

BAB II
DASAR TEORI



SKRIPSI
KAJIAN PERBANDINGAN RUMAH TINGGAL SEDERHANA
DENGAN MENGGUNAKAN BEKISTING BAJA TERHADAP
METODE KONVENSIONAL DARI SISI
METODE KONSTRUKSI DAN KEKUATAN STRUKTUR

IRENE MAULINA (0404210189)

BAB II

DASAR TEORI

II.1. BEKISTING

Acuan dan perancah atau Bekisting atau formwork adalah suatu konstruksi yang bersifat sementara pada pelaksanaan pekerjaan beton yang berfungsi untuk membentuk beton sesuai dengan ukuran dan tempat kedudukannya atau dapat juga disebut suatu konstruksi yang merupakan cetakan atau mal.¹

Pada umumnya sebuah bekisting merupakan suatu konstruksi yang bersifat sementara dengan mempunyai fungsi utama, yaitu:²

1. Untuk memberikan bentuk kepada sebuah konstruksi beton.
2. Untuk memperoleh struktur permukaan yang diharapkan.
3. Untuk memikul beban hingga konstruksi tersebut cukup kuat untuk memikul berat sendiri, peralatan dan tenaga kerja.

Dalam melaksanakan pekerjaan, konstruksi bekisting harus memenuhi syarat-syarat berikut:³

1. Kualitas
 - Ukuran harus sesuai dengan yang diinginkan
 - Posisi letak acuan dan perancah harus sesuai rencana
 - Hasil akhir permukaan beton harus baik, tidak ada acuan yang bocor.

¹ Suropto, ST. *Petunjuk Praktek Kerja Acuan dan Perancah I*. Depok : Politeknik Negeri Jakarta. 2000 : hal 1

² F. Wigbout, Ing. *Bekisting (Kotak Cetak)*. Jakarta : Erlangga. 1987 : hal 1

³ Suropto, ST. *Petunjuk Praktek Kerja Acuan dan Perancah I*. Depok : Politeknik Negeri Jakarta. 2000 : hal ...

2. Keamanan

- Acuan dan perancah harus stabil pada posisinya.
- Kokoh yang berarti acuan dan perancah harus kuat menahan beban yang bekerja
- Acuan dan perancah harus kaku tidak bergerak dan bergeser dari posisinya.

3. Ekonomis

- Mudah dikerjakan dengan tidak banyak membutuhkan tenaga kerja.
 - Mudah dipasang atau dirangkai untuk menghemat waktu
- Acuan dan perancah harus mudah dibongkar dengan tidak merusak beton.

Dengan semakin pesatnya laju pembangunan di Indonesia, maka perhatian atas rasionalisasi pembuatan beton pun turut meningkat pula. Hal ini terjadi pada penggunaan bekisting atau formwork.

Berikut jenis bekisting berdasarkan perkembangannya:

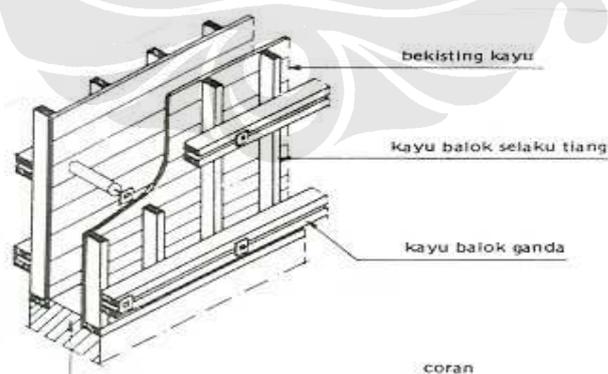
1. Bekisting Tradisional.

Adalah suatu bekisting yang terdiri dari papan dan kayu balok, dikerjakan ditempat oleh orang-orang yang ahli. Bekisting tradisional masih banyak dijumpai pada proyek-proyek yang relatif kecil dan penggunaannya hanya terbatas pada beberapa kali pakai saja. Untuk bentuk-bentuk yang rumit, akan membutuhkan bahan yang relatif banyak Karena akan banyak terjadi penggergajian/pemotongan yang dilakukan sehingga biaya investasi dapat membengkak oleh karena banyaknya bagian-bagian yang hilang akibat penggergajian.

Bekisting tradisional adalah bekisting yang setiap kali setelah dilepas dan dibongkar menjadi bagian-bagian dasar, dapat disusun kembali menjadi sebuah bentuk lain.⁴ Selain itu bekisting cara tradisional adalah bekisting yang bahan dasarnya dapat digunakan kembali dalam bentuk lain.⁵

Pada umumnya bekisting kontak terdiri dari kayu papan atau material plat, sedangkan konstruksi penopang disusun dari kayu balok dan (pada lantai) dari stempel-stempel baja. Bekisting tradisional ini memungkinkan pemberian setiap bentuk yang diinginkan pada kerja beton.

Penggunaan material pada sistem ini hanya beberapa kali pengulangan dan untuk konstruksi yang rumit harus banyak diadakan penggantian. Dalam hal biaya, investasi bekisting tradisional pada awalnya dapat dikatakan rendah, akan tetapi karena adanya penggantian pada saat pelaksanaan yang akan memakan waktu, bahan, dan ongkos kerja, maka pada pekerjaan yang sedikit/rendah proses pengulangannya, bekisting tradisional ini dapat dikatakan mahal.⁶



Gambar 2.1: Contoh Bekisting dinding cara tradisional

⁴ F. Wigbout, Ing. *Bekisting (Kotak Cetak)*. Jakarta : Erlangga. 1987 : hal 233

⁵ Suropto, ST. *Petunjuk Praktek Kerja Acuan dan Perancah I*. Depok : Politeknik Negeri Jakarta. 2000 : hal 9

⁶ Suropto, ST. *Petunjuk Praktek Kerja Acuan dan Perancah I*. Depok : Politeknik Negeri Jakarta. 2000 : hal 9



Gambar 2.2 : Contoh Bekisting Kolom cara tradisional

2. Bekisting Semi Sistem

Adalah suatu bekisting yang dirancang untuk suatu proyek yang ukurannya disesuaikan dengan bentuk beton yang diinginkan. Biasanya bekisting Semi Sistem terdiri dari elemen-elemen yang lebih besar dan dibuat oleh pihak pemborong. Penggunaan dari bekisting ini disebabkan karena adanya kemungkinan untuk digunakan secara berulang-ulang.

Bekisting setengah sistem adalah bekisting dengan satuan-satuan yang lebih besar, yang dibuat dan direncanakan untuk sebuah obyek tertentu. Untuk itu pada prinsipnya bekisting ini digunakan untuk berulang kali dalam bentuk tidak berubah.⁷

Bekisting setengah sistem ini bahan dasarnya disesuaikan dengan konstruksi beton, sehingga pengulangannya dapat dilakukan lebih baik/lebih banyak apabila konstruksi beton itu sendiri tidak terjadi perubahan bentuk maupun ukuran. Dengan adanya pabrikasi bekisting yang ukurannya

⁷ F. Wigbout, Ing. *Bekisting (Kotak Cetak)*. Jakarta : Erlangga. 1987 : hal 233

disesuaikan dengan bentuk beton yang bersangkutan, maka potongan material bekisting dapat dihindari.⁸

Pada umumnya bekisting kontak terdiri dari material plat. Konstruksi penopang disusun dari komponen-komponen baja yang dibuat di pabrik atau gelagar-gelagar kayu yang tersusun. Setelah usai, komponen-komponen ini dapat disusun kembali menjadi sebuah bekisting setengah sistem untuk sebuah obyek yang lain.⁹



Gambar 2.3 : Contoh bekisting kolom setengah sistem pre-fabrikasi

3. Bekisting Full Sistem.

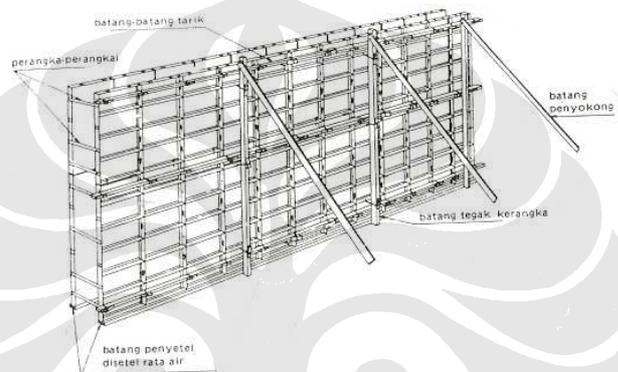
Adalah suatu bekisting yang merupakan perkembangan dari bekisting semi sistem ke bekisting yang sifatnya lebih universal dengan kemungkinan dapat digunakan untuk berbagai macam proyek. Elemen-elemen untuk kolom, balok, dan lantai pada bekisting sistem ini besar kemungkinan dapat ditukar-tukar penggunaannya. Bekisting sistem ini dibuat dipabrik dan dalam pelaksanaan ditambahkan dengan elemen-elemen pembantu yang sangat sederhana serta mudah dalam pengerjaannya, akan tetapi investasi untuk

⁸ Suropto, ST. *Petunjuk Praktek Kerja Acuan dan Perancah I*. Depok : Politeknik Negeri Jakarta. 2000 : hal 10

⁹ F. Wigbout, Ing. *Bekisting (Kotak Cetak)*. Jakarta : Erlangga. 1987 : hal 233

bekisting ini sangat tinggi. Penggunaan bekisting ini akan lebih bermanfaat pada proyek- proyek yang besar dan bentuknya tipikal.

Bekisting sistem adalah elemen-elemen bekisting yang dibuat di pabrik, sebagian besar komponen-komponennya terbuat dari baja dengan elemen-elemen pembantu yang merupakan bagian dari sistem ini.



Gambar 2.4 : Contoh bekisting dinding sistem

Bahan-bahan yang digunakan pada pekerjaan bekisting antara lain sebagai berikut:

1. Kayu

Kayu adalah suatu bahan konstruksi yang paling tua diketahui dan sangat penting untuk bangunan, sebab kayu mudah didapat, harganya relatif murah, dan mudah dikerjakan. Kayu memiliki sifat tidak mahal, kuat, fleksibel, serba guna, tahan lama, ringan, dan mudah pengerjaannya.¹⁰

Penggunaan kayu sebagai material bekisting diatur ketentuan dan persyaratannya dalam Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI). Dalam

¹⁰ John E Clark P. E. *Structural Concrete Cost Estimating*. McGraw Hill Book Company: New York. 1983 : hal 84-85

peraturan PKKI ini jenis-jenis kayu diklasifikasikan berdasarkan berat jenis, kekuatan lentur serta kekuatan tekan mutlaknya menjadi 5 (lima) kelas.¹¹

No	Kelas kuat	Berat jenis kering udara (gr/cm ³)	Kuat lentur mutlak (kg/cm ²)	Kuat tekan mutlak (kg/cm ²)
1	I	> 0,9	>1100	>650
2	II	0,90 - 0,60	1100 - 725	650 - 425
3	III	0,60 - 0,40	725 - 500	425 - 300
4	IV	0,40 - 0,30	500 - 360	300 - 215
5	V	<0,3	<360	<215

Sumber : PKKI Tahun 1961

Tabel 2.1 : Klasifikasi kayu di Indonesia

Sebagai dasar perhitungan kekuatan kayu dalam analisa perencanaan bekisting ini yang ditinjau adalah properti tegangan-tegangan ijin serta modulus elastisitas dari material kayu yang akan digunakan tersebut.¹²

Berdasarkan pertimbangan kayu bekisting yang akan di pakai berulang-ulang, maka perilaku mekanis kayu akan menurun, karena itu tegangan yang diijinkan, untuk perhitungan bekisting ditentukan 90% dari tegangan kayu yang diijinkan atau nilai dari tegangan ijin dikalikan dengan 0,9. demikian pula untuk modulus elastisitasnya.

¹¹ Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia. Jakarta. 1961

¹² Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia. Jakarta. 1961

Umumnya kayu yang dipakai sebagai bekisting adalah kayu bermutu di kelas II dan III. Berhubung dengan waktu pembebanan yang singkat dari tekanan beton, tegangan ijin menurut PKKI akan dikalikan 5/4., maka tegangan yang diijinkan untuk kayu mutu A kelas II menjadi

$$\sigma \text{ lentur} = 0,9 \times 5/4 \times 100 \text{ Kg/cm}^2 = 112,50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau // = 0,9 \times 5/4 \times 12 \text{ Kg/cm}^2 = 13,50 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E = 0,9 \times 100.000 \text{ Kg/cm}^2 = 90.000 \text{ Kg/cm}^2$$

Keterangan :

Faktor 5/4¹³ = untuk konstruksi yang tegangannya diakibatkan oleh muatan tetap dan tidak tetap

Faktor 0,9 = faktor pemakaian berulang untuk kayu bekisting yang besarnya 90% dari tegangan kayu yang diijinkan.

Keuntungan dan kerugian dalam menggunakan kayu sebagai bahan bangunan antara lain :

a. Keuntungan menggunakan kayu:

- Kekuatan yang besar pada suatu massa volumik yang kecil.
- Harga yang relatif rendah dan dapat diperoleh dengan mudah.
- Mudah dikerjakan dengan alat-alat sambung yang sederhana.
- Isolasi termis yang sangat baik.

b. Kerugian menggunakan kayu :

- Misotrop (memiliki sifat yang tidak sama dalam semua arah).
- Tidak homogen (serat-seratnya tidak terbagi rata pada kayu).

¹³ Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia. Jakarta. 1961

Irene Maulina (0404210189)

- Menyusut dan mengembangnya kayu secara ekstrim.
- Tahanannya terhadap retakan dan geseran kecil sekali.
- Keterbatasannya dalam ukuran-ukuran.
- Kemungkinan penggunaan ulang yang terbatas.

2. Material Plat (papan-papan yang digabung)

Dinding formwork adalah papan-papan kayu yang digabung menjadi sebuah panel. Papan-papan itu dihubungkan satu sama lain dan biasanya dilindungi disisi-sisi kepalanya oleh profil-profil logam.

1). Triplek (Multiplek).

Papan Multipleks terdiri dari suatu papan kayu tipis yang berlapis-lapis yang jumlah lapisannya ganjil, selain itu lapisan-lapisan papan tersebut direkatkan dengan lem. Ketebalan lapisan tersebut sekitar 1,5 – 2,5 dan 3 mm. Supaya dapat mencegah tertarik melengkung, maka jumlah lapisan per papan multipleks akan dipilih dalam jumlah yang ganjil terhadap pusat susunan lapisan yang simetris. Arah dari serat-serat kayu dibagian lapisan yang ganjil itu sejajar satu dengan yang lain, sedangkan arah dari serat-serat kayu dilapisan yang genap tegak lurus satu dengan yang lain. Disebabkan bentuk susunan ini, kekuatan dari papan multipleks hampir sama disemua arah.

Papan triplek/multiplek ini berdasarkan ketebalannya dapat digunakan sebagai berikut :

- Tebal 4 – 6 mm : untuk membuat cetakan bentuk lengkung dan licin.

- Tebal 9 – 12 mm : untuk acuan yang harus diberi perkuatan dengan jarak tertentu.
- Tebal 18 – 24 mm : untuk cetakan yang langsung bisa diletakkan diatas gelagar penopang.

a. Sifat-sifat yang menguntungkan dari triplek/multiplek :

- Homogen dibanding kayu.
- Penyusutan dan pengembangannya tidak terlalu besar.
- Dapat diperoleh dalam ukuran-ukuran yang besar.
- Penggunaan ulang yang besar.
- Kerapatan dan kadar permukaan yang baik.
- Tepat untuk permukaan-permukaan yang berbentuk lengkung.

b. Sifat yang merugikan dari triplek/multiplek :

- Harga yang relatif tinggi.
- Permukaan dan tepi dari plat-plat ini mudah rusak.
- Permukaan dari plat harus ditangani dengan hati-hati.
- Ukuran yang biasa dipakai : (2,44 X 1,22) meter.

3. Baja

Dalam teknik bekisting, material baja digunakan dalam berbagai bentuk dan kualitas. Sudah lama kita mengenalnya dipakai dalam alat-alat penghubung, tapi juga selakumaterial pembantu atau komponen pembantu pada bekisting traditional hingga sepenuhnya selaku konstruksi penyangga dan konstruksi bekisting.¹⁴

¹⁴ F. Wigbout, Ing. *Bekisting (Kotak Cetak)*. Jakarta : Erlangga. 1987 : hal 34

Yang menguntungkan dari baja :

- Kekuatannya yang tinggi (modulus kekenyalannya besar).
- Susunannya homogen dan isotrop.
- Kekerasannya yang tinggi dan tahan terhadap keausan.
- Dapat diperoleh dalam berbagai bentuk.
- Dapat digabung dengan logam campuran, untuk memperbaiki sifat-sifat material tertentu.
- Tahan terhadap lingkungan dasar dari spesi beton dengan sesuatu nilai PH antara 10-12.
- Apabila tidak lagi memenuhi tujuan yang diharapkan dari padanya, ia memiliki suatu nilai sisa selaku besi tua.

Yang tidak menguntungkan dari baja :

- Berat massa yang tinggi.
- Pembentukan karat.
- Hantaran termis yang besar.
- Pembuatan dan penyusunannya harus dilaksanakan dalam sebuah tempat kerja yang khusus disiapkan untuk itu.

Sifat-sifat baja yang penting untuk penggunaan bekisting adalah :

- Kekuatan tarik, batas lumer/rentang, modulus kekenyalan dan kekokohan.
- Kekerasan.
- Ketahanan pada muatan yang berubah-ubah / dinamis.
- Memungkinkan untuk di las / di tarik.
- Anisotropi pada plat, memungkinkan pengubahan bentuk.

II.1.1. Penggunaan Bekisting

II.1.1.1. Pondasi

Sebuah konstruksi beton tidak boleh langsung dicor diatas tanah, terlebih dulu harus kita pasang suatu lantai kerja yang memadai. Lantai kerja ini hendaknya dibuat sedemikian rupa, sehingga ia sesedikit mungkin menyedot air dari beton yang dicor diatas lantai kerja tersebut. Untuk pekerjaan normal, biasanya lantai kerja terbuat dari beton tidak bertulang dengan kadar semen 200 kg/m^3 . Pada umumnya ketebalan lantai kerja kita buat 50 – 60 mm, untuk pembangunan dalam air ukuran tebal yang dipergunakan lebih besar. Sebuah lantai kerja dapat dikatakan berguna jika ia dapat mencegah terjadinya patahan dan penurunan setempat sewaktu beton sedang dicor dan sewaktu sedang mengeras.

Pada pondasi diatas sebuah galian, hendaknya lantai kerja dipasang diatas dasar tanah yang sebelumnya telah dipadatkan dengan sempurna. Selain itu harus berhati-hati pada waktu pelepasan bekisting dan sewaktu mencabut tonggak-tonggak, agar tidak mengganggu keseimbangan tanah dibawah pondasi.

Pada umumnya bagian sisi dari pondasi diberi urugan tanah. Untuk permukaan kontak dari bekisting bagian samping, kita dapat menggunakan kayu papan dan berbagai macam material plat. Dengan cara-cara penolongan sederhana, misalnya melalui pelapisan dengan tripleks tipis, sebuah bekisting yang pernah digunakan dapat dipakai kembali. Pada umumnya untuk pondasi kita buat bekistingnya secara traditional meskipun untuk seri besar telah dikembangkan dan dipergunakan bekisting prefab dari baja.

II.1.1.2. Kolom

Penampang kolom umumnya berbentuk bujur sangkar, empat persegi panjang, bulat atau bentuk tak beraturan dengan maksud untuk dekoratif. Untuk penampang kolom yang berbentuk bujur sangkar atau empat persegi panjang dapat dengan mudah dibuat bekisting dari bahan kayu, tetapi untuk penampang berbentuk bulat dan tidak beraturan akan lebih tepat dibuat bekisting dari bahan plat.

Kolom tidak dicor pada waktu yang bersamaan dengan balok atau lantai yang menumpang di atasnya, melainkan mendahului beberapa hari. Kolom-kolom yang dicor terlebih dahulu dapat memberikan keamanan stabilitas kepada konstruksi bekisting bagi coran berikutnya.

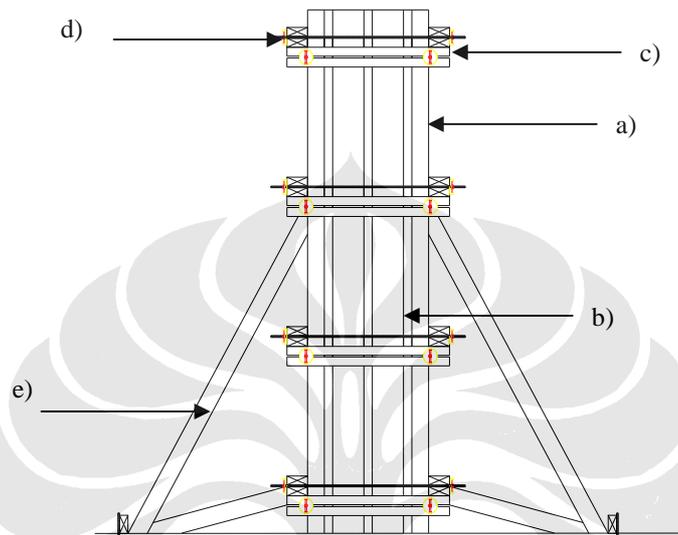
Ditinjau dari segi ekonomi sebaiknya kolom-kolom di semua tingkat mempunyai ukuran yang sama, seandainya pada sebuah tingkat harus mengubah sebuah penampang yang berbentuk persegi menjadi persegi panjang, hal ini dapat dilaksanakan dengan jalan memasang kayu di dalam bekisting semula.

Kolom digunakan untuk pembatas pemasangan dinding agar tidak terlalu panjang. Bila pada permukaan lantai kerja pembuatan cetakan kolom tidak datar, maka dibuat landasan dari adukan atau balok/kaso, kemudian didatarkan dengan waterpass. Fungsi utama kolom adalah untuk menyalurkan beban dari atas ke pondasi.

Bekisting dari sebuah kolom harus menerima beban tekanan spesi beton yang cukup besar. Dalam pembangunan perumahan dan berbagai fasilitas kegunaan, bekisting kolom akan terisi dalam waktu sangat singkat, oleh kecepatan

naik spesi beton, tekanan kearah samping terbukti cukup tinggi.

Komponen penyusun bekisting kolom pada umumnya terdiri atas komposisi sebagai berikut :



Gambar 2.5 : Sketsa komponen bekisting kolom

a) Bekisting kontak

Berfungsi menahan adukan beton cair sampai adukan beton tersebut mengeras. Umumnya terdiri dari bahan-bahan multiplek/plywood atau papan kayu. Pada umumnya tebal material kayu yang digunakan berkisar antara 9 hingga 21 mm.

b) Balok tiang

Balok tiang dipasang pada jarak tertentu sesuai dengan perhitungan kekuatan. Fungsi dari balok tiang ini adalah menerima gaya beban dari bekisting kontak dan menyalurkannya pada balok rangkai . Balok

tiang biasanya menggunakan balok-balok kayu ukuran 5/10, 6/12 hingga 8/15 ataupun dari material baja seperti kanal, pipa hollow tergantung dari perhitungan dan pemilihan bahan.

c) Balok perangkai (sabuk kolom)

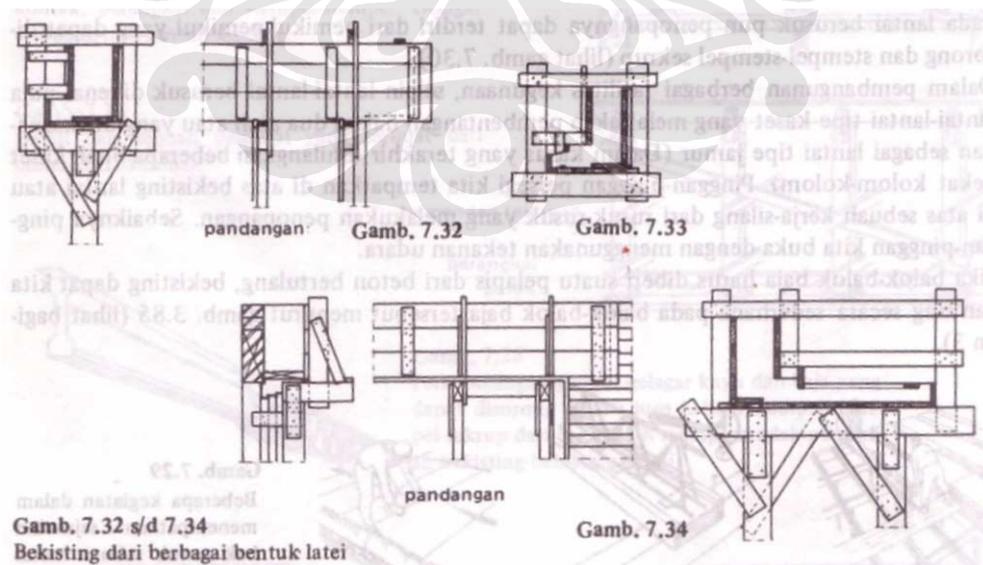
Balok perangkai berfungsi mengikat bekisting kolom dan menyalurkan beban beban yang diterima dari balok-balok tiang.

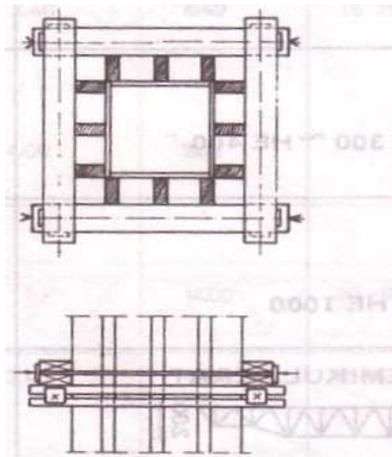
d) Pen pengikat

Pen pengikat berfungsi juga sebagaimana halnya sabuk kolom yaitu menahan beban yang diterima dari balok – balok tiang.

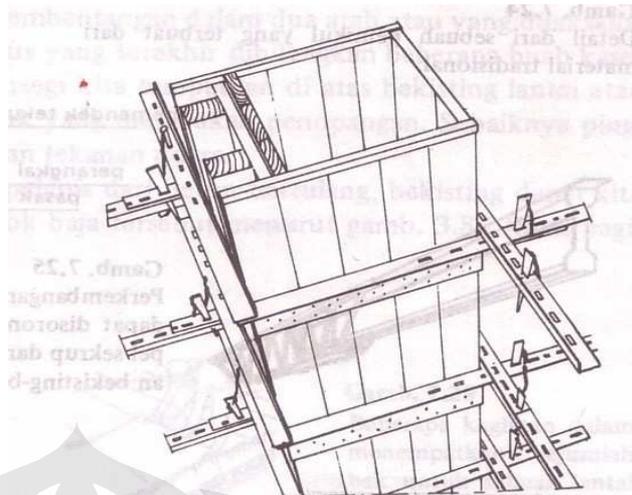
e) Stoot penahan.

Berfungsi selain sebagai penahan ketegakan dan kestabilan posisi bekisting, juga menyalurkan beban dari balok perangkai ke tanah atau lantai di bawahnya.

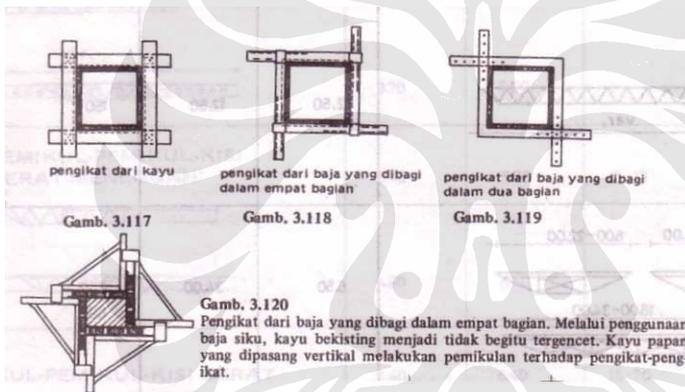




Gamb. 3.122
Bekisting kolom dengan kayu papan vertikal. Kayu pengikat dan batang-batang tarik dalam dua arah (sebuah metode yang memerlukan agak banyak pengerjaan).



Gamb. 7.21
Bekisting kolom dengan penampang yang disesuaikan pada kebutuhan.



pengikat dari kayu

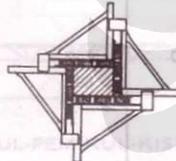
pengikat dari baja yang dibagi dalam empat bagian

pengikat dari baja yang dibagi dalam dua bagian

Gamb. 3.117

Gamb. 3.118

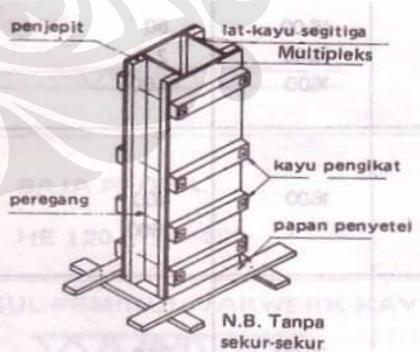
Gamb. 3.119



Gamb. 3.120
Pengikat dari baja yang dibagi dalam empat bagian. Melalui penggunaan baja siku, kayu bekisting menjadi tidak begitu tergecet. Kayu papan yang dipasang vertikal melakukan pemikulan terhadap pengikat-pengikat.



Gamb. 7.20
Setengah kolom dengan pengikat dan sekur-sekur.



Gamb. 3.121
Kayu pengikat dipasang langsung pada bekisting kontak. Kayu pengikat dalam satu arah, peregang-peregang dalam arah lain. Konstruksi ini dapat digunakan untuk kolom-kolom dengan penampang terbatas.
N.B. Tanpa sekur-sekur

Gambar 2.6 : Sketsa berbagai komponen bekisting kolom

II.1.1.3. Balok

Bekisting balok ditopang oleh sebuah konstruksi yang terbilang tipikal : yaitu dengan papan pengapit.

Bagian-bagian yang melakukan pemikulan terdiri dari kayu balok yang dihubungkan satu sama lain dengan bantuan papan-papan pengokoh serta sekur-sekur yang terdiri dari kayu papan.

Untuk menjaga agar stempel-stempel tidak akan menekuk, ke semua itu dirangkaikan satu dengan yang lain dan disekur pada jarak stempel dan ketinggian balok yang besar, alas balok terdiri dari kayu balok, untuk jarak yang lebih pendek gunakan kayu papan perangkai-perangkai lantai ditempatkan di atas sebuah balok penyangga yang memindahkan semua gaya lewat sejumlah klos ke konstruksi penopang yang ada di bawahnya. Apabila ketinggian balok tidak begitu besar, perangkai-perangkai lantai dapat ditempatkan dengan menggunakan sejumlah pasak di atas, balok penyangga yang dipasang di atas kelebarannya. Bagian-bagian yang melakukan penopangan disetel dengan bantuan sepasang pasak. Konstruksi penopang dengan satu stempel akan labil, untuk meningkatkan stabilitas dilanjutkan tipe pemikul sebagai penopang.

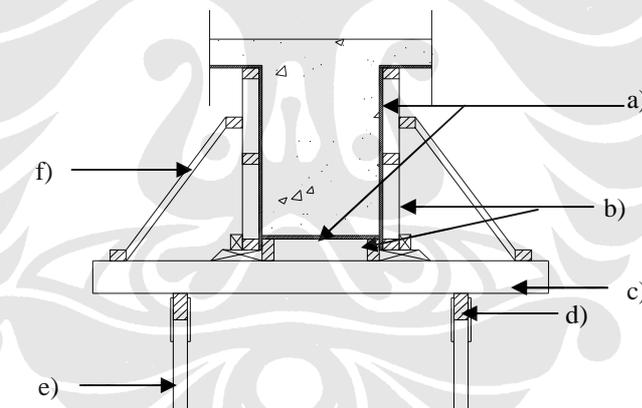
Balok dibuat untuk menghubungkan antara kolom yang satu dengan kolom yang lain. Balok menahan sebagian beban vertikal dari dinding di atasnya dan beban horisontal dari plat lantai.

Pencoran balok-balok tidak berlantai pada ketinggian sebuah tingkat, tidak banyak ditemukan dalam pembangunan perumahan dan berbagai fasilitas kegunaan. Sebagai latei (balok yang memikul tembokan atau sebuah bordes), di

masa lalu sering kali pilihan dijatuhkan pada balok-balok yang dicor dalam pekerjaan, namun dewasa ini sering dipilih balok-balok prefab sehubungan dengan sangat mahalnya pekerjaan membuat cukup rumit dari latei-latei dan bekistingnya yang dilaksanakan secara traditional.

Penggunaan penjepit-penjepit balok dapat mengurangi pengerjaan. Seperti halnya dinding-dinding, bekisting-bekisting balok pun harus dilengkapi lubang penguras untuk meniadakan berbagai kotoran, serbuk gergaji, kawat pengikat dan lain sebagainya menjelang berlangsungnya pencoran beton.

Bentuk penampang balok umumnya berbentuk segi empat dengan posisi berdiri.



Gambar 2.7 : Sketsa komponen bekisting balok

Bagian-bagian dari bekisting balok terdiri dari :¹⁵

a) Bekisting kontak pipi dan bodeman

Bekisting kontak adalah bagian dari bekisting yang berhubungan langsung dengan beton. Material yang digunakan adalah material plat yang memiliki sifat tahan air dan tahan aus. Fungsinya sebagai pemberi bentuk pada balok dan juga menerima langsung beban yang bekerja dari beton. Ketebalan dari plat ini tergantung dari perhitungan beban yang ditanggungnya.

b) Rangka alas dan pipi vertikal dan horisontal

Rangka ini berfungsi sebagai penerima beban yang disalurkan dari bekisting kontak kemudian disalurkan kepada komponen bekisting di bawahnya. Material yang digunakan biasanya adalah kayu ukuran 2/3, 4/6, 5/7 dan 5/10 atau juga dari material yang lebih kuat seperti besi hollow atau plat siku. Penggunaan material tersebut tergantung dari penentuan sistem metode yang akan dipakai dan juga dari perhitungan kekuatan bahan.

c) Balok suri

Balok suri berfungsi menyebarkan beban yang diperoleh dari rangka alas balok kepada gelagar memanjang yang ada di bawahnya. Balok suri dipasang arah berlawanan dengan panjang balok. Sedangkan panjang balok suri tergantung dari kebutuhan. Untuk posisi balok yang berada di tepi bangunan biasanya akan lebih panjang karena berfungsi

¹⁵ Suropto, ST. *Petunjuk Praktek Kerja Acuan dan Perancah I*. Depok : Politeknik Negeri Jakarta. 2000 : hal 18

Irene Maulina (0404210189)

juga sebagai penahan dinding pipi bebas balok. Tetapi untuk efisiensi bahan biasanya balok suri ini di buat panjang 2 m sehingga dari 1 batang panjang 4 m balok dipotong menjadi 2 buah balok suri tanpa ada sisa material yang terbuang. Material balok suri biasanya dari kayu ukuran 5/10, 6/12, 6/15 dan 8/15 tergantung dari perhitungan kekuatan yang dilakukan.

d) Balok engkel (gelagar memanjang)

Balok engkel pada konstruksi balok dimensi kecil jarang dipakai. Fungsinya adalah menyalurkan beban dari konstruksi di atasnya kepada stempel atau penopang di bawahnya.

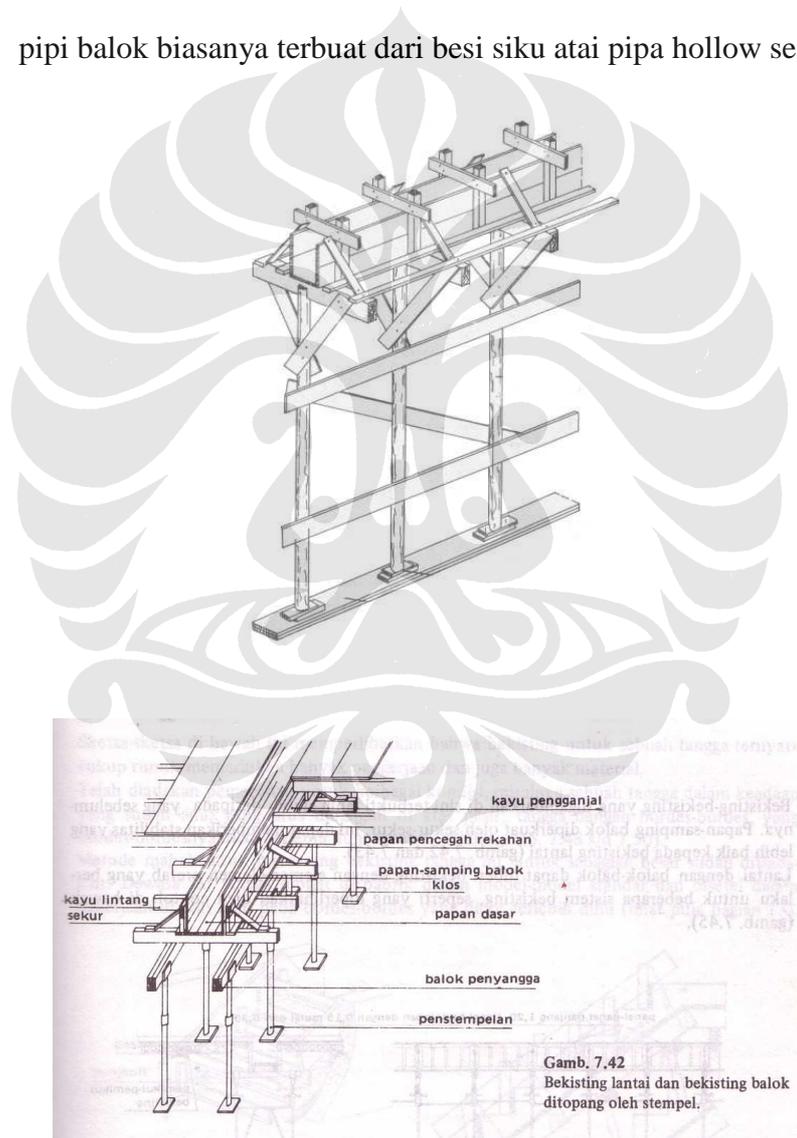
e) Stempel / penopang

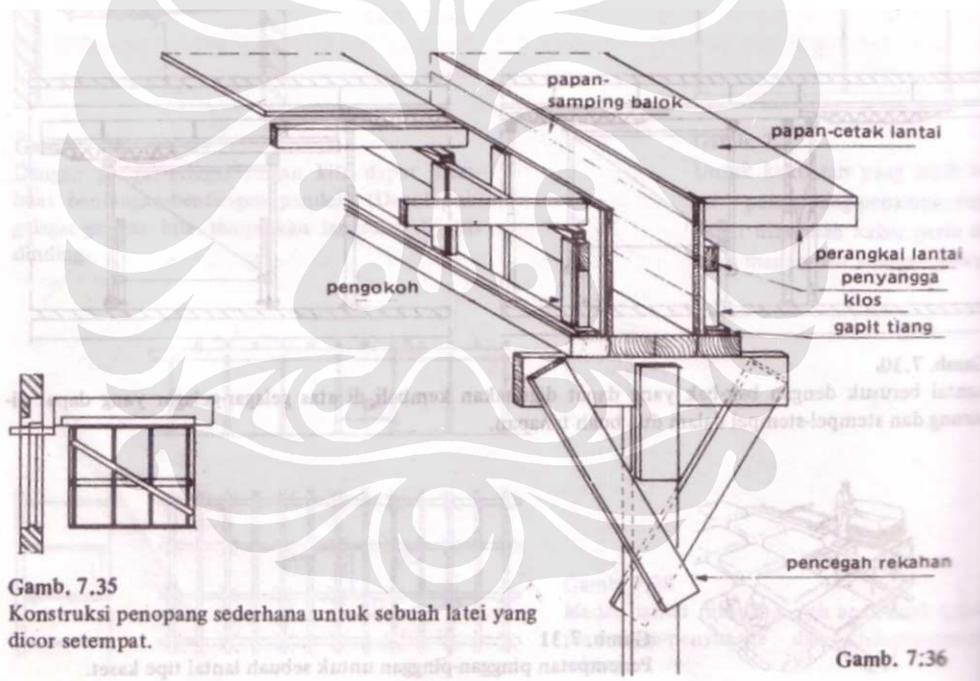
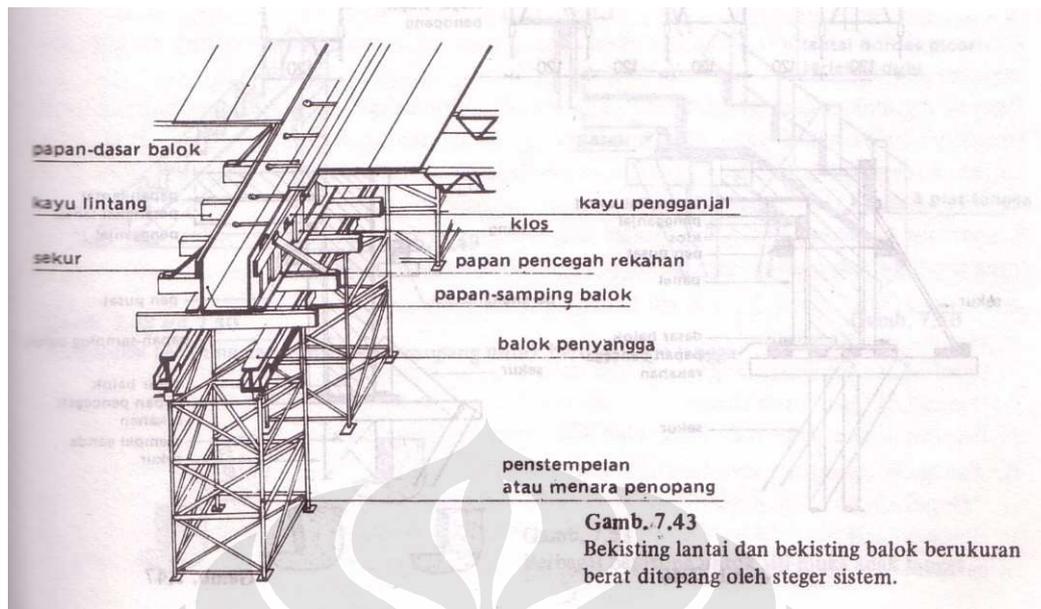
Stempel adalah bagian yang menahan beban dari beban di atasnya dan menyalurkannya pada tanah atau lantai yang ada di bawah. Kekuatan daripada stempel ini yang menentukan kestabilan dari keseluruhan bekisting. Material stempel ini biasanya dari balok-balok kayu atau yang lebih modern lagi telah dibuat alat-alat standar stempel yang telah banyak macamnya seperti; *standard scaffolding*, *ring scaffold*, *pipe support* dan lain-lain. Selain lebih mudah dalam pemasangan dan pembongkaran, kekuatan dari stempel fabrikasi ini juga dapat disesuaikan dengan beban yang ada.

f) Skoor

Skoor adalah penopang pipi balok. Fungsinya menyebarkan gaya horisontal yang diterima pipi balok kepada balok suri atau kayu memanjang yang ada dipangkalnya.

Skoor biasanya terbuat dari potongan-potongan kayu atau yang lebih mekanis lagi berupa alat fabrikasi yang didesain sebagai penahan pipi balok biasanya terbuat dari besi siku atau pipa hollow segiempat.





Gambar 2.8 : Sketsa berbagai komponen bekisting balok

II.1.2. Pelaksanaan Bekisting

II.1.2.1. Persiapan

Sebelum melakukan pengecoran, terlebih dahulu bekisting harus diperiksa untuk mengontrol ketepatan ukuran-ukuran dan ketepatan pelaksanaan bekisting, sehingga akan terbentuk suatu konstruksi beton dengan permukaan yang telah ditentukan serta ukuran-ukuran yang benar dan selain itu agar pada saat pelaksanaannya keamanan dapat terjamin. Pengontrolan ini berkaitan dengan hal-hal berikut ini :

- Pemeriksaan dimensi harus cermat.
- Permukaan kontak harus bersih.
- Celah-celah harus serapat mungkin agar beton tidak merembes.
- Diadakan pengontrolan terhadap sambungan-sambungan.
- Kotoran pada bekisting harus dibersihkan.
- Diadakan pemeriksaan agar tidak terjadi pergeseran.

II.1.2.2. Pencoran

Selama berlangsungnya pencoran beton, bekisting harus dikontrol secara teratur, agar jika terjadi suatu masalah, dapat secepatnya ditanggulangi. Konstruksi bekisting yang dirancang dan dilaksanakan sebagaimana mestinya, akan dapat menahan dengan baik berbagai perkuatan yang timbul sewaktu berlangsungnya pengecoran dan pemadatan beton.

Sewaktu berlangsungnya pengecoran beton dapat terjadi hal-hal yang berdampak merugikan terhadap bekisting, segi keamanan, kerja-beton atau

terhadap bagian yang sudah dicor. Akan lebih menguntungkan untuk menemukan dan memperbaiki sewaktu berlangsungnya pengecoran, dari pada setelah bekisting dilepas, tatkala spesi beton sudah mengeras.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan pada bekisting saat berlangsungnya pengecoran, antara lain:

- Turunnya pijakan dari bekisting.
- Terjadinya pergeseran dari perancah yang tidak ditolelir.
- Pemadatan beton jangan sampai mengganggu bekisting.
- Mempertahankan keseimbangan bekisting.

II.1.2.3. Pembongkaran

Apabila bekisting dipakai dipakai berulang kali, demi baiknya perputaran hendaknya pelepasan bekisting dilaksanakan secepat mungkin. Selain itu, suatu kemungkinan perbaikan atas kulit beton pada beton yang masih segar memberikan sebuah kemungkinan yang lebih besar untuk berhasil ketimbang pada beton yang lebih tua.

Dalam keadaan cuaca dingin, pelepasan bekisting dari beton yang dihangatkan pada saat yang terlampau dini tidak dapat dibenarkan karena ada kemungkinan bagi terjadinya retakan sebagai akibat dari selisih temperatur yang terlampau besar. Dengan demikian, beton yang masih terlalu segar tidak akan dapat mengembangkan dengan sempurna kekuatan tarik. Andaikata dilakukan pelepasan bekisting secara cepat, hendaknya beton langsung diisolasi.

Pada saat melepas bekisting, beban harus dipindahkan secara beraturan dan tanpa hentakan pada konstruksi beton bersangkutan. Dalam hal ini tidak dapat dibenarkan penggunaan linggis dan alat penolong lainnya yang dapat memberikan gaya tarik yang besar. Alat-alat ini dapat menimbulkan kerusakan pada kulit beton. Apabila terjadi kesulitan, lebih baik kita mempergunakan pasak-pasak lebar dari kayu. Suatu pilihan yang tepat dan pemasangan secara baik sebuah alat pelepas bekisting dapat mempertahankan bentuk dan ukuran-ukuran mereka semula dan bagian-bagian tepi harus tetap berada dalam kondisi baik. Panel, stempel dan lain sebagainya tidak boleh kita jatuhkan, melainkan harus kita turunkan dengan bantuan manusia atau dengan bantuan tambang, kabel atau alat penolong lain untuk menghindarkan kerusakan.

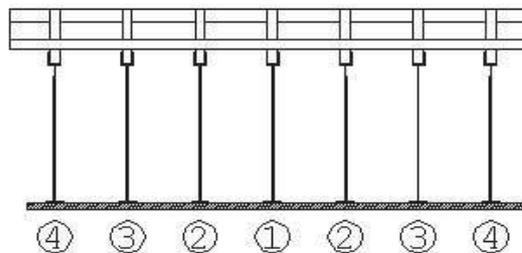
Steger-steger pembantu diatas roda dalam berbagai bentuk dapat kita pergunakan untuk menyempurnakan kecepatan pelepasan bekisting, steger-steger gantung yang dapat berjalan merupakan alat-alat yang sangat berguna pada pekerjaan membangun jembatan. Konstruksi-konstruksi yang pada waktu bekistingnya dilepas harus memikul sebagian besar dari beratnya sendiri, hendaknya pelepasan bekistingnya dilakukan dengan sangat hati-hati. Jika bekisting dari sebuah konstruksi yang akan dicor bertumpu pada bagian dari konstruksi lain, bekisting dari bagian yang disebut belakangan tidak boleh dilepas dalam waktu satu minggu setelah pencoran bagian yang disebut dinuka. Hal ini penting sehubungan dengan apa yang dinamakan penstempelan satu diatas yang lain.

Untuk merencanakan membuka papan bekisting harus diperiksa dulu cara dan juga bagian mana yang harus dibuka lebih dulu. Waktu untuk melepas papan berbeda-beda untuk masing-masing bidang. Biasanya bagian-bagian papan yang harus dilepaskan tidak bisa lebih dulu dilepaskan (seperti bagian tumpangan, balok-balok, kolom) konstruksi yang menahan harus lebih lam dibiarkan. Jika waktu melepaskan papan ternyata ada kekurangan pada beton yang menopang kekuatan harus segera diisi lagi kekurangannya. Pelaksanaan pengisian harus tuntas sebelum peti dilepaskan.

Pada perencanaan dan pelaksanaan dari bekisting, mula-mula harus dilihat cara yang mana dan urutan dari pembongkarannya, sebaiknya permulaan pembongkaran bekisting dimulai dari bagian bekisting yang tidak mendukung seperti bidang sisi dari kolom, dinding, balok dan lantai.

Untuk lantai dan balok, waktu pembongkarannya harus ditentukan oleh perencana struktur, bila mungkin diawasi oleh petugas pengawasan bangunan.

Pembongkaran dari bekisting yang mendukung, harus dimulai dari lokasi yang lendutannya paling besar (pada bagian lantai, jadi tengah-tengah). Ketika pembongkaran bekisting, beban-beban (beban dari struktur beton sendiri) harus merata mungkin agar tidak menimbulkan kejutan pada bagian struktur beton.



Gambar 2.9 : Urutan pelepasan bekisting

Irene Maulina (0404210189)

Pada saat melepas bekisting, hal-hal yang harus diperhatikan antara lain :

- Semua pen dan baji serta komponen-komponen kecil lainnya hendaknya dikumpulkan dan diletakkan ditempat yang telah ditentukan.
- Ulir sekrup dari baut dan pen bersihkan dari sisa-sisa spesi kemudian pisahkan/perbaharui komponen-komponen yang ulir sekrupnya sudah aus.
- Bebaskan kayu dari semua paku.

Hendaknya hati-hati dalam melepas bekisting, perhatikan paku-paku, maupun tie road yang menjulang keluar

II.1.2.5. Perawatan

Setelah melepas bekisting, hal-hal yang harus diperhatikan antara lain :

- Bersihkan panel bekisting dari sisa-sisa beton secepat mungkin.
- Bersihkan panel bekisting dari paku-paku yang masih menancap.

Tempatkan panel bekisting yang telah dibongkar pada tempat yang telah ditentukan. Jangan menaruhnya secara sembarangan.

II.1.3. Perencanaan Bekisting

Dalam merencanakan suatu formwok diperlukan data-data sebagai berikut:

1. Beban sendiri beton $(q) = \text{Volume beton} \times \text{Berat jenis beton}$

Berat jenis beton bertulang	$q = 2400 \text{ Kg/m}^3 = 24 \text{ kN/m}^3$
Berat jenis beton basah	$q = 2500 \text{ Kg/m}^3 = 25 \text{ kN/m}^3$

Berat jenis beton tidak bertulang $q = 2200 \text{ Kg/m}^3 = 22 \text{ kN/m}^3$

2. Beban Hidup $q = 200 \text{ Kg/m}^2 = 2000 \text{ N/m}^2$

Beban Hidup meliputi berat pekerja, alat dan bahan bekisting, vibrator, ember, pipa cor dan gerobak dorong

3. Beban kejut $q = 100 \text{ Kg/m}^2 = 1000 \text{ N/m}^2$

Beban kejut yaitu beban yang terjadi akibat pengerjaan beton yaitu hentakkan pada waktu penuangan dan getaran oleh vibrator pada waktu pemadatan.

Rumusan yang digunakan

Perhitungan kekuatan

Rumus Mekanika Tekniknya $\sigma_{lt} = \frac{M}{W}$, dimana :

σ_{lt} = Tegangan lentur yang diijinkan

M = Momen lentur yang terjadi akibat beban kerja

W = Momen perlawanan dari penampang yang akan di hitung

Rumusnya : 2 Perletakan $= \frac{1}{8} q \times l^2$

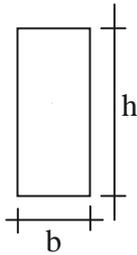
3 Perletakan atau lebih $= \frac{1}{10} q \times l^2$,

dimana :

q = beban terbagi merata per m^2

l = Jarak sumbu ke sumbu tumpuan

Momen perlawanan untuk penampang empat persegi panjang adalah:



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

Disini

b = Lebar penampang

h = Tinggi Penampang

Perhitungan Kekakuan

Lendutan (δ) dari suatu perletakan yang ditentukan

- Lendutan dari suatu perletakkan diatas 2 tumpuan

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

- Lendutan untuk perletakan diatas 3 tumpuan atau lebih

$$\delta = \frac{q l^4}{145 E I}$$

Dimana E = Modulus elastisitas perletakan

I = Momen Inersia penampang yang akan dihitung

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

Pada lendutan yang terjadi, tidak boleh lebih besar dari lendutan yang diijinkan seperti yang di syatkan. Dengan mengabaikan pergeseran pada tempat-tempat sambungan, lendutan pada suatu konstruksi akibat berat sendiri dan muatan tetap dibatasi sebagai berikut:

- $\delta_{\text{maks}} \leq \frac{1}{300} L$, untuk balok yang dipergunakan pada konstruksi yang terlindung.
- $\delta_{\text{maks}} \leq \frac{1}{400} L$, untuk balok pada konstruksi yang tidak terlindung.
- $\delta_{\text{maks}} \leq \frac{1}{200} L$, untuk balok pada konstruksi kuda-kuda,
- $\delta_{\text{maks}} \leq \frac{1}{500} L$, untuk konstruksi rangka batang yang terlindung.
- $\delta_{\text{maks}} \leq \frac{1}{700} L$, untuk konstruksi rangka batang yang terlindung.

Dimana δ = Lendutan

L = Jarak batang.

Perhitungan tegangan geser

Jika jarak perletakan diketahui, maka tegangan geser yang terjadi dapat dihitung, tegangan geser ini akan dibandingkan dengan tegangan geser maksimal yang diijinkan. Tegangan geser maksimal dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut: $\tau = \frac{3 V}{2 A}$, dimana:

τ = Tegangan geser ; V = Gaya lintang

A = Luas penampang yang dibebani gaya lintang ($A = b \times h$)

II.2. PERHITUNGAN STRUKTUR

II.2.1. Analisa Struktur

Beban-beban yang bekerja pada portal berasal dari beban atap, beban mati termasuk berat sendiri, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Beban tersebut kemudian dikombinasikan sesuai dengan peraturan.

Beban mati yang bekerja pada pelat lantai, adalah berat pelat itu sendiri, berat plafond penggantung, dan berat keramik. Beban hidup yang bekerja pada pelat lantai disesuaikan dengan standar yang ada. Hasil perhitungan beban tersebut kemudian didistribusikan ke balok untuk digunakan dalam perhitungan analisis struktur.

Beban yang bekerja pada ringbalk, adalah berat sendiri, berat plafond penggantung, dan berat atap yang telah didistribusikan. Sedangkan beban yang bekerja pada balok, adalah berat sendiri, berat dinding, dan berat lantai yang telah didistribusikan.

Analisa struktur dapat dilakukan dengan cara manual maupun dengan menggunakan program computer, seperti SAP 2000, ETABS, STAD PRO, dll. Data yang diperlukan untuk menganalisa struktur adalah data unit satuan, geometri struktur (*modeling*), material / bahan, sifat-sifat penampang (*section property*), perletakan, beban –beban yang bekerja dan spek tambahan jika ada.

Hasil perhitungan analisa struktur berupa bidang momen, gaya lintang dan gaya normal. Hasil perhitungan ini kemudian digunakan dalam perhitungan desain struktur.

II.2.2. Perhitungan Beban Gempa Statik Ekivalen

Langkah-langkah perencanaan :

1. Lakukan analisis struktur akibat beban mati dan beban hidup
2. Tentukan waktu getar bangunan (empiris / analisis modal)
3. Tetapkan wilayah gempa (wilayah 1 sd wilayah 6)
4. Tetapkan jenis tanah (tanah lunak / sedang / keras)
5. Hitung base shear (gaya geser dasar) total
6. Hitung distribusi gaya geser per masing-masing lantai
7. Hitung pusat massa masing-masing lantai
8. Hitung pusat kekakuan / rotasi masing-masing lantai
9. Hitung eksentrisitas teoritis dan disain / rencana masing-masing lantai
10. Hitung pusat massa disain masing-masing lantai
11. Tetapkan kombinasi pembebanan akibat beban mati, beban hidup dan beban gempa.

Waktu getar Bangunan (Empiris/ Analisis Modal)

Cara Empiris dari UBC 1997

$$T = C_t h_n^{3/4}$$

- $C_t = 0,0853$; untuk Struktur baja
 $C_t = 0,0731$; untuk struktur beton bertulang
 $C_t = 0,0488$; untuk bangunan lainnya

Cara Rayleigh

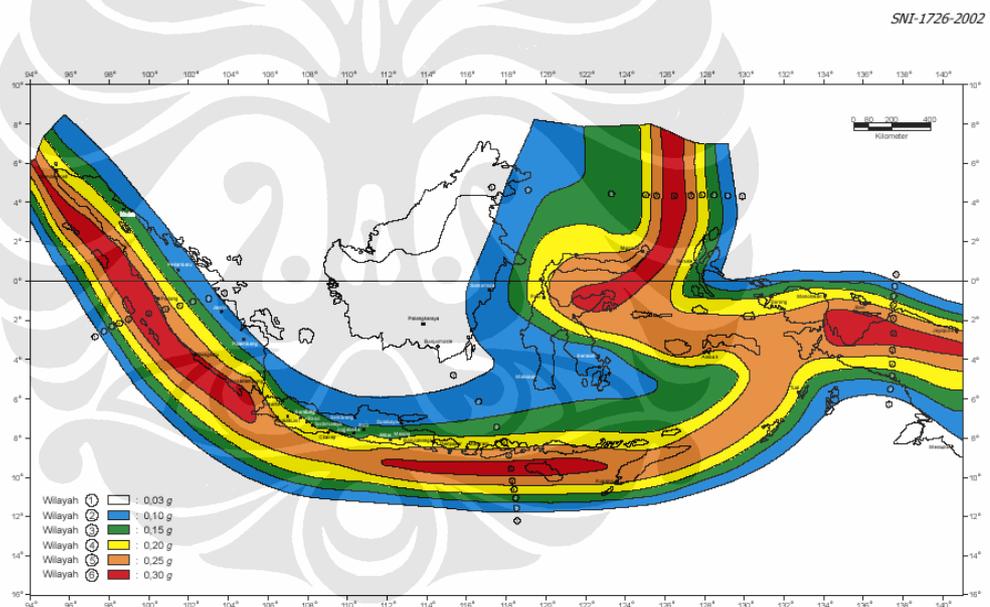
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}}$$

W_i = berat lantai ke-i

F_i = gaya geser lantai ke-i

d_i = defleksi lateral lantai ke-i

Wilayah gempa (wilayah 1 sd wilayah 6)



Gambar 2.10 : Wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun

Jenis tanah (tanah lunak / sedang / keras)

Didapat dari data tanah. SNI – 1726 – 2002 hal 18.

Base shear (gaya geser dasar) total

$$V = \frac{C_1 I}{R} \cdot W_t$$

C_1 = faktor respon gempa (gambar Respon Spektrum Gempa Rencana)

I = faktor keutamaan gedung (Tabel 1)

R = faktor reduksi gempa maksimum (Tabel 3)

W_t = berat total bangunan (beban mati 100% + beban hidup tereduksi 30%) SNI Gempa – 1726 – 2002 hal 28 .

Distribusi gaya geser per masing-masing lantai

$$F_i = \frac{W_i Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i Z_i} \times V$$

W_i = beban lantai ke-I (beban mati + beban hidup tereduksi)

Z_i = ketinggian lantai tingkat ke-i (diukur dari taraf penjepitan lateral)

n = nomor lantai tingkat tertinggi (paling atas)

Pusat massa masing-masing lantai

$$PM_i = (X_{mi}, Y_{mi})$$

$$X_{mi} = \frac{\sum P_i \cdot X_i}{\sum P_i} ; Y_{mi} = \frac{\sum P_i \cdot Y_i}{\sum P_i}$$

P_i = gaya aksial kolom lantai ke-i

X_i = jarak arah x P_i dari titik referensi

Y_i = jarak arah y P_i dari titik referensi

Pusat kekakuan / rotasi masing-masing lantai
 $P_{Ri} (X_{Ri}, Y_{Ri})$

$$X_{Ri} = \frac{\sum V_{yi} \cdot y_i}{\sum V_{yi}} ; Y_{Ri} = \frac{\sum V_{xi} \cdot X_i}{\sum V_{xi}}$$

 P_{Ri} = Pusat rotasi lantai ke i

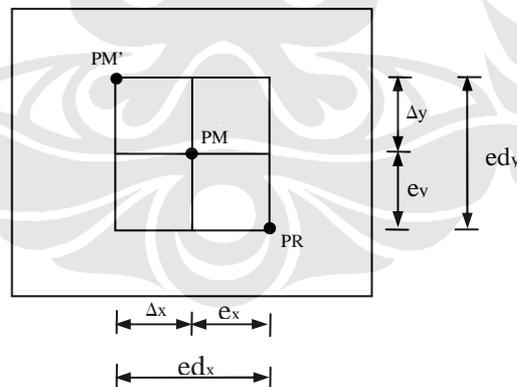
 V_{Yi} = Gaya geser kolom arah Y lantai ke-i

 V_{Xi} = Gaya geser kolom arah X lantai ke-i

 X_i = jarak arah x V_{Xi} dari titik referensi

 Y_i = jarak arah y V_{Yi} dari titik referensi
Eksentrisitas teoritis dan disain / rencana masing-masing lantai

Antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau suatu eksentrisitas rencana e_d diukur dari pusat rotasi lantai.¹⁶



Gambar 2.11 : Sketsa titik tangkap bekerjanya beban gempa rencana

¹⁶ Panitia Teknik Standardisasi. (2002). "SNI 03 – 1726 – 2002 : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung", Bandung

$$e = |PM - PR|$$

$$e_{xi} = |PM_{xi} - PR_{xi}|; e_{yi} = |PM_{yi} - PR_{yi}|$$

Antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau suatu eksentrisitas rencana e_d . Apabila ukuran horizontal terbesar denah struktur bangunan gedung pada lantai itu, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa, dinyatakan dalam b , maka eksentrisitas rencana e_d harus ditentukan sebagai berikut :

Untuk $0 < e \leq 0.3b$

$$e_d = 1,5e + 0,05b \text{ atau } e_d = e - 0,05b$$

Untuk $e > 0.3b$

$$e_d = 1,33e + 0,1b \text{ atau } e_d = 0,17e - 0,1b$$

$$e_{d_{xi}} = 1,5e_{xi} + 0,05b_{xi} \text{ atau } e_{d_{xi}} = e_{d_{xi}} - 0,05b_{xi}$$

$$e_{d_{yi}} = 1,5e_{yi} + 0,05b_{yi} \text{ atau } e_{d_{yi}} = e_{d_{yi}} - 0,05b_{yi}$$

Titik tangkap bekerjanya beban gempa masing-masing lantai

Akibat beban gempa yang menangkap pada pusat massa yang letaknya eksentris terhadap pusat rotasi lantai tingkat, lantai tingkat tersebut menunjukkan 3 macam simpangan yaitu translasi dalam arah masing-masing sumbu koordinat dan rotasi melalui pusat rotasi lantai tingkat itu, sesuai dengan derajat kebebasan yang dimilikinya. Karena itu pengaruh gempa rencana pada struktur bangunan gedung harus dianalisis secara 3D, baik dalam analisis statik maupun analisis dinamik. Eksentrisitas rencana

ed diukur dari pusat rotasi. Letak titik tangkap bekerjanya beban gempa rencana :

$$PM'_i = PM_i + (e_{d_i} - e)$$

$$PM'_{xi} = PM_{xi} + (e_{d_{xi}} - e_x) \quad \text{untuk } PM_{xi} / PR_{xi}$$

$$= PM_{xi} - (e_{d_{xi}} - e_x) \quad \text{untuk } PM_{xi} < PR_{xi}$$

$$PM'_{yi} = PM_{yi} + (e_{d_{yi}} - e_y) \quad \text{untuk } PM_{yi} / PR_{yi}$$

$$= PM_{yi} - (e_{d_{yi}} - e_y) \quad \text{untuk } PM_{yi} < PR_{yi}$$

Kombinasi pembebanan akibat beban mati, beban hidup dan beban gempa.

Halaman 59, SNI 03-2847-2002 dan SNI Gempa – 1726 – 2002 hal 27.

Untuk rumah tinggal 1 Lantai

$$1.4 D$$

$$0.9 D \pm 1.0 E_x \pm 0.3 E_y$$

$$0.9 D \pm 1.0 E_y \pm 0.3 E_x$$

Untuk rumah tinggal 2 Lantai

$$1.2 D + 1.6 L$$

$$1.2 D + 0.5 L \pm 1.0 E_x \pm 0.3 E_y$$

$$1.2 D + 0.5 L \pm 1.0 E_y \pm 0.3 E_x$$

II.2.2. Desain Struktur¹⁷

Desain Struktur juga dapat dihitung dengan manual maupun menggunakan program komputer. Perhitungan ini dilakukan untuk mendesain atau mengecek luas penampang struktur, jumlah dan jarak tulangan.

Dalam perhitungan manual, struktur dihitung secara terpisah, baik lantai, balok/ringbalk/sloof, kolom, pondasi dan tangga. Nilai momen dan yang didapat dari perhitungan analisis struktur tersebut dimasukkan dalam perhitungan design struktur. Pada balok/ ringbalk/ sloof dan kolom, nilai momen akan didapat jumlah tulangan utama yang diperlukan. Setelah itu dihitung gaya geser dengan menggunakan gaya lintang yang bekerja kemudian akan didapat jumlah tulangan sengkang.

Program SAP2000 akan menghitung dan melaporkan luas tulangan baja perlu untuk lentur dan geser berdasarkan harga momen dan geser maksimum dari kombinasi beban dan juga kriteria-kriteria perencanaan lain yang ditetapkan untuk setiap Code yang diikuti. Tulangan yang diperlukan tadi akan dihitung berdasarkan titik-titik yang dapat dispesifikasikan dalam setiap panjang element.

Perancangan Struktur Beton Bertulang dengan SAP2000 Untuk perencanaan tulangan lentur, pertama-tama balok dianggap sebagai penampang tulangan tunggal, jika penampang tidak mencukupi maka tulangan desak ditambahkan sampai pada batas tertentu.

Dalam perancangan tulangan geser, tahapannya meliputi perhitungan gaya geser yang dapat ditahan beton V_c , kemudian menghitung nilai V_s yaitu gaya

¹⁷ Dewobroto Wiryanto, Perancangan balok beton bertulang dengan SAP 2000, Jurnal Teknik Sipil - UPH, Vol.1 No.2 Juli 2005

Irene Maulina (0404210189)

geser yang harus dipikul oleh tulangan baja dan selanjutnya jumlah tulangan geser (sengkang) dapat ditampilkan.

Perhitungan pondasi disesuaikan dengan tipe pondasi yang digunakan. Pada pondasi telapak setempat, beban pada pondasi didapat dari beban yang bekerja pada kolom sedangkan momen yang digunakan dalam perhitungan adalah momen yang bekerja pada kolom yang didapat dari perhitungan analisa struktur. Selain itu juga diperlukan data tanah untuk dapat menentukan dimensi dan kedalaman pondasi tersebut.

