

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan penelitian yang dilakukan oleh penulis dan dapat menjadi referensi untuk memperkuat penyusunan tugas akhir ini. Beberapa penelitian terdahulu tersebut adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.1** Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Penulis	Tahun	Hasil Penelitian
1.	Perencanaan Biaya dan Waktu Pekerjaan Bekisting Berdasarkan Metode Semi-Sistem Pada Proyek Pembangunan Jember Icon	Deby Ambara	2016	- Berdasarkan hasil perhitungan biaya pekerjaan bekisting kayu memakai perancah skafolding diperoleh total biaya adalah Rp 3.021.312.655,- dengan durasi 270 hari. - Berdasarkan hasil perhitungan biaya pekerjaan bekisting kayu memakai perancah kayu diperoleh total biaya

				adalah Rp 3.719.800.043,- dengan durasi 275 hari.
2.	Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting pada Proyek Hotel Lifestyle Surabaya	Zhagita Devie Ariyanti	2016	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%
3.	Tinjauan Perbandingan Pekerjaan dengan Penggunaan Bekisting Baja dan Bekisting Kayu pada Proyek Gedung STIBA (Sekolah Tinggi Ilmu Bahasa Arab) Makassar	Efitamala	2020	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 dengan efisien waktu yang dihasilkan

4.	<p>Analisis Biaya Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi-Sistem Pada Kolom Bangunan Gedung</p>	Eko Susilo	2019	<p>-Perhitungan biaya pekerjaan bekisting kolom dengan metode bekisting konvensional sebesar Rp 1.902.728.133,86 dan metode bekisting semi-sistem sebesar Rp 1.599.868.777,12 2.</p> <p>-Perbandingan biaya dari kedua metode yaitu, metode bekisting konvensional 1,189 kali lebih mahal dibandingkan metode bekisting semi-sistem</p>
5.	<p>Analisis Perbandingan Bekisting Fiberglass dengan Bekisting Semi Konvensional pada Proyek Apartemen Grand</p>	<p>Agustinus Musiman Halawa</p>	2013	<p>-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</p>

	Taman Melati Margonda Depok		<p>dari segi waktu pengerjaan bekisting fiberglass juga lebih cepat 102 hari.</p> <p>-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.</p>
--	--------------------------------	--	---

## 2.2 Teori Dasar Yang Digunakan

Bekisting merupakan tugas penting dalam pelaksanaan proyek beton, karena bentuk, lokasi dan ukuran beton ditentukan oleh proyek bekisting, dan berfungsi sebagai struktur penunjang sementara untuk semua beban pada proyek beton, serta pertimbangan optimalisasi biaya dalam perencanaan bekisting proyek beton. Akan ada beberapa faktor biaya yang terlibat, seperti harga bahan, biaya pemasangan dan

pembongkaran, biaya penggunaan alat, dan siklus penggunaan kembali bahan cetakan (Dipohusodo, 1992).

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan beban suatu bekisting yaitu beban yang ditopang, penggunaan bekisting yang berulang kali, cuaca, keausan perancah akibat hentakkan, getaran dan pembebanan yang tidak merata (Wigbout, 1992). Jenis beban yang terjadi pada bekisting ada dua jenis, yaitu beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal merupakan beban akibat bekisting yang di tahan oleh penopang dan beban horizontal merupakan beban akibat adanya angin dan pelaksanaan yang tidak sesuai dengan rencana. Dalam melakukan penghematan biaya bekisting, perancangan konstruksi perlu memenuhi beberapa persyaratan (Amri, 2005), seperti :

- a. Perancah dan bekisting harus kokoh dan kuat agar mampu menghasilkan bentuk penampang seperti yang direncanakan tanpa mengalami perubahan bentuk atau tanpa cacat.
- b. Bekisting beton harus rapat, sehingga cairan pasta semen dan butiran halus agregat tidak dapat keluar dari celah-celah sambungan bekisting.
- c. Bekisting dan perancah bersifat sementara, harus direncanakan dengan harga yang relatif murah.

Pada Umumnya sebuah bekisting merupakan sebuah konstruksi yang bersifat sementara dengan tiga fungsi utama yaitu (F. Wigbout, 1992) :

- a. Untuk memberi bentuk kepada sebuah konstruksi beton
- b. Memperoleh struktur permukaan yang diharapkan

- c. Untuk memikul beton, hingga konstruksi tersebut cukup keras untuk dapat memikul diri sendiri.

Bekisting dan perancah yang di perlukan harus mempunyai kekuatan yang cukup dan kaku untuk menahan beton dan melawan tekanan yang muncul dari pengecoran dan getaran tanpa penurunan dari permukaan yang diperlukan. Permukaan semua bekisting yang berhubungan langsung dengan beton harus bersih, kaku, dan cukup rapat untuk mencegah kebocoran adukan beton. (Salmani, 2019).

### 2.3 Jenis Bekisting

Sesuai dengan bentuk dan volume struktur beton yang akan dibentuk, banyak jenis bekisting yang dapat digunakan yaitu :

1. Bekisting Konvensional



**Gambar 2.1** Bekisting Konvensional

Sumber: <http://darkspecialistd.blogspot.com/2019/09/jenis-bekisting.html>

Bekisting konvensional atau juga dikenal dengan istilah besking tradisional merupakan bekisting yang terbuat dari papan kayu dan kayu balok yang mana setiap kali dilepas dan dibongkar menjadi potongan-potongan kayu yang dapat disusun kembali menjadi sebuah bentuk lain. Bekisting konvensional ini masih banyak

ditemukan di beberapa proyek bangunan. Berikut ini keunggulan dan kekurangan bekisting konvensional:

Keunggulan bekisting konvensional adalah:

- a. Materialnya mudah dicari.
- b. Murah.
- c. Tidak memerlukan pekerja yang ahli.

Kekurangan bekisting konvensional adalah:

- a. Material kayu tidak awet untuk dipakai berulang-ulang kali.
  - b. Membutuhkan waktu untuk pasang dan bongkar bekisting yang menjadi lebih lama.
  - c. Banyak menghasilkan sampah kayu dan paku.
  - d. Bentuknya tidak presisi.
2. Bekisting Semi Sistem (*Knock Down*)



**Gambar 2.2** Bekisting Semi Sistem (*Knock Down*)

Sumber: <https://perpusteknik.com/fungsi-bekisting-pada-pengecoran-beton/>

Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, ditemukanlah bekisting semi sistem (*knock down*) yang terbuat dari plat baja atau besi hollow.

Penggunaan bekisting *knock down* tersebut akan menghasilkan bentuk beton yang lebih presisi jika dibandingkan dengan penggunaan triplek/papan kayu dan kayu balok pada sistem bekisting konvensional.

Prinsip dari bekisting semi sistem ini digunakan untuk berulang kali dalam bentuk yang tidak dapat diubah. Penggunaannya dirancang untuk satu proyek, yang ukuran-ukurannya disesuaikan pada bentuk beton yang diinginkan.

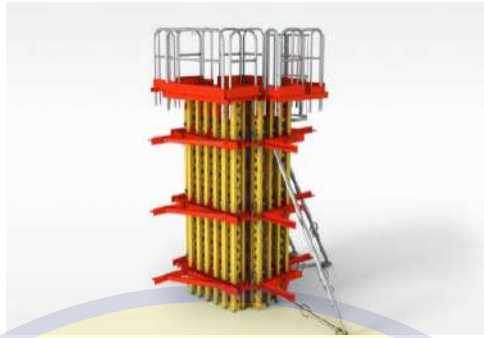
Persyaratan untuk digunakannya bekisting semi sistem adalah adanya kemungkinan yang cukup bagi pengulangan dalam pekerjaan. Setelah penggunaan, bekisting *knock down* sebaiknya dibersihkan dari sisa-sisa material beton yang menempel agar dapat digunakan lagi sehingga mampu menghasilkan kualitas yang tetap sama. Keunggulan bekisting semi sistem adalah:

- a. Tahan lama/awet sehingga dapat digunakan seterusnya sampai pekerjaan selesai;
- b. Lebih mudah dalam hal pemasangan dan pembongkaran;
- c. Mampu meminimalisir jumlah pekerja yang dibutuhkan jika dibandingkan ketika pekerjaan konstruksi tersebut menggunakan bekisting konvensional;
- d. Jika ditotal sampai pekerjaan bangunan selesai, bekisting semi sistem ini tidaklah menelan biaya yang terlalu tinggi jika dibandingkan dengan pemakaian bekisting konvensional.

Sedangkan kekurangan bekisting semi sistem adalah memerlukan area untuk pabrikan bekisting. Namun, saat ini bekisting semi sistem (*knock down*) semakin mudah dipesan dan semakin menjamur jasa penyewaannya.



### 3. Bekisting Sistem (PERI)



**Gambar 2.3** Bekisting Sistem (PERI)

Sumber: <https://duniabekisting.wordpress.com/2016/09/02/system-formwork-keunggulan/>

Bekisting sistem (PERI) merupakan bekisting yang dirancang dari komponen-komponen yang terbuat dari baja sehingga dapat digunakan berulang kali. Tipe bekisting ini dapat digunakan untuk sejumlah pekerjaan misalnya bekisting untuk panel terowongan dan bekisting untuk beton pre-cast atau pracetak. Saat ini sudah banyak penyalur alat-alat bekisting yang menyediakan bekisting sistem untuk dapat disewa oleh vendor/kontraktor. Keunggulan dari bekisting sistem (PERI) adalah:

- a. Mudah dan cepat untuk dipasang dan dibongkar;
- b. Ringan;
- c. Dapat dipakai berulang kali;

Mampu menghasilkan pengecoran dengan kualitas yang baik dan dapat dipakai pada pekerjaan konstruksi beton yang besar. Kekurangan dari bekisting sistem (PERI) adalah:

- a. Mahal.
- b. Membutuhkan keahlian dan peralatan berat.

#### 4. Bekisting Fiberglass



**Gambar 2.4** Bekisting Fiberglass

Sumber: <https://www.ilmutekniksipil.com/bekisting/jenis-jenis-bekisting>

Pilihan jenis bekisting modern lainnya adalah bekisting fiberglass. Jenis bekisting ini terbuat dari bahan fiberglass yang tahan terhadap air sehingga sangat cocok dipakai pada konstruksi yang sebagian/seluruhnya berada di bawah tanah. Selain itu, dengan bekisting dari bahan fiberglass membuatnya tidak mudah berkarat, ramah lingkungan, ringan, mudah dibersihkan, dan tidak terlalu banyak memakan waktu untuk finishing.

Bekisting fiberglass mampu menghasilkan pekerjaan yang berkualitas. Bekisting fiberglass telah memenuhi persyaratan penting dalam konstruksi bekisting yakni ketepatan, stabil, kokoh, baik dalam hal ketegakan, ukuran, kerataan dan kesikuan. Jenis bekisting ini dapat digunakan berulang kali sehingga kontraktor akan lebih hemat jika suatu saat akan dibutuhkan kembali.

#### 5. Bekisting Aluminium



**Gambar 2.5** Bekisting Aluminium

Sumber: <http://id.huajianal.com/news/advantages-and-disadvantages-between-aluminum-formwork-and-plywood/>

Produk bekisting alumunium ini belum umum di pasaran konstruksi Indonesia. Masih perlu dilakukan identifikasi risiko mengingat risiko penggunaannya masih belum jelas bagi orang yang belum berpengalaman. Penggunaan bekisting alumunium ini cocok untuk bangunan bertingkat tinggi dengan lantai yang luas dan bentuk ukuran beton yang sama. Keunggulan bekisting alumunium adalah:

- a. Harga material yang lebih murah;
- b. Penggunaan bekisting aluminium dapat mengurangi waktu pengerjaannya dan pengurangan harga tenaga kerja dalam proses pemasangan, pelepasan bekisting, dan finishing dimana struktur yang terekspos harus memiliki permukaan halus.

Sedangkan kekurangannya adalah memerlukan orang yang ahli dan berpengalaman dalam bekisting alumunium.

#### **2.4 Dasar Perencanaan Bekisting**

Sistem perencanaan dan metode kerja bekisting menjadi tanggung jawab kontraktor pekerjaan. Oleh karena itu, semua risiko dalam pekerjaan pasti merupakan risiko yang harus dikurangi semaksimal mungkin. Tentunya hal ini dapat dilakukan dengan melakukan perencanaan secermat mungkin dengan memperhatikan semua faktor yang mendukung atau menjadi penghambat pelaksanaan kedepannya.

Menurut F. Wigbout (1987:107) pada dasarnya, konstruksi bekisting memiliki tiga fungsi :

- a. Bekisting menentukan bentuk dari bekisting beton yang akan dibuat. Bentuk sederhana dari sebuah konstruksi beton menuntut bekisting yang sederhana.
- b. Bekisting harus dapat menyerap dengan aman beban yang ditimbulkan oleh spesi beton dan berbagai beban luar serta getaran. Dalam hal ini perubahan bentuk yang timbul dan geseran-geseran dapat diperkenankan asalkan tidak melampaui toleransi-toleransi tertentu.
- c. Bekisting harus dapat dengan cara sederhana dipasang, dilepas dan dipindahkan.

Menurut Nawy (1997: 7), tiga tujuan penting yang harus diperhatikan dalam membangun dan mendesain bekisting, yaitu:

1. Kualitas

Bekisting harus didesain dan dibuat dengan kekakuan (stiffness) dan keakurasian sehingga bentuk, ukuran, posisi dan penyelesaian dari pengecoran dapat dilaksanakan sesuai dengan toleransi yang diinginkan.

2. Keselamatan

Bekisting harus didirikan dengan kekuatan yang cukup dan faktor keamanan yang memadai sehingga sanggup menahan/menyangga seluruh beban hidup dan mati tanpa mengalami keruntuhan atau berbahaya bagi pekerja dan konstruksi beton.

3. Ekonomis

Bekisting harus dibuat secara efisien, meminimalisasi waktu dan biaya dalam proses pelaksanaan dan skedul demi keuntungan kontraktor dan owner (pemilik).

Menurut F. Wigbout (1987:107) ada beberapa beberapa faktor yang menjadi pertimbangan untuk mengambil suatu keputusan mengenai metode bekisting yang akan dipakai yaitu :

a. Kondisi struktur yang akan dikerjakan

Hal ini menjadi pertimbangan utama sebab sistem perkuatan bekisting menjadi komponen utama keberhasilan untuk menghasilkan kualitas dimensi struktur seperti yang direncanakan dalam bestek. Metode bekisting yang diterapkan pada bangunan dengan dimensi struktur besar tentu tidak akan efisien bila diterapkan pada dimensi struktur kecil.

b. Luasan bangunan yang akan dipakai

Pekerjaan bekisting merupakan pekerjaan yang materialnya bersifat pakai ulang (memiliki siklus perpindahan material). Oleh karena itu, luas bangunan ini menjadi salah satu pertimbangan utama untuk penentuan n x siklus pemakaian material bekisting. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya pengajuan harga satuan pekerjaan.

c. Ketersediaan material dan alat

Faktor lainnya yang perlu dipertimbangkan adalah kemudahan atau kesulitan untuk memperoleh material atau alat bantu dari sistem bekisting yang akan diterapkan.

Menurut F. Wigbout (1987:107) pada pekerjaan konstruksi bekisting menjalankan 5 fungsi yaitu :

1. Bekisting menentukan bentuk dari konstruksi beton yang akan dibuat. Bentuk sederhana dari sebuah konstruksi beton menghendaki sebuah bekisting yang sederhana.
2. Bekisting harus dapat menyerap dengan aman beban yang ditimbulkan oleh spesi beton dan berbagai beban luar serta getaran. Dalam hal ini perubahan bentuk yang timbul dan geseran-geseran dapat diperkenankan asalkan tidak melampaui toleransi-toleransi tersebut.
3. Bekisting harus dapat dengan cara sederhana dipasang, dilepaskan dan dipindahkan.
4. Mencegah hilangnya basahan dari beton yang masih baru.
5. Memberikan isolasi termis.

## **2.5 Siklus Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting**

Pelaksanaan bekisting adalah bagian yang terintegrasi (terhubung) dari proses konstruksi, dan beberapa istilah (terminologi) digunakan dalam pekerjaan beton dan bekisting. Langkah-langkah berikut menjelaskan aktivitas pelaksanaan pekerjaan bekisting :

- a. Pemilihan sistem bekisting.
- b. Fabrikasi bekisting.
- c. Pemasangan bekisting.
- d. Pembongkaran bekisting.
- e. Perbaikan dan Penggunaan Kembali Bekisting

### **2.5.1. Pemilihan sistem bekisting.**

Pemilihan sistem bekisting mencakup bagian dari proses persiapan untuk pelaksanaan pekerjaan struktural yang berbeda. Ini juga termasuk pemilihan aksesoris, *bracing* dan ketersediaan komponen untuk sistem bekisting. Berbagai bentuk sistem digunakan dalam konstruksi struktur beton bertulang. Misalnya, sistem bekisting untuk pelat lantai dapat diklasifikasikan ke dalam sistem dan sistem konvensional atau manual yang bekerja dengan peralatan pengangkat atau *crane*. Sistem konvensional masih menjadi sistem yang umum digunakan dalam pekerjaan konstruksi. Karena sistem dapat beradaptasi dengan struktur dari segala bentuk dan ukuran.

### **2.5.2. Fabrikasi Bekisting**

Langkah kedua dari siklus pelaksanaan bekisting adalah membuat atau merakit bekisting. Kegiatan tersebut meliputi penerimaan bahan bekisting, pemotongan dan penempatan bahan sesuai jenis dan ukurannya, pemasangan komponen sesuai bentuk dan ukuran yang dibutuhkan, dan penempatan bekisting di dekat daerah pengangkatan yang akan diangkat oleh *crane*. Kontraktor pelaksana juga harus memilih area produksi di lokasi kerja untuk memenuhi kebutuhan mobilisasi alat dan bahan bekisting selama bekerja.

### **2.5.3. Pemasangan Bekisting**

Metode dan urutan pekerjaan bekisting sangat dipengaruhi oleh ketersediaan alat angkat dan ketersediaan tulangan. Bekisting biasanya diangkat secara manual dengan *crane* atau *crane* kecil. Pemasangan bekisting meliputi pekerjaan pengangkatan, pemosisian, dan pengaturan penempatan berbagai elemen

bekisting. Siklus kerja beton dimulai setelah bekisting dipasang dan diakhiri dengan kekuatan dan pengecoran.

#### 2.5.4. Pembongkaran Bekisting

Ketika beton sesuai dengan umur dan kuat untuk menahan semua rencana beban yang akan ditahan, maka proses pembongkaran dapat dilaksanakan. Pembongkaran harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah struktur terpengaruh oleh beban. Bentuk beton baru bisa dilepas saat beton mencapai 70% dan biasanya membutuhkan waktu 3-4 hari untuk dilepas bekisting.

**Tabel 2.2** Waktu minimum pembongkaran bekisting dan perancah

Uraian	Waktu
Dinding	12 jam
Kolom	12 jam
Bagian sisi balok	12 jam

Sumber: ACI 347-04, 2004

**Tabel 2.3** Waktu minimum pembongkaran bekisting ditinjau dari bebannya

Uraian	Waktu	
	Beban hidup lebih kecil dari beban mati	Beban hidup lebih besar dari beban mati
Balok		
a. Jarak bentang kurang dari 3 m	7 hari	4 hari
b. Jarak bentang antara 3 sampai 6m	14 hari	7 hari
c. Jarak bentang lebih besar dari 6 m	21 hari	14 hari



Plat lantai satu arah		
a. Jarak bentang kurang dari 3 m	4 hari	3 hari
b. Jarak bentang antara 3 sampai 6m	7 hari	4 hari
c. Jarak bentang lebih besar dari 6 m	14 hari	7 hari
Plat lantai dua arah	Waktu pemindahan bekisting tergantung pada pemakaian <i>reshoring</i> . Apabila diperlukan, <i>reshoring</i> dipasang setelah seluruh bekisting selesai dibongkar. <i>Reshoring</i> gunanya untuk memperkecil lendutan atau <i>creep</i> (rangkai). Kapasitas beban dan pengaturan jarak <i>reshoring</i> harus direncanakan.	

Sumber: SNI 03-2847, 2002

#### 2.5.5. Perbaikan dan Penggunaan Kembali Bekisting

Setelah melepas bekisting, tindakan perbaikan biasanya harus dilakukan karena pekerjaan pemindahan sebelumnya. Lakukan langkah ini agar bekisting dapat digunakan kembali untuk pekerjaan selanjutnya.

## 2.6 Material Bekisting

Dalam Proyek yang dijadikan sebagai objek penelitian ini menggunakan dua jenis dengan berbeda beda ketebalan material bekisting, material tersebut yaitu *Plywood* untuk struktur horizontal dan *Phenolic* untuk struktur vertikal berikut detailnya :

**Tabel 2.4** Jenis bahan bekisting dan jumlah pemakaian

Bahan	Uraian	Jumlah Pemakaian Ulang
<i>Plywood</i>	Variasi absorpsi air menyebabkan permukaan yang tidak merata, dapat dihilangkan dengan pelapisan cat ( <i>wood sealer</i> )	Max 5X
<i>Plywood</i> lapis plastik	Sambungan harus dibuat kedap air, dapat menyebabkan permukaan tidak merata	Max 10X
Baja	Dapat menyebabkan variasi warna permukaan dan tekstur, terdapat noda karat, dapat dihilangkan dengan dilapis cat epoxy	50 -100X
<i>Fibre glass</i>	Tekstur dan bentuk spesial	20 - 30X
Bekisting dengan dengan tekstur ( <i>form liner</i> )		
Kayu	Dengan tekstur tertentu, absorpsi air variasi, dapat diperbaiki dengan cat wood sealer	1 - 20X
Karet atau PVC	Tekstur spesial, fleksibel, permukaan warna seragam	Max 100X

Dalam perencanaan proyek ini menggunakan pemasangan perancah dengan metode PCH (Perth Construction Hire). Keunggulan metode PCH dibandingkan dengan scaffolding antara lain :

- a. Pemasangan lebih mudah
- b. Kemampuan dalam menahan beban lebih besar
- c. Efektif dan efisien dalam menahan beban

Alat PCH yang digunakan yaitu :

1. *Ringlock Vertical Standard*

Tiang vertikal yang dilengkapi dengan *ringlock* yang dihubungkan dengan *Ledger* (horizontal), digunakan sebagai penyangga untuk bekisting plat lantai atau balok. Tersedia dalam ukuran : 0.50 m , 1.00 m , 1.50 m , 2.00 m , 2.50 m , 3.00 m dengan pipa diameter 48.3 mm (sumber : Katalog KHK Scaffolding).



**Gambar 2.6** *Ringlock Vertical Standard*

Sumber: <https://www.durascf.com/product/ringlock-scaffolding-vertical/>

2. *Ringlock Horizontal Ledger*

Tiang horizontal yang menghubungkan antar Standart, digunakan sebagai bagian dari penyangga. Tersedia dalam ukuran 0.61 m , 0.65 m , 0.91 m 1.06 m , 1.15 m , 1.22 m dan 1.50 m dengan pipa diameter 48.3 mm (sumber : Katalog KHK Scaffolding).



**Gambar 2.7** *Ringlock Horizontal Ledger*

Sumber: <https://www.durascf.com/product/ringlock-scaffolding-horizontals-ledger/>

3. *Ringlock Beam Braket*

Berfungsi sebagai aksesoris tambahan vertikal standard untuk memperluas daerah yang ditopang.



**Gambar 2.8** *Ringlock Beam Braket*

Sumber: <https://www.aksesmitraprima.com/product/16>

4. *Ringlock Spigot Pin*

*Spigot pin* berfungsi untuk pengunci dan sebagai sambungan antara dua vertikal standard, spigot pin berbentuk pipa yang memiliki dua lubang sebagai tempat pengunci.



**Gambar 2.9** *Ringlock Spigot Pin*

Sumber: [https://www.alibaba.com/product-detail/Andamios-de-Ringlock-scaffolding-Connecting-spigot\\_60737085667.html](https://www.alibaba.com/product-detail/Andamios-de-Ringlock-scaffolding-Connecting-spigot_60737085667.html)

5. *Pipa Support*

*Pipa support* adalah tiang perancah berupa pipa baja yang terdiri dari dua bagian yaitu bagian atas, dan bagian bawah. Pada ujung atasnya dibuat ulir untuk mempermudah penyesuaian ketinggian yang dibutuhkan. Umumnya digunakan sebagai peyangga pada konstruksi balok dan lantai. (Francie petrus, 2018)



**Gambar 2.10** *Pipa support*

Sumber: <https://www.klopmart.com/produk/pipa-support-ts90/078106069048>

6. *U-Head*

Plat tekuk berbentuk U, aplikasinya digabungkan dengan *Adjustable Jack*, digunakan sebagai tatakan *Primary Beam*.



**Gambar 2.11** *U-Head*

Sumber: <http://www.sctslscaffolding.com/scaffolding-jack-base/u-head-jack-base.html>

7. *Beam Clamp*

*Beam Clamp* berfungsi sebagai penyangga dinding balok agar tetap mempertahankan bentuk balok pada saat pengecoran.



**Gambar 2.12** *Beam Clamp*

Sumber: <https://jualscaffoldingkotasurabaya.wordpress.com/2019/02/14/jual-beam-clamp-scaffolding/>

8. *Suri-suri*

Berfungsi sebagai tumpuan atau alas dari rangka bottom balok yang menumpu pada balok pikul.



**Gambar 2.13** *Suri-suri*

Sumber: <https://www.indosteger.co.id/produk/detail/suri-suri-scaffolding-65x15-mtr>

9. *Hollow*

Besi *Hollow* adalah besi berongga persegi yang ukuran dan panjangnya bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Besi *Hollow* sering digunakan pada rangka bekisting balok, dan suri-suri pada konstruksi plat lantai.

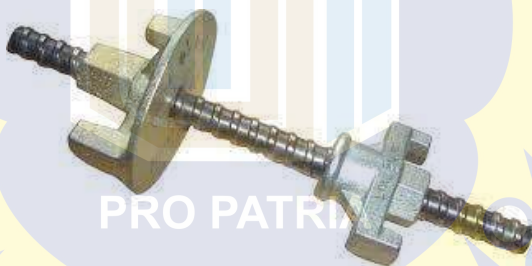


**Gambar 2.14** *Hollow*

Sumber: <https://www.shutterstock.com/image-vector/metal-rectangular-hollow-bars-structural-reinforcement-1937721970>

10. *Tierod & Wing nut*

*Tierod* umumnya dilengkapi mur atau pengunci pada setiap sisinya yang disebut *Wing nut*, fungsi *Tierod* umumnya sebagai pengunci pada bekisting vertikal seperti kolom dan dinding.



**Gambar 2.15** *Tierod & Wing nut*

Sumber: <https://www.sinarwaja.com/?menu=60&kat=12&v=67&nxid=125&title=wing-nut-94,-92-&-Tierod-15/17>

11. *Steel waler*

*Steel waler* salah satu alat utama untuk pembuatan bekisting struktural vertikal, dan ubin baja digunakan sebagai sabuk atau pengencang dalam serangkaian panel bekisting struktural vertikal.



**Gambar 2.16** *Steel waler*

Sumber: <https://www.indiamart.com/proddetail/mild-steel-formwork-waler-plate-22173073788.html>

12. *Push pull props RSS*

*Push pull props RSS* alat yang digunakan sebagai pengatur ketegakan bekisting struktur vertikal atau disebut *verticality*.



**Gambar 2.17** *Push pull props RSS*

Sumber: <https://www.gbmitaly.com/props/push-pull-props#tira-spingi-h>

13. *Kicker brace AV*

*Kicker brace AV* alat yang digunakan sebagai pengatur ketegakan bekisting struktur vertikal.



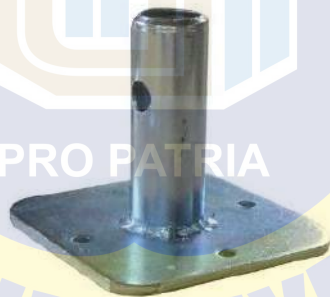


**Gambar 2.18 Kicker brace AV**

Sumber: <https://pabriksc scaffolding.com/project/kicker-p-100cm/>

14. *Base plate*

*Base plate* berfungsi sebagai tumpuan Push pull props RSS dan kicker brace AV pada lantai kerja.



**Gambar 2.19 Base plate**

Sumber: <https://www.klopmart.com/produk/base-plate-scaffolding/077106065121078081061061>

## **2.7 Pembebanan pada Bekisting**

### **1. Beban Horizontal**

Gaya horizontal dipengaruhi oleh Berat volume beton, plastisitas mortar, kecepatan pengerasan mortar, temperatur lokasi, kecepatan pengecoran, cara pemadatan beton, tinggi formwork, jarak dinding formwork, bentuk formwork, kondisi tulangan. (Pratama, 2015).

F. Wigbout dalam bukunya menyebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi beban horizontal antara lain yang pertama spesi beton berkaitan dengan masa volume. Kedua pengerjaan berkaitan dengan temperature, kecepatan pengecoran, metode pelaksanaan pengecoranm cara pemadatan. Terakhir bekisting berkaitan dengan tinggi bekisting, bentuk bekisting dan kekakuan bekisting.

## 2. Beban Vertikal

Beban vertikal yang terdiri dari beban mati (dead load) dan beban hidup (liveload). Beban mati (DL) yang ditanggung oleh perancah adalah berat sendiri campuran beton dan beban bekisting. Menurut SNI 03-2847-2002, besarnya berat jenis beton bertulang normal adalah  $2200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$ . Menurut ACI-347-78, berat bekisting diambil sebesar  $50 \text{ kg/m}^2$  Sedangkan beban hidup (LL) yang terjadi diakibatkan oleh beban pekerja dan peralatan kerja diambil sebesar  $100 \text{ kg/m}^2$  berdasarkan F. Wigbout, 1992.

### 2.8 Perhitungan Beban Bekisting

Dalam analisis perencanaan bekisting ini dasar untuk menghitung kekuatan kayu adalah karakteristik tegangan ijin dan modulus elastisitas pada tabel :

**Tabel 2.5** Nilai tegangan ijin kayu dan modulus elastisitas kayu

No.	Jenis tegangan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kelas kuat kayu				
		I	II	III	IV	V
1	( $\sigma_{lt //}$ )	150	100	75	50	-
2	( $\sigma_{tk //} = \sigma_{tr //}$ )	130	85	60	45	-
3	( $\sigma_{tk}$ )	40	25	15	10	-
4	( $\tau //$ )	20	12	8	5	-
5	(E)	125.000	100.000	80.000	60.000	-

$\sigma_{lt //}$  : Tegangan lentur sejajar serat  
 $\sigma_{tk //} = \sigma_{tr //}$  : Tegangan tekan = Tarik sejajar serat  
 $\sigma_{tk}$  : Tegangan tekan tegak lurus serat  
 $\tau //$  : Tegangan geser sejajar serat  
 E : Modulus Elastisitas

Sumber : PKKI Tahun 1961

**Tabel 2.6** Berat jenis kayu

Kelas Kayu	Berat Jenis (ton/m <sup>3</sup> )
I	0,9
II	0,6 < 0,9
III	0,4 < 0,6
IV	0,3 < 0,4
V	< 0,3

Sumber : PKKI Tahun 1961

Besi *hollow* adalah besi yang berbentuk persegi berongga. besi *Hollow* tersebut biasanya terbuat dari besi galvanis, atau stainless steel baja. (Parani, 2018)

Spesifikasi besi *hollow* bisa lihat tabel :

**Tabel 2.7** Spesifikasi besi *hollow*

Type	A	B	t	Section Area	Weight	Momen Inersia	Wx
	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>
Hollow							
50 x 50 x 2,3	50	50	2,3	4,252	3,34	15,90	6,34
50 x 50 x 1,6	50	50	1,6	3,032	2,38	11,70	4,68
100 x 50 x 3,2	100	50	3,2	8,927	7,01	112,00	22,5
100 x 50 x 2,3	100	50	2,3	6,552	5,14	84,80	17

Sumber : Tabel Profil Konstruksi Baja, 1988.

**Tabel 2.8** Tegangan baja

Jenis	Tegangan leleh		Tegangan ijin	
	$\sigma_i$		$\bar{\sigma}$	
	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>	Mpa	kg/cm <sup>2</sup>
Bj 34	210	2.100	140	1.400
Bj 37	240	2.400	160	1.600
Bj 41	250	2.500	166,7	1.666,7
Bj 44	280	2.800	186,7	1.866,7
Bj 50	290	2.900	193,3	1.933,3
Bj 52	360	3.600	240	2.400

Sumber : SNI 03-1729-2002

**Tabel 2.9** Spesifikasi profil U

Type	h	b	d	Weight	Momen Inersia	Wx
	mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>
Profil-U (UNP)						
50 x 38 x 5	50	38	5	5,59	26,4	10,6
65 x 42 x 5,5	54	42	5,5	7,09	57,5	17,7
100 x 50 x 5	100	50	5	9,36	189	37,8
100 x 50 x 6	100	50	6	10,6	206	41,2

Sumber : Tabel profil konstruksi baja, 1988

**Tabel 2.10** Kuat Tekan PCH

No	Spesimen	Gaya (kN)	Stroke (mm)
1	Scaffolding GSP	33,6	4,0
	Tinggi 200 cm (Standard Support)	66,8	35,0

Sumber : Uji tekan statis Scaffolding BPPT, 2014

### 2.8.1. Perhitungan Lendutan

1. Untuk Perletakan di atas 2 tumpuan

$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I}$$

2. Untuk Perletakan di atas 3 tumpuan atau lebih

$$\delta = \frac{q \cdot l^2}{128 \cdot E \cdot I}$$

Dimana :

E = Modulus Elastis Perletakan

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

= Momen Inersia Penampaang yang akan dihitung

Pada perhitungan lendutan disyaratkan lendutan nilanya tidak boleh melebihi lendutan yang diijinkan guna melindungi struktur dari pengaruh gerakan – gerakan yang berlebihan. Nilai batas dari lendutan yang terjadi adalah  $\delta_{maks} \leq$

$$\frac{1}{400} L. \text{ (R. Segel, dkk, 1994)}$$

Dimana:

$\delta$  = Lendutan

L = Jarak Batang

### 2.8.2. Perhitungan Kekuatan

$$\sigma_{lt} = \frac{M}{W}$$

Dimana :

$\sigma_{lt}$  = Tegangan Lentur yang Diijinkan

M = Momen Lentur yang terjadi Beban Kerja

W = Momen Perlawanan dari Penampang yang akan dihitung

Rumus untuk perhitungan momem lentur terjadi akibat beban kerja :

1. Untuk 2 perletakan

$$Mx = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2$$

2. Untuk 4 perletakan atau lebih

$$Mx = \frac{1}{10} \cdot q \cdot l^2$$

Dimana :

q = Beban terbagi merata per m<sup>2</sup>

l = Jarak sumbu ke sumbu tumpuan

momen perlawanan untuk penampang empat persegi panjang adalah :

$$W_x = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2$$

Dimana :

b = Lebar penampang

h = Tinggi penampang

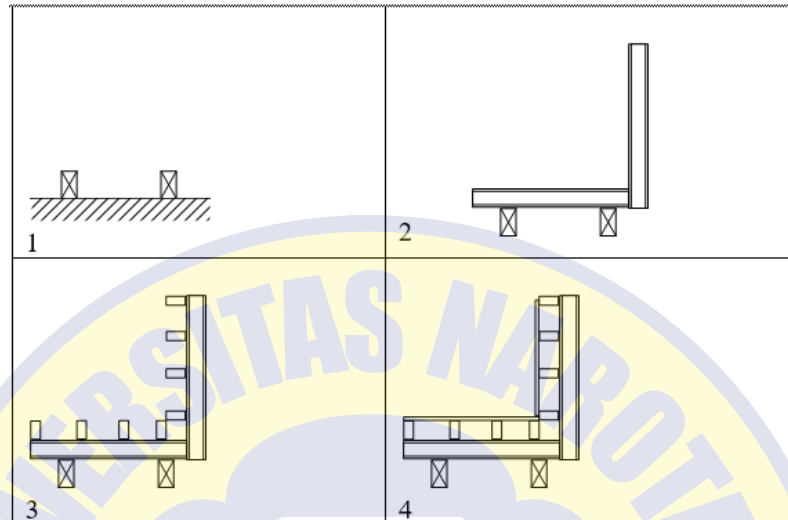
## **2.9 Metode Pelaksanaan Bekisting**

Dalam melaksanakan pekerjaan bekisting baik bekisting kolom, bekisting balok maupun bekisting plat dapat digunakan metode sebagai berikut:

### **2.9.1. Metode Pelaksanaan Bekisting Kolom**

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal. Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke fondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubu manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Berikut langkah-langkah pengerjaan bekisting kolom :

1. Bekisting akan di masukan terlebih dahulu dirakit pada pabrikan yang sudah disiapkan.



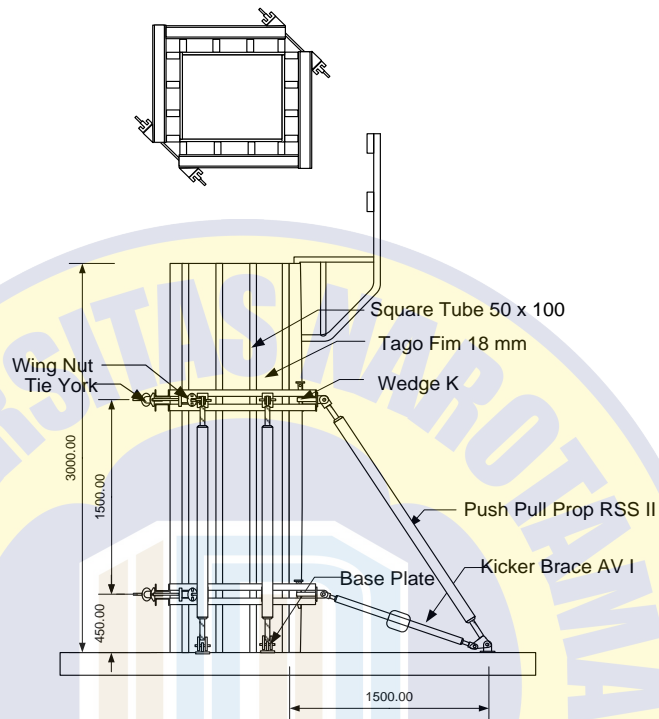
**Gambar 2.20** Proses Pabrikasi Bekisting Kolom

2. Cek ukuran kolom yang sudah dipabrikasi dan kesikuannya ( $90^\circ$ )
3. Lakukan penyiraman *mould oil* pada area bekisting secara merata, hal ini bertujuan agar beton tidak lengket antara bekisting dengan beton yang akan di cor karena sering kali jika tidak disiramkan oleh *mould oil* beton akan lengket pada bekisting sehingga dapat menyebabkan kerusakan struktur kolom.
4. Setelah bekisting kolom selesai dirakit, bekisting akan di mobilisasi oleh *crane* untuk dipasang sesuai tempat yang sudah ditandai
5. Pasang sepatu kolom sesuai yang ditandai (*marking*)
6. Pasang base plate pada stek yang sudah ditanam
7. Bersihkan lokasi kolom yang akan dipasang
8. Pasang Bekisting kolom yang sudah di lapsi form oil
9. Pasang *Push pull prop* dan *kicker brace*
10. Pasang unting-unting, cek *verticality* bekisting.



11. Setelah dilakukan pengecoran, maka dilakukan pembokaran bekisting.

Column Method



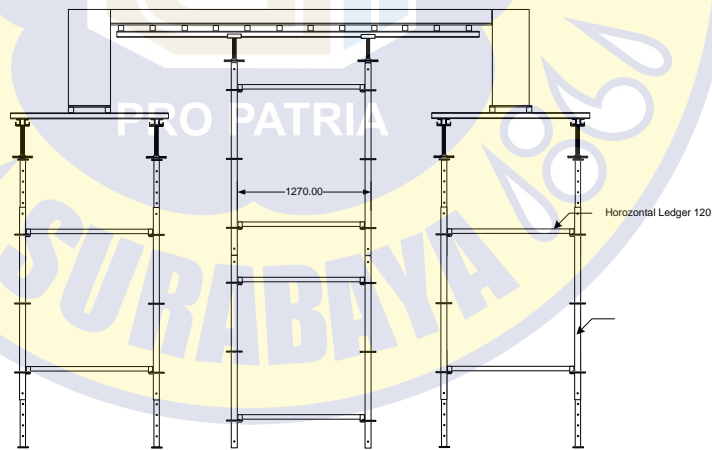
Gambar 2.21 Proses Pabrikasi Bekisting Kolom

### 2.9.2. Metode Pelaksanaan Bekisting Balok dan Plat

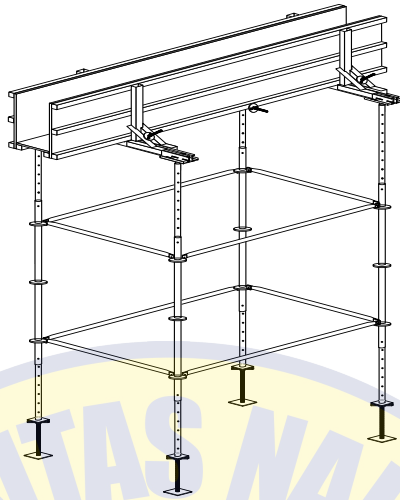
Fungsi utama balok adalah membentuk bidang kaku horisontal. Bidang ini memperkuat dan bergabung dengan struktur bangunan vertikal sehingga memungkinkan bangunan untuk bertindak terhadap gaya-gaya sebagai suatu unit tertutup.

Plat lantai adalah bagian bangunan berupa luasan yang di batasi dinding-dinding sebagai tempat di lakukannya aktifitas sesuai dengan fungsi bangunan. pada bangunan bertingkat lantai memisahkan ruangan-ruangan secara vertikal. Lantai dapat di kategorikan sebagai elemen struktur maupun elemen nonstruktural dari bangunan. Berikut langkah-langkah pengerjaan bekisting balok dan plat :

1. PCH disiapkan dengan masing-masing jarak disusun berjajar sesuai dengan kebutuhan di lapangan.
2. Mengatur ketinggian PCH sesuai yang sudah disiapkan atau direncanakan, dengan mengatur *base jack* atau *u-head*
3. Pasang Balok Pikul dan Suri menggunakan *Steel Chanal* untuk memperkuat antar PCH.
4. Pasang *Bottom Form* balok
5. Pasang *side form*/ dinding sebelah sisi-sisi
6. Pasang *Tie Rod* dan *wing nut*
7. Pasang pipa *hollow* untuk perancah lantai
8. Pasang *plywood* untuk bekisting lantai
9. Rapihkan dan bersihkan area yang akan di cor



**Gambar 2.22** Proses Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat



**Gambar 2.23** Proses Pabrikasi Bekisting Balok dan Plat

## **2.10 Rencana Anggaran Biaya**

Rencana anggaran biaya adalah memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia. Perkiraan biaya yang terperinci dilakukan dengan tahapan menghitung volume dan analisa harga satuan dari pekerjaan yang harus dilaksanakan, agar nilai pekerjaan dapat dipertanggung jawabkan secara benar dan optimal. (Susanti, 2019)

Rencana anggaran biaya yaitu perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain pelaksanaan proyek :

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

Adapun biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Beberapa pertimbangan sebagai acuan dalam perhitungan rencana anggaran biaya dalam pekerjaan bekisting (F. Wigbout, 1987) :

1. Biaya dan kemungkinan terhadap penyesuaian material yang telah ada dibandingkan dengan membeli atau menyewa material baru.

2. Biaya dari tingkat kualitas material yang lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat yang rendah plus keahlian pekerja yang lebih baik dalam peningkatan kualitas dan efisiensi.
3. Pemilihan terhadap material yang lebih mahal sehingga dapat menghasilkan daya tahan dan kapasitas penggunaan yang lebih pendek.
4. Penyetelan di lokasi dibandingkan dengan penyetelan di toko atau pabrik, hal ini tergantung dari kondisi lokasi serta lahan yang tersedia, ukuran besar kecilnya proyek, jarak dan tempat penyetelan, dan lain sebagainya

### **2.11 Penjadwalan**

Jadwal adalah waktu yang dijadwalkan. Oleh karena itu, *time schedule* mengacu pada rencana untuk mengalokasikan waktu untuk menyelesaikan setiap item pekerjaan proyek, secara umum ini adalah jadwal tetap untuk pelaksanaan proyek. Perencanaan dan penjadwalan adalah bagian dari perhitungan biaya integral, dan perkiraan biaya jam kerja adalah dasar untuk menghitung durasi kegiatan pada rencana tersebut. Dari jadwal atau rencana kerja, kita dapat memahami berapa lama pekerjaan dapat diselesaikan dan bagian-bagian pekerjaan yang saling berhubungan.