

TEKNOLOGI BAHAN

PEMBESIAN, BEKESTING, PENGECORAN DAN SCAFFOLDING

Dr. Eng. Ir. RATNA WIDYAWATI, S.T., M.T., IPM, ASEAN Eng., ACPE
Prodi S1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Lampung



HAL-HAL YANG BERHUBUNGAN DENGAN MATERIAL BETON

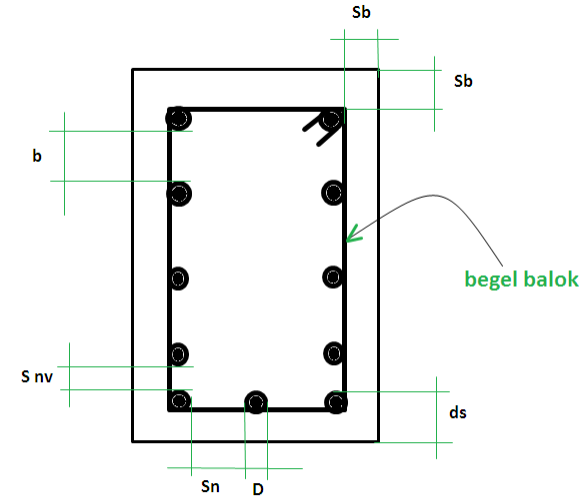


BETON BERTULANG

Beton bertulang (*reinforced concrete*)
adalah beton yang dikombinasikan dengan baja tulangan.

Beton : luas penampang beton
Baja tulangan : jumlah tulangan

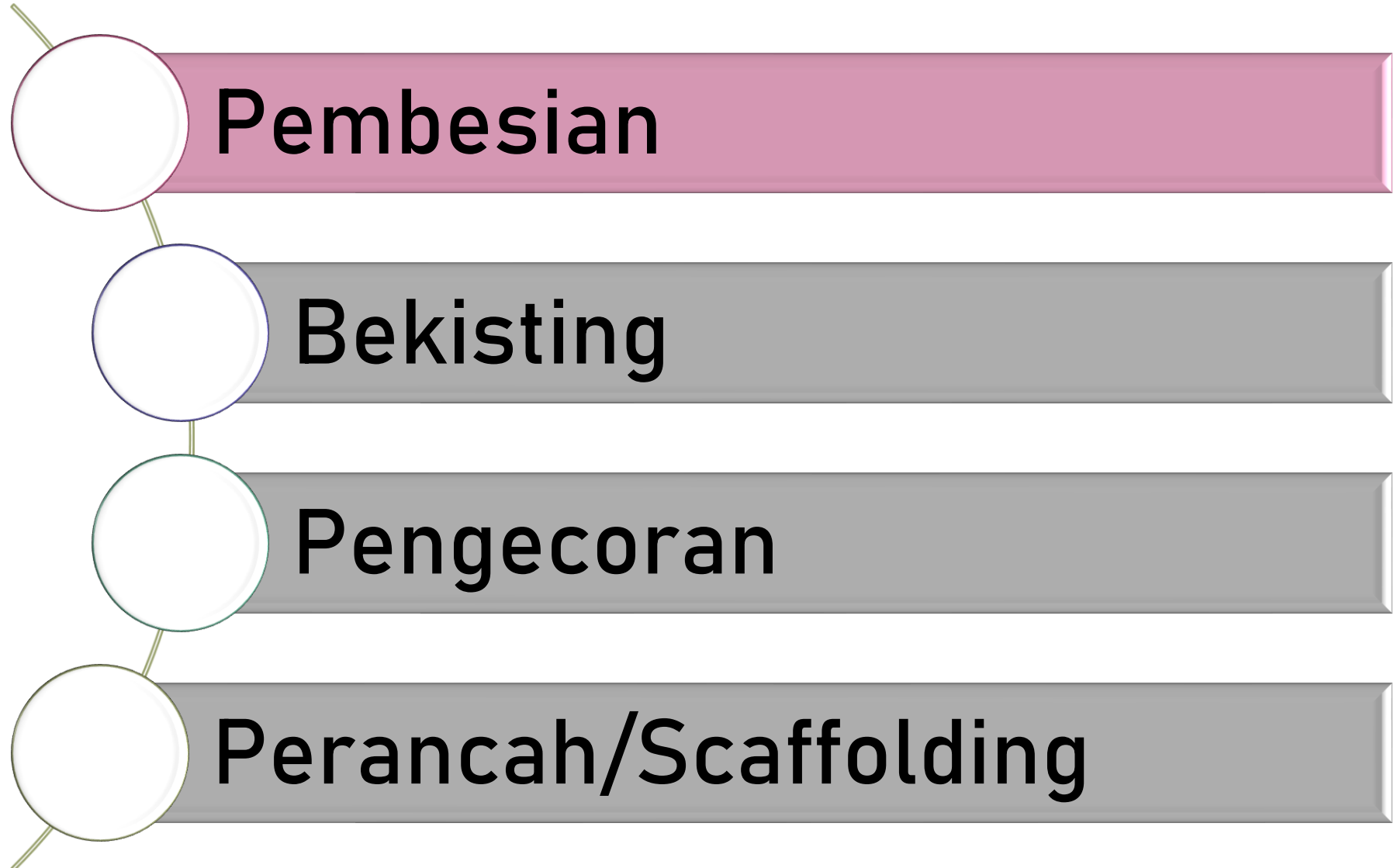
Beton menahan beban/gaya tekan
Baja tulangan menahan beban/gaya tarik



Aturan pemasangan tulangan balok



BETON BERTULANG



PERAKITAN TULANGAN



PERAKITAN TULANGAN



PERAKITAN TULANGAN



PERAKITAN TULANGAN



BERSIHKAN

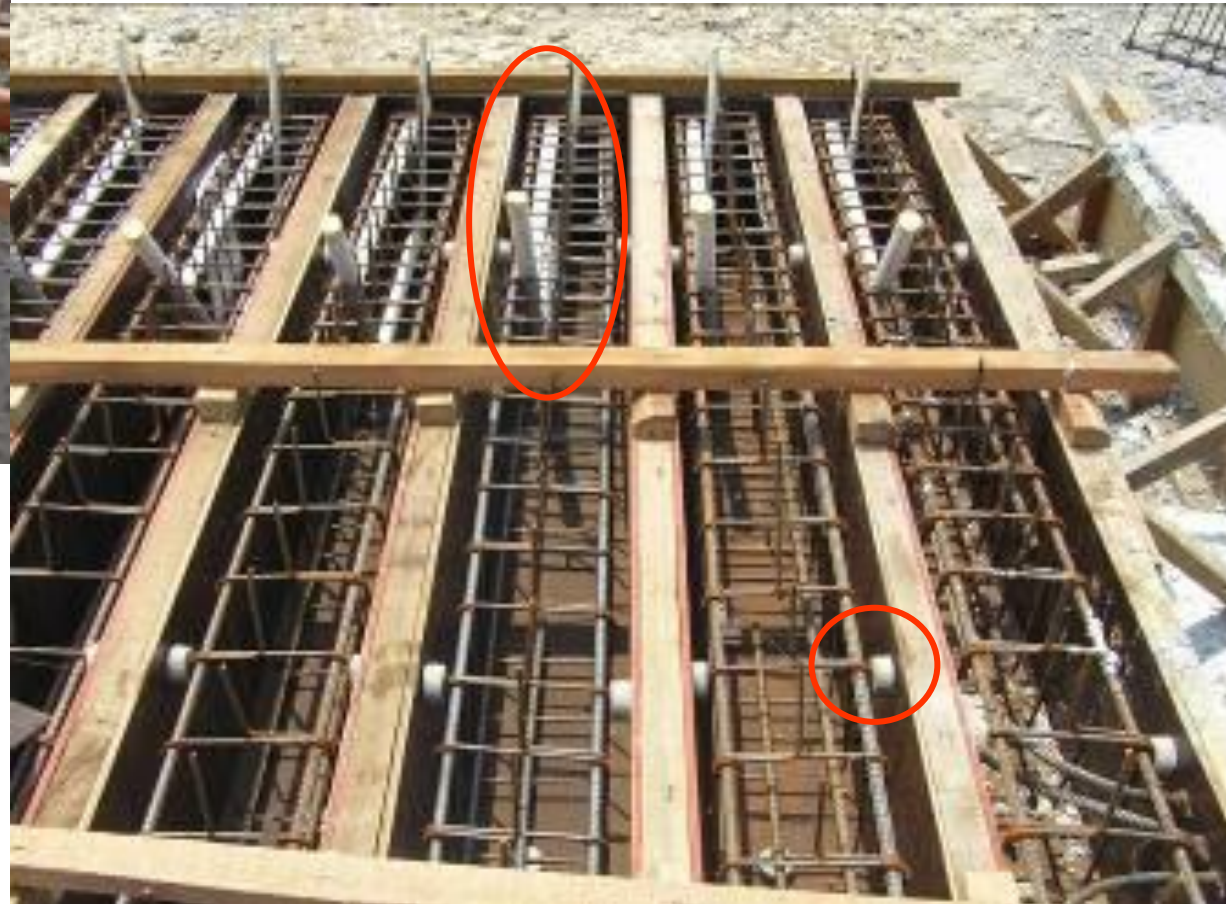
PERSIAPAN PENGECORAN

SETTING

PELUMASAN



SETTING TULANGAN



SETTING TULANGAN



SETTING TULANGAN



BETON BERTULANG



BEKISTING/CETAKAN/ACUAN BETON

Guide to Formwork for Concrete

Reported by ACI Committee 347

ACI 347R-14

SNI
Standar Nasional Indonesia

SNI 2847:2019

Pasal 26.11



Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan

(ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)



BEKISTING/CETAKAN/ACUAN BETON

Bekisting adalah cetakan/acuan beton.

Digunakan untuk mencetak beton sesuai ukuran, bentuk dan letak/posisi yang direncanakan.

Bekisting sifatnya sementara, akan dibongkar apabila beton mengeras dan mencapai kekuatan yang cukup untuk dilepas dari cetakannya.

Mc. Cormac, 2004

Bekisting adalah suatu cetakan, baja tulangan yang telah dirakit dipasang, dan beton segar diisikan ke dalamnya.

Cetakan tersebut harus cukup kuat untuk menahan beton tetap dalam ukuran dan bentuk yang diinginkan hingga beton tersebut mengeras.



SYARAT BEKISTING

SYARAT UMUM

Ekonomis

Kokoh/kuat

Mudah dipasang dan
dibongkar

Tidak bocor dan memenuhi
syarat permukaan

Mampu menahan gaya
horizontal

SYARAT KHUSUS

KUALITAS

Bentuk dan ukuran sesuai dengan rencana dan hasil akhir permukaan beton rata/tidak keropos

AMAN

Harus stabil pada posisi yang kokoh, harus mampu menahan beban-beban vertikal dan horizontal sehingga tidak bergeser dari posisi yang sebenarnya

EKONOMIS

Mudah dikerjakan, tidak membutuhkan banyak tenaga kerja, mudah dipasang, mudah dibongkar, bisa digunakan kembali, mudah disimpan



MATERIAL BEKISTING



**BEKISTING
PLAT BESI**



**BEKISTING
KAYU**

MATERIAL BEKISTING

Bekisting Knockdown

Terbuat dari plat baja dan besi hollow. Harganya relatif mahal, biasa digunakan pada proyek berskala besar. Biasanya digunakan sistem sewa. Dapat digunakan berulang kali. Mudah dalam pemasangannya.



Bekisting Konvensional

Terbuat dari kayu mutu rendah atau multipleks. Proses pengerjaannya dirakit dan dibongkar saat beton sudah mengeras. Umumnya dipakai hanya 1 kali, kecuali digunakan kayu yang bermutu baik/multipleks, pemasangannya cukup rumit.



BEKISTING KNOCKDOWN VS BEKISTING KONVENSIONAL

No.		KNOCKDOWN	KONVENSIONAL
1	Material	Pelat baja dan besi hollow	Kayu, multipleks
2	Pemakaian	Berulang kali	1 kali atau lebih tergantung mutu kayu yang digunakan
3	Harga	Relatif mahal, sewa	Relatif murah dibandingkan knockdown
4	Pemasangan dan pembongkaran	Mudah	Relatif lebih susah
5	Hasil yang diperoleh	Permukaan beton lebih halus karena cetakannya berupa pelat baja	Permukaan pelat relatif lebih kasar karena cetakannya berupa kayu
6	Kebocoran	Jarang sekali bocor	Mudah bocor
7	Akurasi dan presisi	Sangat akurat dan presisi	Kurang akurat dan kurang presisi
8	Kekuatan	Lebih kuat menahan beban	Kurang kuat, terkadang kayu menggebu kalau pengecoran terlalu padat

DESAIN BEKISTING

SNI 2847-2019 PASAL 26.11

Desain bekisting harus mempertimbangkan :

- 🏗 Metode pengecoran beton
- 🏗 Laju pengecoran beton
- 🏗 Beban konstruksi termasuk beban vertikal, beban horizontal dan beban impact
- 🏗 Menghindari kerusakan komponen yang sudah terpasang



PELEPASAN/PEMBONGKARAN BEKISTING

SNI 2847-2019 PASAL 26.11

Desain bekisting harus mempertimbangkan :

- ✚ Harus membuat prosedur dan jadwal pelepasan bekisting dan pemasangan perancah, serta menghitung beban yang ditransfer ke struktur
- ✚ Struktur yang terbuka setelah pelepasan bekisting harus mempunyai kekuatan tekan yang cukup sehingga tidak terpengaruh oleh pelepasan bekisting
- ✚ Tidak boleh ada beban konstruksi maupun bekisting yang telah dilepaskan yang diletakkan di bagian struktur. Kecuali apabila struktur tersebut sudah cukup kuat untuk menahan beban sendiri.



GAMBAR BEKISTING



GAMBAR BEKISTING



GAMBAR BEKISTING



BETON BERTULANG



PENGECORAN DI LAPANGAN



PELAKSANAAN DI LAPANGAN

Compacting : pemadatan adukan beton segar, dengan alat bantu concrete vibrator atau batang besi dan palu karet, dsb

Finishing : tahapan perapihan dan aplikasi finishing permukaan dengan material khusus jika direncanakan demikian



PELAKSANAAN CURING DI LAPANGAN

curing : tahapan pemeliharaan beton yang telah selesai perapihannya, untuk memastikan proses hidrasi dan lanjutannya berjalan se-optimal mungkin dan menghasilkan beton berkekuatan sesuai dengan rencana dan meminimalkan cacat hasil pekerjaan pengecoran.



PELAKSANAAN CURING

Pelaksanaan curing/perawatan beton dilakukan segera setelah **beton mengalami atau memasuki fase hardening** (untuk permukaan beton yang terbuka) atau setelah **pembukaan cetakan/acuan/bekisting**, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton



CURING



CURING



BETON BERTULANG



PERANCAH (SCAFFOLDING)

Perancah (*scaffolding*) atau steger merupakan konstruksi pembantu pada pekerjaan bangunan gedung. Perancah diperlukan apabila pekerjaan bangunan gedung sudah mencapai ketinggian 2 meter dan tidak dapat dijangkau oleh pekerja. Perancah adalah *work platform* sementara.

Perancah (*scaffolding*) adalah suatu struktur sementara yang digunakan untuk menyangga manusia atau material atau struktur dalam pembangunan atau perbaikan gedung dan bangunan-bangunan besar lainnya.

Biasanya perancah berbentuk suatu sistem modular dari pipa atau tabung logam, meskipun juga dapat menggunakan bahan-bahan lain. Di beberapa negara Asia seperti RRC dan Indonesia, kayu dan bambu masih digunakan sebagai perancah.



PERANCAH (SCAFFOLDING)

Scaffolding sendiri terbuat dari pipa – pipa besi yang dibentuk sedemikian rupa sehingga mempunyai kekuatan untuk menopang beban yang ada di atasnya.

Ada tiga type dasar :

Supported scaffolds

yaitu platform yang disangga oleh tiang, yang dilengkapi dengan pendukung lain seperti sambungan-sambungan, kaki-kaki, kerangka-kerangka dan outriggers

Suspended scaffolds

yaitu platform tergantung dengan tali atau lainnya

Aerial Lifts

penopang untuk mengangkat seperti “Man Baskets” atau keranjang manusia



PERANCAH (SCAFFOLDING)

Supported scaffolds

Supported Scaffolds Examples



Fabricated frame
scaffold



Ladder jack
scaffold



Mobile scaffold



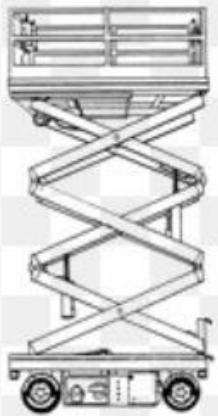
PERANCAH (SCAFFOLDING)

Suspended scaffolds



PERANCAH (SCAFFOLDING)

Aerial Lifts



SISTEM PERANCAH

Perancah Frame

Frame scaffolding tersedia dalam beberapa konfigurasi antara lain bagian main frame, ladder frame atau gabungan antara kedua bagian tersebut.

Papan atau plat aluminum ditempatkan diatas tiap frame scaffolding atau kerangka perancah yang telah selesai dirakit untuk memberikan tempat berpijak dan berdiri bagi para pekerja sambil merakit bagian perancah berikutnya. Bagian kerangka perancah ini bukan hanya menyediakan tempat bagi para pekerja untuk bekerja tapi dapat digunakan juga sebagai tangga.

Keuntungan :

1. Perakitan dan pembongkaran struktur frame scaffolding atau perancah bingkai selama konstruksi cukup mudah sehingga menghemat waktu dan tenaga.
2. Lebih aman, kuat, tahan lama, dan memiliki harga yang cukup terjangkau.



SISTEM PERANCAH



Perancah Tiang

Perancah ini merupakan perancah yang biasa digunakan apabila pekerjaan telah mencapai di atas 3 meter. Perancah tiang dapat dibuat sampai dengan ketinggian 20 meter lebih, sesuai keutuhan masing-masing.

Material yang digunakan :

1. Bambu
2. Kayu
3. Tiang besi
4. Pipa



PERANCAH SEKALIGUS SEBAGAI PENYANGGA BEKISTING



PERANCAH BAMBU DAN
BEKISTING KAYU



PERANCAH METAL DAN
BEKISTING KAYU



SISTEM PERANCAH BEKISTING



SISTEM WORKFORM BEARING WALL

PENGECORAN KOLOM



CARA
MODERN



Bucket

Pipa Tremi

CARA
KONVENSIIONAL



PENGECORAN KOLOM

Pengecoran kolom yang tidak sesuai prosedur menyebabkan penurunan kekuatan dan penurunan kualitas kolom.

SEGREGASI

Adalah pemisahan agregat kasar dari adukan. Terjadi akibat tinggi jatuh adukan yang terlalu tinggi
Mengakibatkan beton di bagian dasar kolom mengalami KEROPOS.

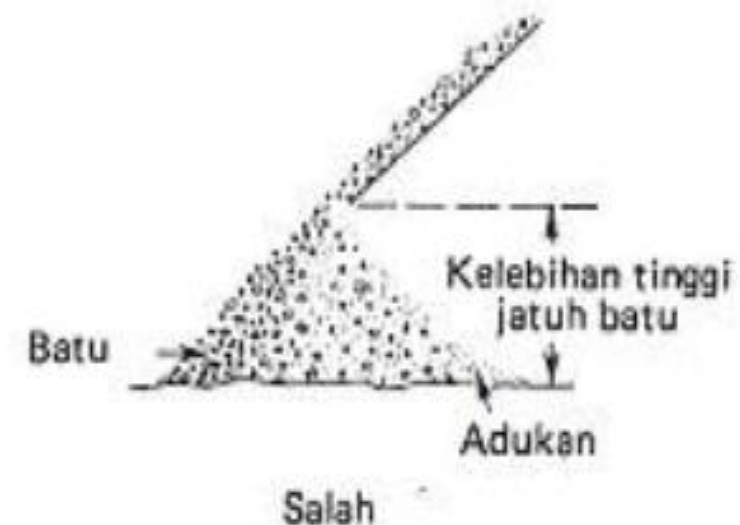
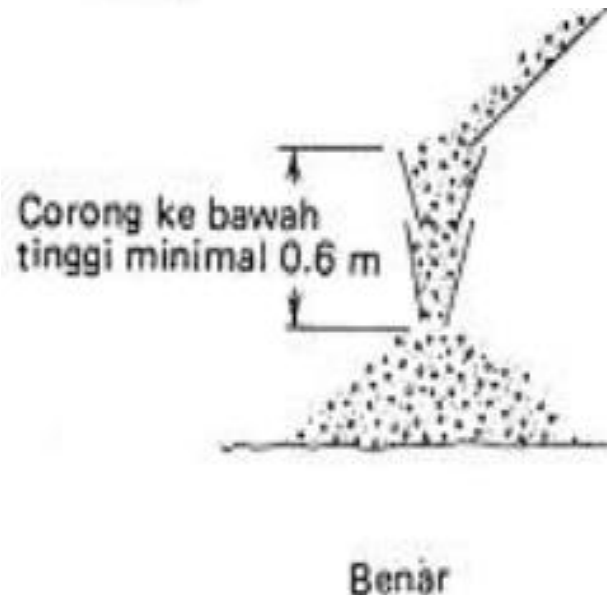


MENCEGAH SEGREGASI PADA KOLOM

Tinggi jatuh material beton segar saat pengecoran tidak boleh terlalu tinggi, tinggi jatuh maksimal 2 meter.

Metode yang digunakan :

1. Membuat bukaan/jendela kolom (cara konvensional)
2. Menggunakan pipa tremi (cara modern)



PENGECORAN KOLOM



Pelaksanaan pengecoran beton readymix menggunakan pipa tremi :

1. Tuangkan beton ke dalam bucket dari concrete truck.
2. Pasang pipa tremi ke bucket
3. Bucket yang sudah terisi dengan beton dipindahkan dengan menggunakan tower crane ke tempat elemen struktur yang akan di lakukan pengecoran.
4. Posisikan agar tinggi jatuh saat penuangan beton ready mix di bawah 2 m agar tidak terjadi segregasi dikarenakan agregat yang lebih berat akan jatuh terlebih dahulu.
5. Setelah operator tower crane menyesuaikan posisi bucket, maka beton ready mix dapat dialirkan dari bucket ke elemen struktur melalui pipa tremi.
6. Segera setelah penuangan beton ke bekisting, beton dipadatkan menggunakan electric vibrator.
7. Setelah bekisting terisi sampai penuh atau sampai batas yang ditentukan (stop cor) beton kemudian diratakan.



SEGREGASI

Beton yang memiliki *workability* baik adalah beton yang tidak mudah dipisahkan. Dgn kata lain, *segregasi beton segar* berarti pemisahan sebagian bahan material beton antara satu dan bahan lain sehingga campuran tersebut tidak seragam (homogen), akan berpotensi menghasilkan beton yang lemah dan keropos.

Adalah pemisahan material penyusun beton dari adukan. Segregasi tidak hanya terjadi pada pengecoran kolom namun juga bisa terjadi pada pelaksanaan pengecoran elemen konstruksi yang lain.

Segregasi ada 3 tipe :

1. Pemisahan agregat kasar dari adukan
2. Pemisahan pasta semen dari adukan
3. Pemisahan air dari adukan (*bleeding*)



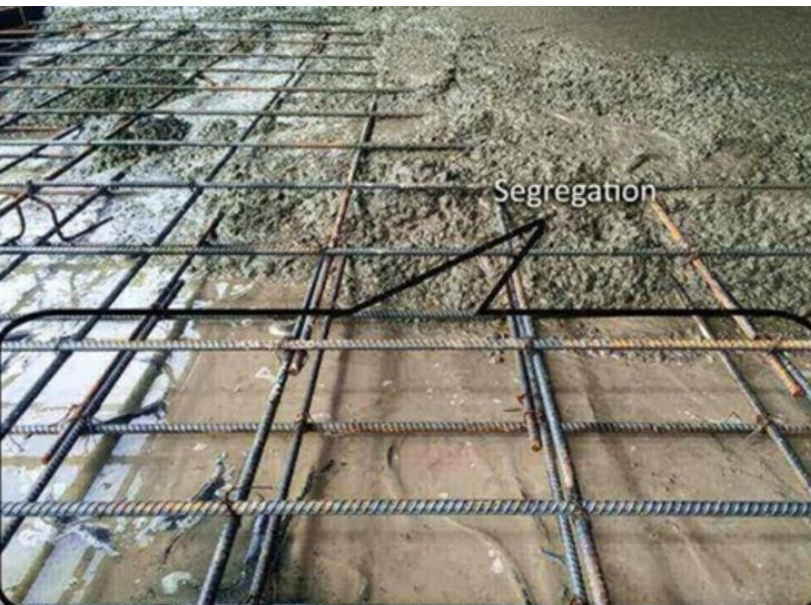
TIPE SEGREGASI

Segregasi karena Pemisahan Agregat

Partikel yang lebih kasar dan lebih berat (agregat kasar/batu pecah) cenderung berpisah dibandingkan material halus lainnya karena mereka cenderung bergerak lebih cepat jika adukan beton dituang dari ketinggian tertentu dan cepat mengendap dibandingkan bahan agregat halus. Jenis pemisahan ini dapat terjadi jika beton segar dituangkan dari ketinggian lebih dari 2 meter.

Segregasi karena Pemisahan Pasta Semen

Pasta semen (air+semen) terpisah dari bahan agregat kasar karena mempunyai spesifik gravitasi rendah. Jenis pemisahan ini dapat terjadi jika campuran beton terlalu basah (encer). Yaitu penambahan air dalam campuran kering beton lebih tinggi dari yang ditentukan dalam desain campuran beton. Faktor air semen pada beton harus diperhatikan.



Segregasi karena Pemisahan Air (*Bleeding*)

Bleeding adalah "Mixing Water" yang naik ke permukaan beton sesaat setelah beton selesai di cor dan partikel agregat kasar turun ke bawah. Terjadi karena campuran beton segar terlalu basah/encer (W/C ratio, faktor air semen terlalu tinggi) atau adanya penambahan air pada saat pengecoran, akibat proses pengecoran yang dilakukan saat hujan, ataupun akibat penambahan air dikarenakan beton segar terlalu kaku sehingga susah dicor.



PEMBONGKARAN BEKISTING KOLOM

Pembongkaran bekisting kolom dapat dilakukan 8 jam dari pengecoran terakhir, saat beton segar sudah mencapai waktu pengikatan (*setting time*).

Apabila pembongkaran dilakukan sebelum waktu pengikatan yang sempurna (kurang dari *setting time* yang disyaratkan), dikhawatirkan terjadi kerusakan/cacat pada beton tersebut.

Kolom adalah elemen konstruksi yang berdiri vertikal dan belum menahan beban struktur di atasnya maupun momen berat sendiri yang termasuk kecil, sehingga pembongkaran bekistingnya bisa dilakukan lebih cepat dibanding pembongkaran bekisting pada balok dan pelat lantai.



PEMBONGKARAN BEKISTING BALOK DAN PELAT

Pembongkaran bekisting balok dan pelat dapat dilakukan setelah umur beton mencapai 14 hari. Pembongkaran bekisting balok dan pelat dapat dilakukan dalam 2 tahap :

Tahap pertama, pembongkaran bekisting balok/pelat pada bagian sisi-sisinya. Bisa dilakukan saat beton mencapai waktu pengikatan awal (*setting time*) 8 jam setelah pengecoran terakhir.

Bekisting bagian bawah masih disangga oleh *scaffolding* untuk menahan berat sendiri balok, sampai tercapai umur beton 14 hari.

Tahap kedua, pada umur 14 hari, kuat tekan beton sudah mencapai 83% kuat tekan pada umur 28 hari (lihat tabel konversi beton), sehingga balok dan pelat beton dianggap sudah kuat menahan momen akibat berat sendiri.

Pembongkaran bekisting balok/pelat pada bagian bawah dan *scaffolding* sudah bisa dilakukan.



THANK YOU!!!

