan fabrikasi ditempat. Penggunaannya terbatas hanya sampai beberapa kali dan untuk bentuk yang rumit harus banyak dilakukan penggergajian.



Gambar 2.1 Bekisting Konvensional

2. Bekisting Semi Sistem

Bekisting semi sistem merupakan bekisting yang ukuran-ukurannya disesuaikan dengan bentuk beton yang diinginkan. Bekisting semi sistem terdiri dari material baja dan gelagar-gelagar kayu. Seperti bekisting kontak yang terdiri dari kayu papan dengan perkuatan besi hollow dan perancah. Kelebihan bekisting semi sistem yaitu dapat digunakan kembali dengan syarat adanya kemungkinan pengulangan dalam pekerjaan beton. Komponen material pada bekisting semi sistem juga dapat disusun kembali untuk obyek yang lain.



Gambar 2.2 Bekisting Semi Sistem

3. Bekisting Sistem

Bekisting sistem merupakan bekisting universal yang dapat digunakan pada berbagai macam bangunan. Fabrikasi bekisting sistem dibuat di pabrik sesuai dengan desain cetakan yang diinginkan. Sehingga dari segi teknis kerjanya sangat mudah namun memerlukan biaya yang cukup tinggi.



Gambar 2.3 Bekisting Sistem

2.2.5. Tahapan Pelaksanaan Bekisting Kolom

Kolom merupakan struktur batang vertikal yang berfungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Berikut langkah kerja pelaksanaan bekisting kolom.

Menurut Clark (1983), terdapat 3 tahapan pekerjaan pekerjaan bekisting yaitu (pabrikasi), pemasangan, dan pembongkaran. Adapaun langkah kerja pelaksanaan bekisting kolom adalah sebagai berikut :

- A. Tahapan Pelaksanaan Bekisting Kolom dengan Metode Konvensional

1. Fabrikasi

Fabrikasi bekisting merupakan pembuatan bekisting sebelum dirakit dilapangan. Langkah pertama adalah menyiapkan terlebih dahulu material yang akan digunakan seperti multiplek, kayu, dolken kayu galam, paku. Kemudian melakukan pemotongan multiplek dan kayu sesuai dengan dimensi kolom sesuai yang direncanakan pada gambar kerja. Setelah multiplek dipotong sesuai dengan kebutuhan, kemudian lembaran-lembaran tersebut dirakit menjadi satu bekisting kolom dengan menggunakan pengaku kayu.

2. Pemasangan

- 1) Membuat marking posisi kolom
- 2) Memasang sepatu kolom dari kayu yang berfungsi agar bekisting tepat berada pada titik koordinatnya sesuai dengan gambar perencanaan
- 3) Memasang sabuk balok dari kayu pada bekisting kolom untuk memperkuat

3. Pembongkaran

Melepaskan multiplek dan pengaku kayu bekisting kolom secara hati-hati satu persatu agar multiplek dan kayu dapat digunakan kembali hingga 2-3 kali pemakaian.

B. Tahapan Pelaksanaan Bekisting Kolom dengan Metode Semi Sistem

1. Fabrikasi

Pembuatan bekisting dilakukan sebelum dirakit dilapangan. Material yang digunakan untuk bekisting kolom dengan metode semi sistem diantaranya multiplek, hollow, sekrup, tie rod, wing nut, dan support sebagai penyangga. Kemudian dilanjutkan pemotongan multiplek dan besi hollow sesuai dimensi kolom pada gambar kerja. Setelah dipotong sesuai dengan kebutuhan, lembaran-lembaran multiplek tersebut dirakit menjadi satu dengan menggunakan pengaku besi hollow

2. Pemasangan

- 1) Membuat marking posisi kolom
- 2) Memasang sepatu kolom agar bekisting tepat berada pada titik koordinatnya sesuai dengan gambar perencanaan
- 3) Memasang sabuk balok (*lock beam*) yang terbuat dari *double hollow* pada bekisting kolom agar bekisting lebih kuat. Untuk mengunci balok menggunakan *tie rod* dan *wing nut*

- 4) Memasang support yang terdiri dari push pull prop dan kicker brace pada keempat sisi kolom. Fungsi dari support adalah sebagai penyangga agar saat pengecoran kolom tidak miring ataupun goyang

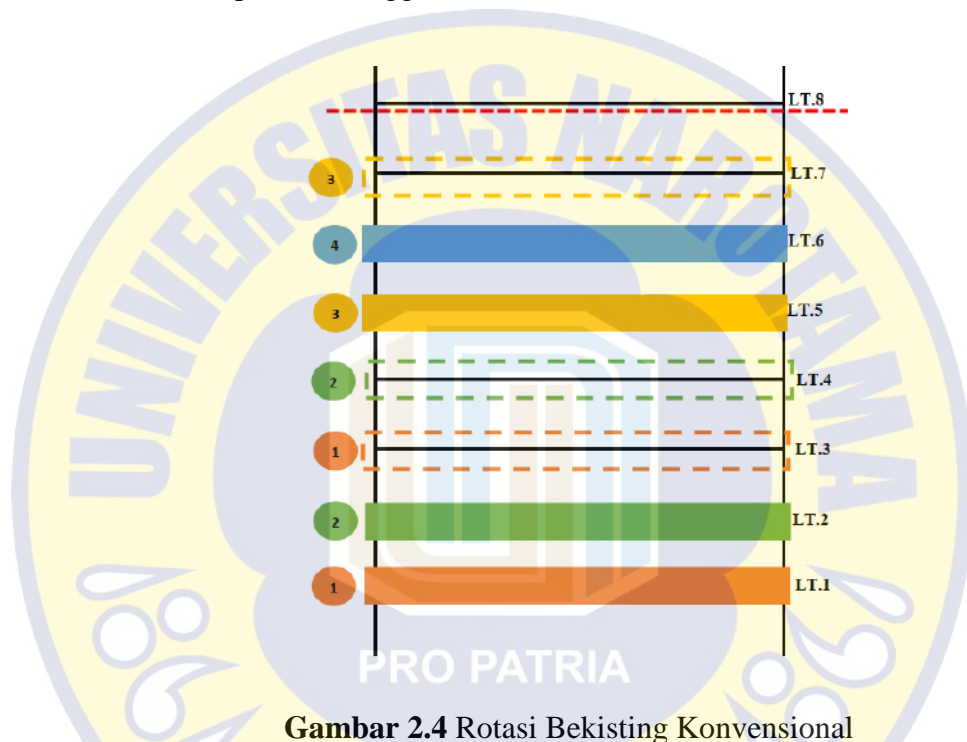
3. Pembongkaran

- 1) Mengendorkan semua wing nut yang ada pada bekisting kolom
- 2) Melepaskan setiap *lock beam* satu per satu kemudian disimpan atau ditumpuk ditempat yang telah disediakan
- 3) Mengendorkan push pull prop dan kicker brace, kemudian dilepas dan ditumpuk ditempat yang telah disediakan
- 4) Terakhir, melepaskan multiplek bekisting kolom satu per satu dengan perlahan agar multiplek tidak rusak dan dapat digunakan kembali

2.2.6. Tahapan Pelaksanaan Rotasi Bekisting Kolom

Pelaksanaan rotasi bekisting 2 lantai perlu disiapkan bekisting 2 lantai penuh sehingga tidak perlu menunggu pembongkaran bekisting lantai dibawahnya. Setelah bekisting lantai 1 terpasang maka dapat dilanjutkan pemasangan bekisting pada lantai 2 setelah beton pada lantai 1 cukup mengeras. Bila beton sudah mencapai

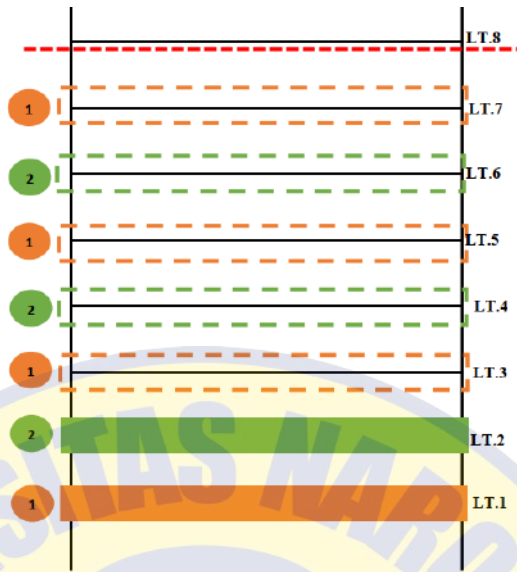
umur kurang lebih dari 5 hari setelah pengecoran, maka bekisting pada lantai 1 dapat dibongkar kemudian dapat dipasang pada lantai 3. Begitu juga bekisting lantai 2, dapat dibongkar kemudian dipasang pada lantai 4. Siklus pemasangan bekisting akan berlanjut seperti ini hingga lantai akhir.



Gambar 2.4 Rotasi Bekisting Konvensional

Keterangan :

- : Material Bekisting 1
- : Material Bekisting 2
- : Material Bekisting 3
- : Material Bekisting 4



Gambar 2.5 Rotasi Bekisting Semi Sistem

Keterangan :

- : Material Bekisting 1
- : Material Bekisting 2

2.2.7. Analisa Kebutuhan Material Bekisting

Analisa kebutuhan material atau biasa disebut dengan volume suatu pekerjaan merupakan menghitung banyaknya jumlah material yang diperlukan untuk membangun satu struktur. Volume untuk pekerjaan bekisting ini dinyatakan dalam satuan m^2 .

2.2.7.1. Kebutuhan Material Bekisting Konvensional

Perhitungan area volume bekisting menggunakan satuan m^2 . Dari hasil perhitungan tersebut dapat ditentukan jumlah kayu, paku, baut, dan kawat sesuai tabel 2.5. Menurut Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan oleh Ir. A Soedrajat S halaman 85 kayu

cetakan dapat dipakai kembali sebanyak 50% sampai 80%, apabila diambil rata-ratanya maka kayu cetakan yang dapat dipergunakan kembali sebesar 65% dari volume bongkar. Untuk bekisting dengan metode konvensional, multiplek yang digunakan berukuran 1,22m x 2,44 mm x 0,012 m dengan masa pemakaian 2-3 kali. Namun dalam penelitian ini, multiplek akan digunakan hanya 2 kali pakai saja karena diasumsikan akan mengalami kerusakan setelah 2 kali pemakaian.

Tabel 2.2 Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10 m²

| | Jenis Cetakan | Kayu (m ³) | Paku, baut, dan kawat (kg) | Oli (liter) | Plywood (lembar) |
|----|-------------------------------------|------------------------|----------------------------|-------------|------------------|
| 1 | Pondasi/pangkal jembatan | 0.46 - 0.81 | 2.73 - 5 | | |
| 2 | Dinding | 0.46 - 0.62 | 2.73 - 4 | | |
| 3 | Lantai | 0.41 - 0.64 | 2.73 - 4 | | |
| 4 | Atap | 0.46 - 0.69 | 2.73 - 4.55 | | |
| 5 | Tiang | 0.44 - 0.74 | 2.73 - 5 | | |
| 6 | Kepala-kepala tiang | 0.46 - 0.92 | 2.73 - 5.45 | 2 - 3.75 | 0.122 - 0.244 |
| 7 | Balok-balok | 0.69 - 1.61 | 3.64 - 7.27 | | |
| 8 | Tangga-tangga | 0.69 - 1.38 | 3.64 - 6.36 | | |
| 9 | Sudut-sudut tiang dan balok*berukir | 0.46 - 1.84 | 2.73 - 6.82 | | |
| 10 | Ambang jendela dan lintel* | 0.58 - 1.84 | 3.18 - 6.36 | | |

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 5-1 halaman 85)

Kebutuhan material yang digunakan pada bekisting konvensional adalah kebutuhan kayu dan kebutuhan paku. Perhitungan kebutuhan material berdasarkan Soedrajat.

(1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Halaman 85 sebagai berikut:

➤ Luas Bekisting Kolom

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = [(2 \times b \times \text{tinggi kolom}) + (2 \times h \times \text{tinggi kolom})] \dots \dots \dots (2.1)$$

➤ Kebutuhan Multiplek

$$\text{Kebutuhan (lbr)} = \frac{L}{1,22\text{m} \times 2,44\text{m}} \dots \dots \dots (2.2)$$

➤ Kebutuhan Kayu

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan kayu} \dots \dots (2.3)$$

Keterangan: Keperluan kayu diambil nilai tengah

➤ Kebutuhan Paku

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan paku} \dots \dots (2.4)$$

Keterangan: Keperluan paku diambil nilai tengah

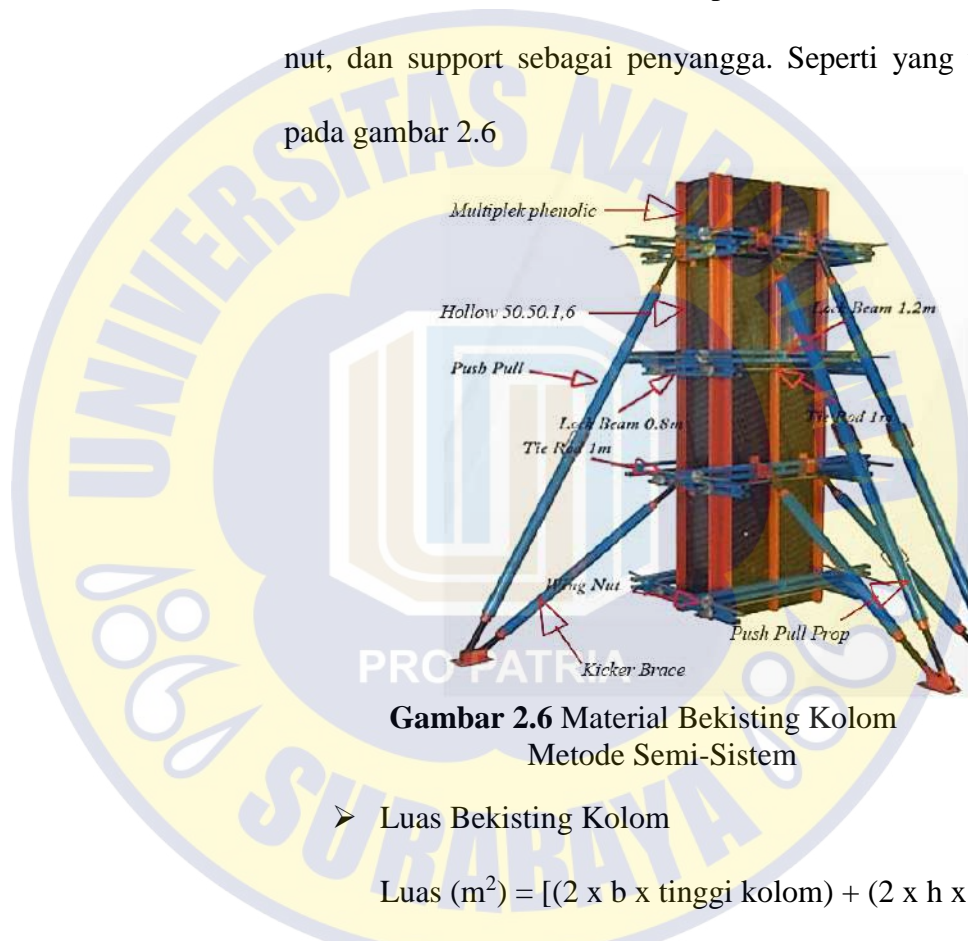
➤ Kebutuhan Oli

$$\text{Vol} = \frac{\text{Luas Bekisting (m}^2\text{)}}{10\text{m}^2} \times \text{keperluan oli} \dots \dots (2.5)$$

Keperluan oli untuk bidang seluas 10 m² sekitar 2 sampai 3,75 liter. Untuk keperluan oli diambil nilai tengah dari data tersebut yakni 2,88 liter.

2.2.7.2. Kebutuhan Material Bekisting Semi-Sistem

Kebutuhan material yang diperlukan untuk struktur kolom menggunakan metode bekisting semi-sistem diantaranya adalah phenolic/tegofilm dengan ukuran 1,22m x 2,44m x 0,015m, hollow, sekrup, lock beam, tie rod, wing nut, dan support sebagai penyangga. Seperti yang terlihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Material Bekisting Kolom Metode Semi-Sistem

- Luas Bekisting Kolom

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = [(2 \times b \times \text{tinggi kolom}) + (2 \times h \times \text{tinggi kolom})] \dots \dots \dots (2.6)$$

- Kebutuhan Multiplek

$$\text{Kebutuhan (lbr)} = \frac{L}{1,22\text{m} \times 2,44\text{m}} \dots \dots \dots (2.7)$$

- Kebutuhan Material Hollow

Besi hollow yang digunakan untuk bekisting kolom ini berukuran 50.50.1,6 mm yang akan dipasang secara vertikal pada setiap sisinya.

$$\text{Hollow sisi b} = 2 \times \frac{b}{\text{jarak hollow}} + 1 \times L \quad \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Hollow sisi h} = 2 \times \frac{h}{\text{jarak hollow}} + 1 \times L \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

Kebutuhan Hollow

$$(\text{btg}) = \frac{\text{hollow sisi b} + \text{hollow sisi h}}{\text{panjang hollow}} \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

➤ Kebutuhan Material Sekrup

$$\text{➤ Sekrup} = \frac{\text{Luas Total}}{10m^2} + 2,73\text{kg} \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{Sekrup (bh)} = \frac{\text{Kebutuhan Sekrup}}{\text{Berat Sekrup}} \quad \dots\dots\dots(2.12)$$

➤ Kebutuhan Material Lock Beam (LB)

Lock beam terbuat dari double besi hollow yang dipasang mengelilingi sisi kolom yang berfungsi sebagai sabuk kolom.

$$\text{LB sisi b} = 2 \times b \times \frac{L}{\text{jarak LB}} \times 2 \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\text{LB sisi h} = 2 \times h \times \frac{L}{\text{jarak LB}} \times 2 \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

Kebutuhan Hollow

$$(\text{btg}) = \frac{\text{LB sisi b} + \text{LB sisi h}}{\text{panjang hollow}} \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

➤ Kebutuhan Material Tie Rod

Tie rod terbuat dari besi yang dipasang di antara double hollow (lock beam) pada keempat sisi kolom,

dan berfungsi sebagai pengunci agar bekisting kolom tidak bergerak pada saat pengecoran.

$$\text{Tie Rod (bh)} = 4 \times \frac{L}{\text{Jarak Tie Rod}} \dots\dots\dots(2.16)$$

➤ **Kebutuhan Material Wing Nut**

Fungsi wing nut sama seperti tie rod. Wing nut dipasang pada sisi kanan kiri tie rod.

$$\text{Wing Nut} = 2 \times \text{Jumlah Tie Rod} \dots\dots\dots(2.17)$$

➤ **Kebutuhan Material Support**

Support yang berfungsi sebagai penyangga untuk bekisting kolom ini terdiri 2 komponen, yaitu push pull prop dan kicker brace. Yang dimana keduanya sama-sama akan dipasang pada tiap sisi kolom.

$$\text{Push Pull Prop} = 4 \times n \dots\dots\dots(2.18)$$

$$\text{Kicker Brace} = 4 \times n \dots\dots\dots(2.19)$$

Adapun masa pemakaian material kolom untuk metode bekisting semi-sistem dapat dilihat pada tabel 2.6 sebagai berikut :

| Material | Masa Pakai |
|---------------|---------------------------|
| Phenolic 15mm | 4 kali pakai |
| Besi Hollow | Selamanya |
| Sekrup | Tiap pergantian multiplek |
| Tie Rod | Selamanya |
| Wing Nut | Selamanya |
| Support | Selamanya |

Tabel 2.3 Masa Pemakaian Material Bekisting Semi-Sistem

Namun dalam penelitian ini, phenolic akan digunakan hanya 4 kali pakai saja karena diasumsikan akan mengalami kerusakan setelah 4 kali pemakaian.

2.2.8. Analisa Produktivitas dan Durasi Bekisting

Perhitungan produktivitas pekerjaan dilakukan dengan menghitung kapasitas tenaga kerja. Menghitung waktu atau durasi pelaksanaan yang dibutuhkan dalam setiap pekerjaan dengan memperhatikan kapasitas tenaga.

Tabel 2.4 Keperluan Jam Kerja Buruh untuk Pekerjaan Cetakan Beton

| No | Jenis cetakan kayu | Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² | | | Reparasi |
|-----|-------------------------------------|---|----------|--------------------------|----------|
| | | Menyetel | Memasang | Membuka dan membersihkan | |
| 1. | Pondasi/pangkal jembatan | 3 – 7 | 2 – 4 | 2 – 4 | 2-5 |
| 2. | Dinding | 5 – 9 | 3 – 5 | 2 – 5 | |
| 3. | Lantai | 3 – 8 | 2 – 4 | 2 – 4 | |
| 4. | Atap | 3 – 9 | 2 – 5 | 2 – 4 | |
| 5. | Tiang – tiang | 4 – 8 | 2 – 4 | 2 – 4 | |
| 6. | Kepala tiang | 5 – 11 | 3 – 7 | 2 – 5 | |
| 7. | Balok-balok | 6 – 10 | 3 – 4 | 2 – 5 | |
| 8. | Tangga | 6 – 12 | 4 – 8 | 3 – 5 | |
| 9. | Sudut – sudut tiang / balok berukir | 5 – 11 | 3 – 9 | 3 – 5 | |
| 10. | Ambang jendela dan lintel | 5 – 10 | 3 – 6 | 3 – 5 | |

Sumber: Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 5-2. Halaman 86

Adapun perhitungan produktifitas tiap pekerjaan dalam satu hari adalah sebagai berikut :

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{Total jam kerja pekerja}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10\text{m}^2 \dots\dots\dots(2.20)$$

Sedangkan untuk perhitungan durasi tiap pekerjaan adalah sebagai berikut :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas}} \dots\dots\dots(2.21)$$

Pekerjaan bekisting kayu dibagi menjadi beberapa pekerjaan, yaitu penyetelan bekisting, pemasangan bekisting, dan membuka dan membersihkan bekisting. Perhitungan jam kerja tiap luas cetakan 10 m² pekerjaan bekisting kolom sebagai berikut :

➤ Penyetelan

Diambil nilai tengah dari jenis cetakan tiang-tiang tabel 2.6 yaitu sebesar 6 jam/10m²

➤ Reparasi

Diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan reparasi tabel 2.6 adalah sebanyak 3,5 jam/ 10m²

➤ Pengolesan minyak bekisting

Diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan pengolesan minyak bekisting adalah sebanyak 0,5 jam/10m²

➤ Pemasangan

Diambil nilai tengah dari jenis cetakan tiang-tiang tabel 2.6 yaitu sebesar sebesar 3jam/10m²

➤ Membuka dan Membersihkan

Diambil nilai tengah dari jenis cetakan tiang-tiang tabel

2.6 yaitu sebesar 3jam/10m²

2.2.9. Analisa Biaya Bekisting

Material bekisting yang digunakan secara berulang bertujuan untuk mencapai nilai ekonomis dari segi material. Panel bekisting dirancang mudah dipasang, dibongkar, dan diperkuat agar memperkecil resiko kerusakan pada material.

Untuk biaya bekisting ini ada dua hal yang akan diperhitungkan, yaitu biaya dari material bekisting itu sendiri dan biaya upah dari para tenaga.

1) Upah pekerja

Perhitungan upah pekerja dipengaruhi oleh berbagai aspek antara lain:

- Durasi jam kerja yang ditetapkan per item pekerjaan.
- Kondisi lingkungan pekerjaan.
- Keterampilan dan keahlian pekerja.

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan upah pekerja :

Biaya Pekerjaan = Durasi x Upah Pekerja x Jumlah Pekerja.....(2.22)

2) Biaya Material

Penghitungan material yang digunakan biasanya dibuat dahulu daftar bahan yang menjelaskan mengenai:

- Banyaknya material
- Ukuran material

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk penghitungan biaya material :

$$\text{Biaya Material} = \text{Volume} \times \text{Jumlah Harga} \dots \dots \dots (2.23)$$

2.2.10. Analisa Waste Material Bekisting

Terdapat 2 penghitungan dalam menganalisa sisa material bekisting :

- a) Penghitungan volume waste akibat sisa pemotongan material dan kerusakan material. Adapun volume *waste* berfungsi untuk mengetahui berapa banyak *waste* material yang terjadi selama pekerjaan bekisting berlangsung.
- b) Penghitungan *waste cost* yaitu dengan mengalikan volume waste dengan harga satuan material. Adapun *waste cost* untuk mengetahui besarnya kerugian dari setiap pembelian material terhadap total biaya keseluruhan dari kebutuhan pekerjaan bekisting.

$$\text{Waste Cost} =$$

$$\text{Volume waste/material rusak} \times \text{harga satuan material} \dots \dots \dots (2.24)$$

$$\text{Total Waste Cost} =$$

Waste cost sisa potongan + *Waste cost* akibat kerusakan.....(2.25)

2.2.11. Green Construction

Green construction atau konstruksi hijau merupakan gerakan berkelanjutan untuk terciptanya konstruksi mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan dan pemakaian produk konstruksi yang ramah lingkungan, efisien dalam pemakaian energi dan sumber daya, serta berbiaya rendah.

Dalam hal ini kontraktor memiliki peran proaktif peduli terhadap lingkungan, dengan selalu meningkatkan efisiensi dalam proses konstruksi, konservasi energi, efisiensi pemanfaatan air, dan sumber daya lainnya selama masa konstruksi serta minimalisasi dan mengelola limbah konstruksi secara baik.

Dengan melakukan pemilihan material yang ramah lingkungan merupakan salah satu konsep utama dalam penerapan konsep *green construction*. Menurut Akmal (2009), *green construction* bisa direncanakan sejak awal dengan cara memilih dan menggunakan material – material sustainable dan ramah lingkungan.

Pada umumnya penerapan konsep *green construction* terhadap pemakaian material baik *fixed* material maupun *temporary* material adalah mengandung konsep 3-R yaitu :

- a) *Recycle* : Material yang bisa didaur ulang
- b) *Reuse* : Material yang bisa digunakan secara berulang
- c) *Reduce* : Pengurangan limbah material

2.2.12. Construction Waste Management

Dalam mewujudkan *green construction* diperlukan adanya meminimalisir tingkat *waste material* yaitu dengan cara pengukuran yang presisi sebelum pemesanan material. Salah satunya dengan menggunakan prinsip mengurangi *waste material*, pemakaian material daur ulang, pemakaian secara berulang, pengolahan limbah, melokalisir limbah dan pengelolaan limbah.

Sisa material konstruksi merupakan sesuatu yang sifatnya berlebih baik itu berupa hasil pekerjaan maupun material konstruksi yang tersisa/tercecer/rusak sehingga tidak dapat digunakan lagi sesuai fungsinya. Selain pengaruhnya terhadap biaya, sisa material konstruksi ini juga berdampak terhadap lingkungan. Sehingga diperlukan meminimalisir *waste material*. Adapun material yang digunakan dalam konstruksi dibedakan menjadi 2 yaitu :

- a) *Consumable material* :

Material yang akhirnya akan menjadi bagian dan struktur fisik bangunan seperti semen, pasir, krikil, batu bata, besi tulangan, dan sebagainya.

- b) *Non-consumable material* :

Material penunjang dalam proses konstruksi dan bukan merupakan bagian fisik dari bangunan setelah bangunan tersebut selesai seperti perancah, bekisting, dan dinding penahan sementara.

Diperlukan adanya ketersediaan tempat pembuangan untuk memisahkan bahan sisa (kayu, besi, *drywall*, concrete dan sampah umum), hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam menentukan barang yang dapat di daur ulang dan tidak dapat. Tantangan untuk kontraktor sebenarnya adalah menemukan tempat daur ulang yang menerima bahan-bahan sisa dari proyek.

