

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Uraian Umum

Bekisting berfungsi sebagai cetakan sementara yang dimaksudkan untuk menopang beban selama proses penuangan dan pembentukan beton sesuai dengan yang diharapkan, setelah beton mencapai kekuatan yang cukup, maka bekisting dibongkar (Zakaria, 2021). Bekisting yang baik harus dapat mengatur kebutuhan pada segi ekonomis dan teknologi, maka dari itu bekisting harus kokoh, stabil, tidak merusak bentuk, tertutup rapat, memenuhi pedoman permukaan, dan mudah dipasang dan dibongkar.

Sebuah proyek memerlukan manajemen konstruksi dari tahap awal hingga akhir untuk perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan mengkoordinasikannya. Peran manajemen konstruksi adalah untuk memfasilitasi pengawasan yang lebih baik terhadap semua aspek proyek, baik itu tenggat waktu, biaya, atau kualitas. Mengoptimalkan perencanaan sebagai bagian dari manajemen konstruksi akan mempermudah pemantauan kemajuan proyek sesuai jadwal, baik dari segi tenggat waktu maupun biaya.

Perencanaan proyek harus tepat karena setiap elemen pekerjaan bergantung padanya. Oleh karena itu, perencanaan yang tepat sangat penting untuk memastikan perencanaan yang efektif dan tentu saja hemat biaya. Pembahasan pada tinjauan pustaka meliputi item jenis dan tipe bekisting, material penyusun bekisting, pelaksanaan pekerjaan bekisting, perhitungan volume, perhitungan tenaga kerja, perhitungan durasi, dan pembiayaan bekisting.

2.2 Jenis dan Tipe Bekisting

2.2.1 Bekisting Konvensional

Material utama dari bekisting metode konvensional adalah kayu. Pada umumnya, bekisting jenis ini menggunakan kayu sebagai material utama yang dipasang pada struktur yang akan dilakukan proses pengecoran. Ketika pengecoran selesai dan beton dapat menopang bebannya sendiri setelah periode tertentu, maka bekisting bisa dibongkar. PBTI merekomendasikan penggunaan bahan untuk bekisting yang mudah dibentuk, tidak langsung menyerap air dan dapat dilepas tanpa menyebabkan kerusakan pada hasil beton. Berikut adalah contoh bekisting konvensional pada gambar 2.1 :

Gambar 2. 1 Bekisting konvensional



2.2.2 Bekisting Peri

Bekisting sistem peri adalah jenis bekisting sistem dimana elemen pendukung yang merupakan bagian dari sistem diaplikasikan pada bangunan setelah komponen-komponennya dibuat di pabrik. Walaupun pengaplikasiannya lebih sederhana, namun biaya yang dikeluarkan untuk membeli komponen-komponen tersebut lebih tinggi.

Metode bekisting dengan sistem peri sangat berguna karena lebih memudahkan untuk pemasangan dan pembongkarannya. Bagian-bagian

penyusunnya tersedia mendetail seperti balok girder, asesoris waller serta aksesoris kecil yang dapat dengan mudah diaplikasikan.



Gambar 2. 2 Bekisting sistem peri

Kelebihan Bekisting Metode Sistem Peri

1. Pengujian dan inspeksi oleh para ahli dan teknisi yang berkualitas membantu memastikan untuk standar keselamatan yang lebih memadai.
2. Dapat menopang berat yang lebih tinggi, karena semua perangkat dan aksesorisnya telah dicoba dan ditinjau untuk mengetahui batas beban dan kekuatannya.
3. Pembuatan, pemasangan dan pembongkaran yang mudah. Perangkat yang dibuat difabrikasi sesuai dimensi dan fungsinya.
4. Sedikit atau tidak ada bahan habis pakai yang digunakan, sehingga mengurangi risiko kehilangan atau kerusakan peralatan.
5. Bentuk dan ukuran produk akhir lebih presisi dan akurat.
6. Berlaku untuk berbagai bentuk dan jenis konstruksi termasuk vertikal, horizontal, dan melengkung.
7. Memberikan kenyamanan dan kemudahan saat pengerjaan, dengan adanya platform yang dapat diakses untuk bekerja pada ketinggian tertentu, sehingga memberikan pekerjaan yang lebih aman dan lebih bebas.
8. Peralatan dan aksesoris dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama.

Kekurangan Bekisting Metode Sistem Peri

1. Biaya yang tinggi untuk membelinya, sehingga membutuhkan memikirkan yang cermat untuk memutuskan apakah berinvestasi untuk peralatan bekisting ini menguntungkan.
2. Masih sedikitnya penyedia bekisting jenis ini untuk dijual atau disewakan.
3. Pekerja lapangan perlu dilatih tentang berbagai jenis alat, fungsi dan metode pemasangan, perakitan dan pembongkaran. Oleh karena itu, tidak semua pekerja dapat mengerjakan sistem ini tanpa persiapan sebelumnya.
4. Banyaknya peralatan dan komponen yang kecil, sehingga berisiko hilang jika tidak disimpan dengan benar.
5. Biaya pengganti menjadi tinggi karena tingginya risiko kehilangan dan terbatasnya jumlah produsen penyedia.
6. *Tower crane* atau *lift crane* adalah alat yang diperlukan untuk memindahkan panel bekisting, terutama untuk kolom dan dinding.

2.3 Material Penyusun Bekisting

2.3.1 Material Penyusun Bekisting Konvensional

Pekerjaan bekisting konvensional menggunakan material sebagai berikut :

1. Kayu

Dalam dunia konstruksi, kayu mempunyai karakteristik yang menguntungkan yaitu :

- Relatif murah dan mudah didapatkan
- Penyambungan yang sederhana dan mudah digunakan
- Mampu menahan panas
- Tahan terhadap guncangan, getaran, dan penanganan yang kasar di lokasi

2. Multiplek

Multiplek tersusun dari lapisan kayu tipis yang ditempelkan dengan melintang. Lapisan yang lebih baik biasanya dikupas dari sebatang kayu gelondongan Satu lapis finer dapat memiliki ketebalan 1,5 hingga 3 mm. Setiap

lapisan finer dari satu plat tidak perlu memiliki ketebalan dan jenis kayu yang sama. Waktu digunakan sebagai bahan kontak, lapisan eksternal finer harus lebih tinggi kualitasnya dari lapisan internal, untuk menjamin kekuatan dan kekokohan.

2.3.2 Material Penyusun Bekisting Metode Sistem Peri

Pekerjaan bekisting metode sistem peri menggunakan material sebagai berikut :

1. Material sistem, yang termasuk dalam material sistem antara lain :
 - a. Girder GT-24 dan VT 20.
 - b. Sabuk penghubung yaitu *Steel Waller* dan *Column Waller*.
2. Material habis pakai, yang termasuk dalam material ini antara lain :
 - a. Baut penghubung, yaitu : Coach screw 8 x 60 DIN 571 untuk pengikat hook strap.
 - b. Poly film dan Phenolic film sebagai material panel.
 - c. PVC pipe $\frac{3}{4}$ " , dan plastic cones sebagai bahan pengikat.

Persyaratan paling penting untuk penopang struktur bekisting adalah sebagai berikut :

1. Harus mampu memindahkan beban yang relatif berat dengan bobot yang ringan
2. Mudah dipasang dan disesuaikan
3. Jumlah bagian yang lepas sekecil mungkin
4. Mudah ditangani
5. Dapat digunakan berkali-kali

Penyangga dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu :

1. Stempel kayu

Stempel menggunakan kayu bulat dan sambungan kayu bertulang telah lama digunakan sebagai elemen penahan beban pada bekisting. Tetapi pengaplikasiannya menurun beberapa tahun ini dikarenakan

munculnya berbagai macam bahan yang tidak memerlukan modifikasi yang berlebihan tetapi memungkinkan fleksibilitas yang tinggi.

2. Stempel baja

Stempel baja merupakan pilihan yang bermanfaat untuk membantu beban yang lebih tinggi meskipun pada umumnya mahal. Penopang yang kokoh tercipta Ketika penyangga baja dan balok atas digabungkan dengan stempel baja ini yang digunakan dalam bentuk profil.

3. Steger pipa baja

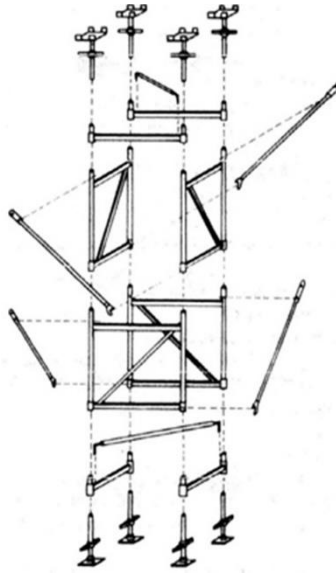
Bagian-bagian untuk mengembangkan steger pipa dari baja terdiri atas komponen ringan dengan sambungan yang dapat disambungkan secara efektif. Baja di las tumpul dengan garis tengah 48.3 mm dan ketebalan 3.6 kg/m adalah profil baja yang dibutuhkan. Panjang pipa steger adalah 1-1.5, 2, 3, 4 dan 6 m. Beban yang sesuai untuk saat ini mencapai 5 hingga 40 kN. Walaupun membutuhkan banyak pengerjaan yang diperlukan untuk mendirikan penyanagga dari steger pipa, material ini sangat masuk akal untuk bekisting, bahkan struktur yang rumit pun dapat ditangani dengan steger pipa ini.

4. Steger sistem baja

Steger sistem baja menawarkan beberapa keuntungan dibandingkan steger pipa baja, yaitu :

- Pekerjaan yang lebih sederhana
- Menggunakan lebih sedikit komponen
- Tidak memerlukan penanganan ahli

Steger sistem bisa disusun untuk arah ketinggiannya, dengan memberikan kecepatan dalam pembangunannya. Steger ini bekerja dengan menumpuk kuda-kuda dengan 2 - 4 tiang.



Gambar 2. 3 Contoh pembangunan sebuah steger sistem
(F. Wighout, 1992 hal 84)

5. Stemple Sekrup

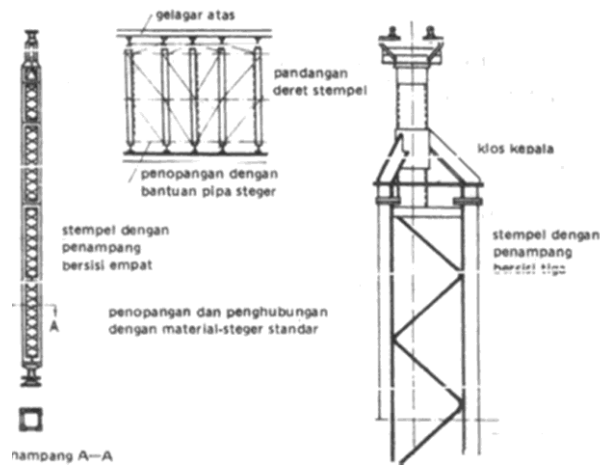
Bagian bawah stempel sekrup mencakup pelat kaki dengan bukaan untuk paku, sedangkan bagian atas menggunakan garpu yang dapat menopang beberapa balok. Selain itu, ada stemple yang mempunyai pelat kaki dan plat atas yang bisa diputar, cocok untuk menahan gaya tekan dan tarik.



Gambar 2. 4 Stempel sekrup yang dapat disetel
(F. Wighout, 1992 hal 86)

6. Stempel Konstruksi

Ditujukan untuk menopang beban yang lebih berat. Stempel konstruksi tersusun oleh berbagai komponen standar dengan panjang berbeda, dengan menggunakan baut sebagai penghubung.



Gambar 2. 5 Tipe stempel konstruksi
(F. Wighout, 1992 hal 87)

Beban horisontal dan vertikal seperti beban dari balok dan lantai, ditopang oleh material penyangga. Penyangga ini disusun dari komponen yang ringan, mudah dirakit, dipasang, dan dibongkar dengan mudah. Mengacu pada cara pembuatannya, penyangga bekisting dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

- a. Pemikul geser
Pemikul geser biasanya disusun dalam bentuk kisi atau rangka dan terbuat dari baja atau kayu yang pendek.
- b. Pemikul tersusun
Pemikul ini mampu menahan beban yang signifikan karena menggabungkan batang tarik ke dalam bentuk rangka tertentu. Pemikul ini terbuat dari kumpulan elemen rangka standar yang dirangkai dengan kapasitas penahan beban dan panjang yang berbeda.

2.4 Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting

2.4.1 Pemasangan Bekisting Balok

Penyangga balok biasanya berbentuk tegak dan persegi Panjang. Langkah-langkah pemasangan bekisting balok dengan bentuk persegi diuraikan sebagai berikut :

1. Pembuatan

- a. Buatlah bahan bekisting balok seperti multiplek yang dipotong mengikuti dimensi balok. Untuk mengurangi pemborosan material, perhatikan bagaimana material dipotong.
- b. Potong panel menurut ukuran dan jarak pemasangan yang diinginkan untuk membuat panel sisi balok dan alas. Serut rangka kayu sebelum digunakan untuk memastikan permukaan yang rata dan memudahkan perakitan.

2. Pemasangan

- a. Tandai dasar bekisting balok melalui dua titik yang diukur dengan *waterpass* sebagai dasar bekisting setelah menentukan dan mengukur tingginya.
- b. Sebagai pondasi perancah, pasang atas tiang.
- c. Pasang stemple balok dengan jarak tiap tiang sama dengan gambar. Jika perlu, pasang pengaku diantara tiang-tiang.
- d. Pasang gelagar dengan bagian atas menyentuh tali yang diatur menggunakan *waterpass*.
- e. Letakkan balok suri diatas gelagar dengan jarak yang telah direncanakan.
- f. Rangkai panel sisi balok apabila alas balok sudah terpasang. Posisi sisi balok harus tegak lurus alas balok.
- g. Agar ketegakan sisi balok stabil dan menahan beban waktu pengecoran, pasang skoor penahan.

3. Pembongkaran

- a. Lepaskan skoor penahan sisi balok untuk memulai pembongkaran.
- b. Agar panel bekisting tetap aman, gunakan metode yang efektif untuk membongkar sisi balok.
- c. Pada saat yang sama, bongkar alas balok, balok suri dan balok gelagar.
- d. Tiang-tiang penyangga harus dikeluarkan dan disusun sedemikian rupa sehingga mudah untuk digunakan kembali.

2.4.2 Pemasangan Bekisting Pelat

1. Pembuatan

Siapkan bahan bekisting balok seperti multiplek, potong sesuai dimensi balok.

2. Pemasangan

- a. Tentukan dan ukur elevasi bekisting pelat lantai, lalu tandai dasar bekisting menggunakan dua titik yang diukur dengan *waterpass*.
- b. Sebagai pondasi perancah, pasang alas tiang.
- c. Pasang stemple balok dengan jarak tiap tiang sama dengan gambar. Jika perlu, pasang pengaku diantara tiang-tiang.
- d. Pasang gelagar memanjang dengan bagian atas menyentuh benang yang telah diratakan menggunakan *waterpass*.
- e. Pasang rangka pelat, pastikan jaraknya sesuai dengan gambar.
- f. Pasang bekisting kontak dan dipaku ke rangka pelat lantai.
- g. Periksa ketinggian dan kerataan permukaan bekisting.

3. Pembongkaran

- a. Lepaskan rangka pelat dan bekisting kontak untuk memulai pembongkaran.
- b. Bongkar balok suri dan balok gelagar.
- c. Stempel penopang harus dilepas dan disusun rapi agar mempermudah digunakan kembali.

2.4.3 Pemasangan Bekisting Kolom

1. Langkah pertama

- a. Siapkan bekisting kolom yang telah di fabrikasi
- b. Dengan bantuan *Tower Crane*, pasang setenga panel pertama
- c. Letakkan pada garis yang telah ditandai
- d. Gunakan *adjustable brace* dan *adjustable kickers* yang dapat disesuaikan untuk memperkuat panel
- e. Sesuaikan *adjustable brace* dan *adjustable kickers* untuk menegakkan panel

2. Langkah kedua
 - a. Pasang panel ke-2 menggunakan *Tower Crane*
 - b. Gunakan *adjustable kickers* dan *adjustable brace* untuk memperkuat panel
 - c. Gunakan *adjustable kickers* dan *adjustable brace* untuk menegakkan panel
 - d. Dibantu dengan vibrator, kolom siap dicor

2.5 Perhitungan Volume

Item pekerjaan yang akan dihitung volume-nya meliputi item pekerjaan bekisting, pembesian, dan pengecoran. Menurut (Hermawati, 2021) untuk rumus pekerjaan volume sebagai berikut :

2.5.1 Pekerjaan Bekisting

Bekisting Balok

$$\begin{aligned} & \text{Luas Bekisting Balok (m}^2\text{)} \\ &= \text{Luas Alas} + (2 \times \text{Luas Samping}) \\ &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} + (2 \times \text{Panjang} \times \text{Tinggi}) \end{aligned}$$

Bekisting Pelat

$$\begin{aligned} & \text{Luas Bekisting Pelat (m}^2\text{)} \\ &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \end{aligned}$$

Bekisting Kolom

$$\begin{aligned} & \text{Luas Bekisting Kolom (m}^2\text{)} \\ &= \text{Keliling Alas Kolom} \times \text{Tinggi} \\ &= 2 \times (\text{Panjang} + \text{Lebar}) \times \text{Tinggi} \end{aligned}$$

2.6 Perhitungan Tenaga Kerja

Dalam menentukan jumlah tenaga kerja mandor dan tukang menggunakan acuan dari Analisis Harga Satuan Pekerja (AHSP) dengan rumus sebagai berikut (Hermawati, 2021) :

$$\text{Mandor} = \frac{\text{Koef Mandor AHSP}}{\text{Koef Mandor AHSP}}$$

$$\text{Tukang} = \frac{\text{Koef Tukang AHSP}}{\text{Koef Mandor AHSP}}$$

2.7 Perhitungan Durasi

Diperlukan perhitungan durasi untuk membandingkan kedua metode yang dianalisa. Sebelum menghitung durasi diperlukan menghitung produktifitas yang memiliki rumus sebagai berikut :

$$\text{Produktifitas} = \frac{\text{Upah kerja}}{\text{Harga satuan upah}}$$

Setelah menghitung produktifitas kemudian menghitung durasi dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{produktivitas}}$$