

# Air

Air merupakan bahan dasar pembuatan beton yang penting dan paling murah. Air berfungsi sebagai reaktor ( $\pm 25\%$  berat semen) semen dan pelumas antar butir-butir agregat. Selain itu, air juga diperlukan untuk perawatan beton.

**Persyaratan Air** untuk campuran beton (**SNI 03-6861.1-2002**) :

- a. Harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual
- b. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton (asam-asam, zat organik dsb) lebih dari 15 gram/liter.
- d. Kandungan klorida (Cl)  $< 0,50$  gram/liter, dan senyawa sulfat  $< 1$  gram/liter sebagai  $SO_3$
- e. Bila dibandingkan dengan kekuatan tekan adukan beton yang menggunakan air suling, maka penurunan kekuatan beton yang menggunakan air yang diperiksa tidak lebih dari 10%
- f. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat diatas, air tidak boleh mengandung klorida lebih dari 0,05 gram/liter.

## Sifat-sifat :

- Air cenderung bergerak kepermukaan (bersama-sama/membawa butiran semen) adukan beton segar (**bleeding**) yang kemudian menjadi buih dan membentuk suatu lapisan tipis/selaput tipis yang disebut **laitance**. Lapisan ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah
- Air cenderung mengalir keluar (bersama-sama/membawa butiran semen) bila cetakan kurang rapat, yang menyebabkan terjadinya sarang-sarang kerikil
- Kandungan kimia dan atau organik dalam air mempengaruhi kualitas beton :
  - Air laut mengandung 3,50% larutan garam (sodium klorida dan magnesium sulfat) yang dapat mengurangi kekuatan beton sampai 20%. Adanya garam ini dan menyebabkan baja-tulangan atau baja-prategang terkorosi, maka air laut tidak boleh dipergunakan untuk campuran beton yang menggunakan baja-tulangan/baja-prategang.
  - Air yang mengandung gula  $> 0,05\%$ , memperlambat ikatan awal dan menurunkan kekuatan beton

- Air yang mengandung seng klorida akan memperlambat ikatan awal beton, bahkan dalam jumlah yang cukup banyak akan menyebabkan beton yang berumur 2 – 3 hari belum memiliki kekuatan awal

### **Pengaruh dan Ukuran :**

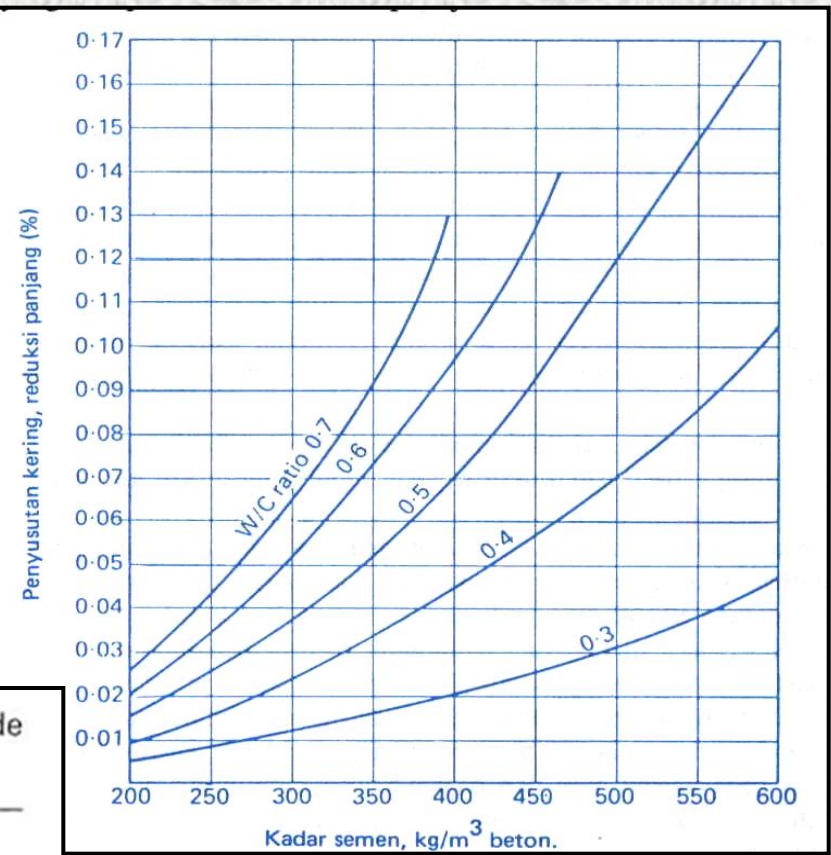
- Jumlah air mempengaruhi sifat mudah dikerjakan (workability) beton segar, kualitas beton segar dan kekuatan beton.
- Jumlah air ditentukan oleh perbandingan berat terhadap berat semen (fas) dan tingkat kemudahan pengerjaan. Nilai fas  $< 0,35$  menyebabkan beton segar sulit dikerjakan (tanpa bahan tambah).
- Kelebihan air (berdasarkan fas) dari yang dibutuhkan untuk reaksi kimia dengan semen dipakai sebagai pelumas. Penambahan air (dari jumlah air berdasarkan fas) dengan tujuan meningkatkan kemudahan pengerjaan akan mengakibatkan kualitas beton turun dan betonnya porous.





**Table 2.6** Typical Values of Strength of a 1:3 Concrete made with Ultra High Early Strength Portland Cement<sup>2,35</sup>

Age	Compressive strength at water/cement ratio of:					
	0.40		0.45		0.50	
	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi
8 hours	12	1800	10	1400	7	1000
16 hours	33	4800	26	3800	22	3200
24 hours	39	5700	34	5000	30	4300
28 days	59	8600	57	8200	52	7600
1 year	62	9000	59	8600	57	8200



# Bahan Tambah

Bahan tambah (admixture) adalah bahan **selain unsur utama beton** (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, **sebelum, segera** atau **selama pengadukan** beton, dengan tujuan untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton segar dan atau beton keras, sehingga didapatkan sifat-sifat khusus dari beton yaitu kemudahan pengerjaan (workability), waktu pengikatan (memperlambat/mempercepat), pengerasan, kekedapan dan keawetan.

Bahan tambah umumnya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit (dalam % berat semen) dan harus dengan pengawasan yang ketat. Pemberian bahan tambah yang berlebihan justru akan merusak kualitas beton, dan dapat menyebabkan baja-tulangan korosi.

# 1. Bahan Tambah Kimia

Bahan tambah kimia (*chemical admixture*) berupa cairan atau bubuk, yang dicampurkan pada adukan beton. Bahan tambah kimia dapat dikelompokkan menjadi (SNI 03-2495-1991) :

- a. **Tipe A (*Water-Reducing Admixtures*)** : berfungsi mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai konsistensi yang ditetapkan, sehingga fas lebih kecil, kuat tekan beton meningkat dengan tingkat kemudahan pengerjaan (nilai slump) yang sama, atau dengan fas yang sama (tanpa pengurangan air), diperoleh beton dengan tingkat kemudahan pengerjaan lebih baik/tinggi
- b. **Tipe B (*Retarding Admixtures*)**: berfungsi memperlambat waktu pengikatan beton (*setting time*), penggunaannya antara lain untuk memperpanjang waktu pemadatan sehingga terhindari dari *cold joint* (sambungan beton lama/sudah mulai mengeras dengan beton baru)
- c. **Tipe C (*Accelerating Admixtures*)** : berfungsi mempercepat waktu pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton
- d. **Tipe D (*Water Reducing and Retarding Admixtures*)** : berfungsi ganda, mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai konsistensi yang ditetapkan, dan memperlambat waktu pengikatan awal beton.



e. **Tipe E (Water Reducing and Accelerating Admixtures)** : berfungsi ganda, mengurangi jumlah air campuran untuk menghasilkan beton sesuai konsistensi yang ditetapkan, dan mempercepat waktu pengikatan awal, karena air dikurangi maka menambah kekuatan beton

f. **Tipe F (Water Reducing High Range Admixtures)** : berfungsi mengurangi jumlah air campuran sebesar 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan. Bahan tambah jenis ini dapat berupa **Superplasticizer** yang termasuk bahan tambah kimia baru dan disebut bahan tambah kimia pengurang air.

Terdapat 3 jenis plasticizer yaitu :

(1) kondensi sulfonat melamin formadehid dengan kandungan klorida 0,005%,

(2) sulfonat nafthalin formadehid dengan kandungan klorida yang dapat diabaikan,

(3) modifikasi lignosulfonat tanpa kandungan klorida.

Ketiganya dibuat dari sulfonat organik, dan disebut **superplasticizer** karena dapat mengurangi air pada campuran beton, serta meningkatkan ke enceran beton dengan peningkatan nilai slump sampai 200 mm. Dosis yang disarankan sekitar 1 – 2% dari berat semen dan dosis yang berlebihan akan menurunkan kekuatan tekan beton.

- g. Tipe G (Water Reducing, High Range Retarding Admixtures)** : berfungsi mengurangi jumlah air campuran 12% atau lebih, untuk menghasilkan beton sesuai dengan konsistensi yang ditetapkan, dan memperlambat waktu pengikatan beton. Tipe bahan tambah ini merupakan gabungan *superplasticizer* dengan penunda waktu pengikatan beton, dan biasanya digunakan untuk kondisi pekerjaan yang sempit karena keterbatasan sumber daya yang mengelola beton yang disebabkan oleh keterbatasan ruang kerja.

## 2. Bahan Tambah Lain

### a. Pozolan

Pozolan adalah bahan alam atau bahan buatan yang sebagian besar terdiri dari unsur silikat dan atau aluminat. Pozolan tidak mempunyai sifat semen, akan tetapi dalam keadaan halus akan bereaksi dengan air dan kapur padam menjadi massa padat yang tidak larut dalam air. Jadi bahan tambah ini akan mengikat kapur bebas dalam beton dan membentuk kalsium silikat hidrat yang sama dengan hasil hidrasi semen.



Bahan-bahan yang termasuk kelompok pozolan adalah : Tras alam, Gilingan terak tanur/dapur tinggi, Abu Terbang (abuter/fly ash)  
Dalam campuran beton, pozolan dapat dipergunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen portland atau sebagai bahan tambah.

### **b. Abu Terbang (*fly ash*)**

Abu Terbang adalah butiran halus hasil residu pembakaran batubara atau bubuk batubara, dibedakan berdasarkan jenis batubara, yaitu

- Abu Terbang kelas F yang dihasilkan dari pembakaran batubara antrasit atau batubara bitomius pada suhu 1560o C;
- Abu Terbang kelas N, yaitu hasil kalsinasi dari pozolan alam, antara lain tanah diatomice, shale, tuff dan batu apung; dan
- Abu Terbang kelas C yang dihasilkan dari batubara jenis lignite atau subbitumeus atau batubara dengan karbon  $\pm$  60%, abu terbang kelas ini mempunyai sifat seperti semen dengan kadar kapur (lime) diatas 10%.

### c. Terak Besi Tanur Tinggi

Terak besi tanur tinggi adalah produk non-logam yang terutama terdiri dari silika dan alumino silikat dari kalsium dan basa lain yang dikembangkan dalam keadaan cair secara bersamaan dengan besi dalam suhu tanur tinggi. Terak besi tanur tinggi granular adalah granular yang berbentuk pecahan menyudut yang terjadi apabila terak besi tanur tinggi didinginkan seketika/mendadak dengan cara dicelupkan dalam air.

### d. Silika Fume (fume silica)

Silika Fume adalah material pozolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak yang dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produk silikon atau alloy besi silikon. Penggunaan silika fume dalam beton dimaksudkan agar menghasilkan beton dengan kuat tekan yang tinggi (50 – 70 MPa), karena **mengurangi jumlah pori** yang ada sehingga tercapai *densepacking* (memadatkan/ketebalan) yang cukup tinggi. Beton yang mengandung silika fume tidak akan mengalami segregasi yang berarti karena kehalusan butir silika fume yang digunakan, dan juga mengurangi bleeding.

Penggunaan silika fume berkisar 0 – 30% untuk memperbaiki kekuatan dan keawetan beton dengan fas sebesar 0,28 – 0,34, dan dengan atau tanpa superplasticizer, serta nilai slump 50 mm. Silika fume dapat dipergunakan sebagai pengganti/substitusi sebagian semen atau dapat juga sebagai bahan tambah.

### 3.Serat

Beton normal yang diberi tambahan serat disebut **beton-serat (*fibre reinforced concrete*)**. Adanya serat akan memperbaiki kelemahan beton terutama kuat tariknya, serta mempersulit terjadinya segregasi, mencegah/menunda terjadinya retak-retak rambut dan mengendalikan retak, menjadikan beton lebih daktail, lebih tahan benturan dan lenturan, tetapi mengurangi tingkat kemudahan pengerjaan. Penurunan tingkat kemudahan pengerjaan ini dipengaruhi oleh volume serat, panjang serat dan aspek rasio (perbandingan panjang terhadap diameter serat). Aspek rasio yang tinggi akan menyebabkan serat menggumpal sehingga sulit disebar merata pada adukan beton. Umumnya volume serat  $\leq 2\%$  dan nilai aspek rasio 50 – 100.



Sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki akibat penambahan serat, adalah

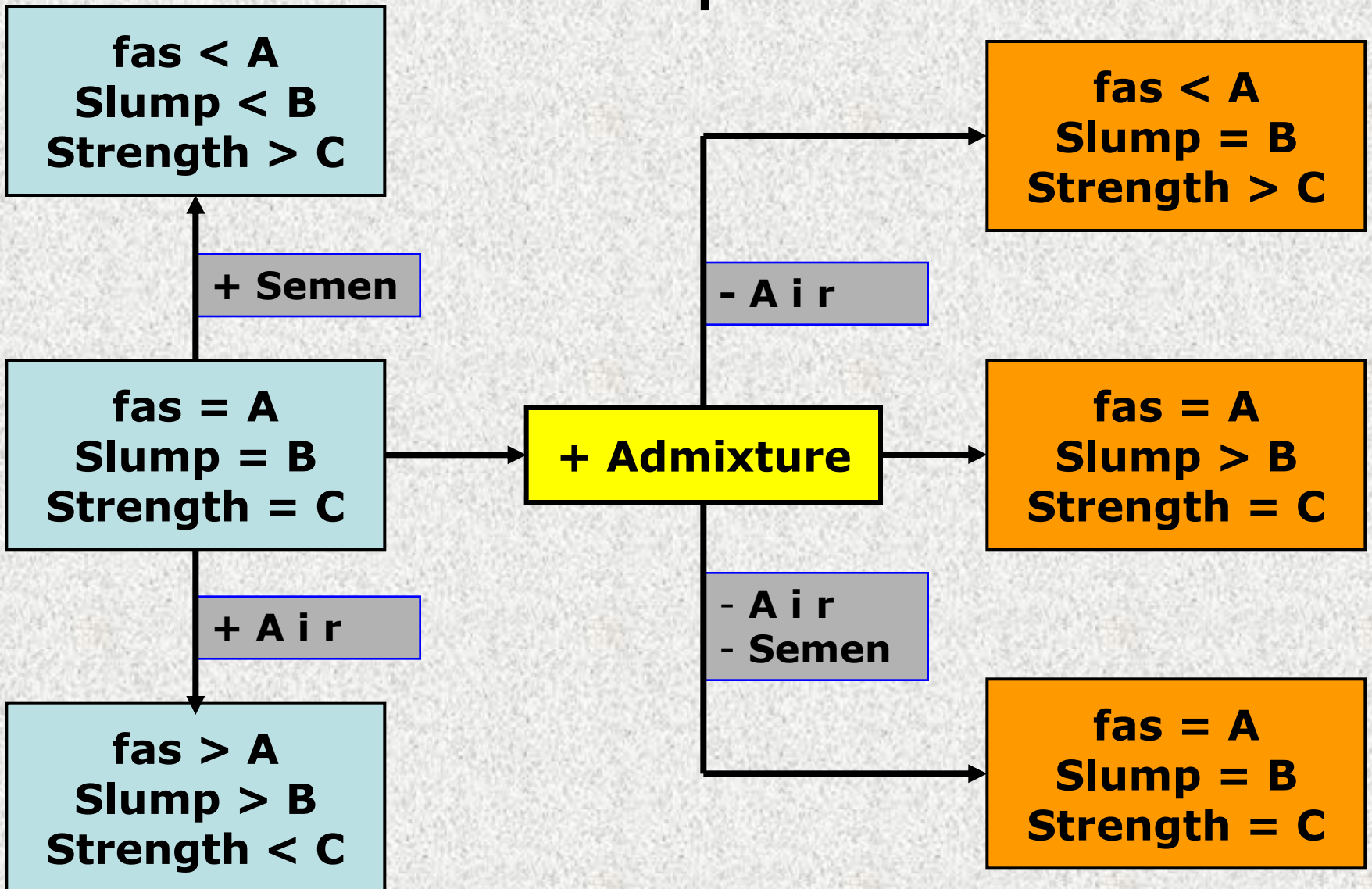
- keliatan/daktilitas
- ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*)
- ketahanan terhadap tarik dan lentur
- ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue*)
- ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*)
- ketahanan terhadap keausan

Terdapat bermacam serat yang dapat digunakan, antara lain : asbestos, gelas/kaca, plastik, karbon, baja, ataupun serat tumbuhan (rami, ijuk, bambu).

Jika digunakan serat dengan modulus elastisitas (E) yang lebih tinggi dari E beton, maka beton serat mempunyai kuat tarik dan kuat tekan yang lebih tinggi dari beton normal, dan E sedikit lebih tinggi.

Jika digunakan serat dengan E yang lebih rendah dari E beton, hanya membuat beton lebih tahan benturan.

# Konsep Pemakaian Admixture



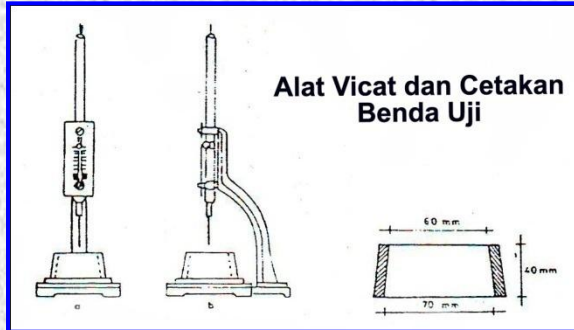
# ADUKAN BETON

## Pengadukan, Pengangkutan, Pengecoran, Pemasukan dan Perawatan Beton (SNI 03-3976-1995)

- **Beton** terbuat dari Semen Portland (PC), Air dan Agregat (agregat kasar dan agregat halus), dengan atau tanpa bahan tambah, dengan perbandingan tertentu.
- **Beton Segar (*fresh concrete*)** yang baik adalah beton segar yang dapat diaduk, diangkut, dituang dalam cetakan dan dapat dipadatkan, serta tidak cenderung terjadi *segregasi* maupun *bleeding*.
- **Beton (beton keras/*hardened concrete*)** yang baik ialah beton yang kuat, tahan lama/awet, kedap air, tahan aus, dan perubahan volume/kembang susut kecil.
- Bila Semen dicampur Air, butir semen akan tersebar di dalam air. Ruang yang penuh air diantara butiran semen dapat dianggap sebagai sistem kapiler yang saling berhubungan. **Jumlah air** (fas atau *water cement ratio*) tidak hanya mempengaruhi kelecakan **pasta semen**, tetapi juga mempengaruhi hampir semua sifat **beton segar** dan **beton**.



- **Pasta Semen, Mortar dan Beton**, dianggap **Segar** sampai ketika proses hidrasi mulai mempengaruhi sifat campuran, yang disebut **waktu ikat**.



Terdapat dua batasan, yaitu **Waktu Ikat Awal** (*Initial Setting Time*) adalah waktu yang diperlukan oleh pasta semen untuk mengubah sifatnya dari kondisi cair menjadi padat (penetrasi jarum vicat mencapai 25 mm), dan **Waktu Ikat Akhir** (*Final Setting Time*) adalah waktu dimana penetrasi jarum vicat tidak terlihat secara visual.

- Butiran Agregat umumnya tersebar di dalam suatu matriks pasta semen dan udara, kadang-kadang terdapat *admixture*. Matriks mempunyai dua peran. **Pertama** memisahkan dan mencegah kontak langsung antar butir agregat, tetapi tetap memegang agregat menjadi satu dalam keadaan terpisah. **Kedua** sebagai pelumas antar butir agregat dan memberikan kemampuan beton segar dalam deformasi plastis.
- Sifat beton segar tergantung sifat dan jumlah matriks dan agregat. Bila fas tinggi, matriks menjadi tipis sehingga tidak mampu memisahkan butir dan menahannya sebagai massa kohesif, dan cenderung terjadi segregasi dan bleding.

# 1. Pengadukan

Penakaran bahan yang akan digunakan dalam adukan beton harus berdasarkan perbandingan campuran yang direncanakan, dan :

- harus menggunakan **perbandingan berat** untuk beton dengan  **$f'c \geq 20 \text{ MPa}$**
- boleh menggunakan **perbandingan volume** untuk beton dengan  **$f'c < 20 \text{ MPa}$** . Penakaran volume ini berdasarkan perhitungan proporsi campuran dalam berat yang kemudian dikonversi kedalam volume

Pengadukan beton adalah proses pencampuran bahan-bahan pembentuk beton, semen, air, agregat halus dan agregat kasar sampai warna adukan rata, kelecakan yang cukup, dan homogen.

## a. Pengadukan manual

- ◀ Volume adukan beton kecil ( $< 10 \text{ m}^3$ )
- ◀ Tidak tersedia mesin aduk beton (molen), atau menghindari suara berisik (gangguan suara dari mesin aduk beton/molen).

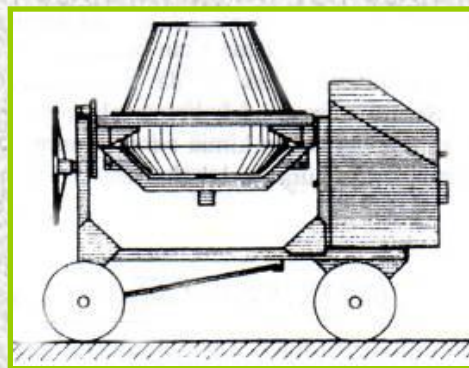
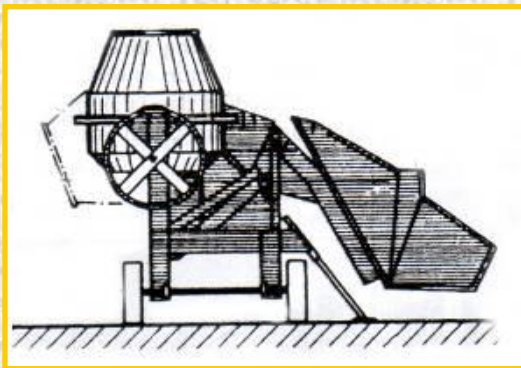
- ◀ Adukan dibuat ditempat yang rata, bersih, keras dan tidak menyerap air, alat yang digunakan adalah cangkul, sekop dan cetok
- ◀ Dibuat lebih dahulu campuran secara kering (semen dan agregat) sampai warna campuran sama/homogen. Kemudian ditengah-tengah campuran dibuat lubang dan diberi air  $\pm 75\%$  dari jumlah air yang diperlukan, diaduk sampai rata baru kemudian sisa air diberikan bila diperlukan dan diaduk kembali sampai rata.

#### **b. Pengadukan dengan Mesin Pengaduk/Molen/Mixer**

- ◀ Volume adukan besar
- ◀ Lebih homogen dan dapat dilakukan dengan fas lebih kecil dari pengadukan secara manual
- ◀ Dapat lebih murah
- ◀ Untuk Mixer yang memakai **Hopper**, umumnya kedalam *hopper* dimasukkan berturut-turut, agregat kasar, semen, lalu agregat halus, karena pada saat hopper dijungkirkan untuk memasukkan isinya kedalam mixer, maka bahan pertama yang masuk ke hopper akan keluar terakhir, sehingga agregat kasar akan mendorong semen dan agregat halus. Air ditambahkan terakhir.

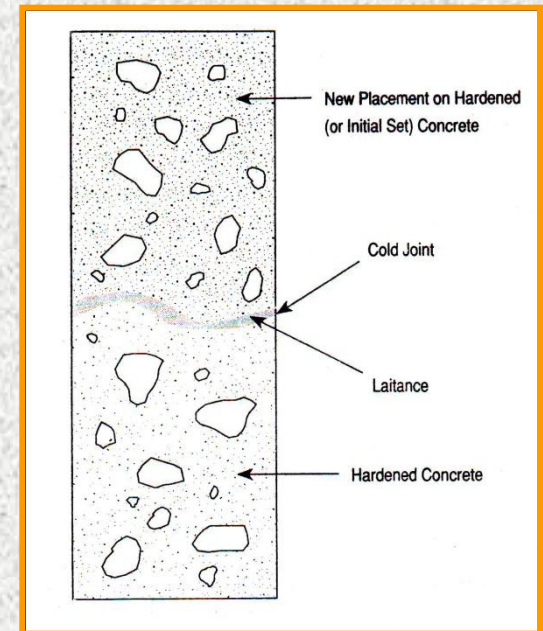


- ◀ Untuk mendapatkan campuran yang seragam/homogen, lama waktu yang diperlukan tergantung jenis dan kapasitas pengaduk. Untuk drum dengan kapasitas sampai 1 m<sup>3</sup> diperlukan waktu 1,5 – 2 menit setelah seluruh material dimasukkan. Jenis pan mixer, waktu yang diperlukan 30 – 45 detik.
- ◀ Waktu pengadukan yang kurang akan mengakibatkan campuran tidak menyatu/merata dan tidak homogen. Sedangkan waktu pengadukan yang berlebihan, secara umum tidak terlalu bermasalah, tetapi dapat menyebabkan konsistensi menurun. Bila menggunakan bahan tambah *air-entrainment*, akibat overmix menyebabkan kadar udaranya akan berkurang.
- ◀ Volume campuran tidak boleh melebihi kapasitas alat pencampur, karena campuran menjadi tidak homogen.

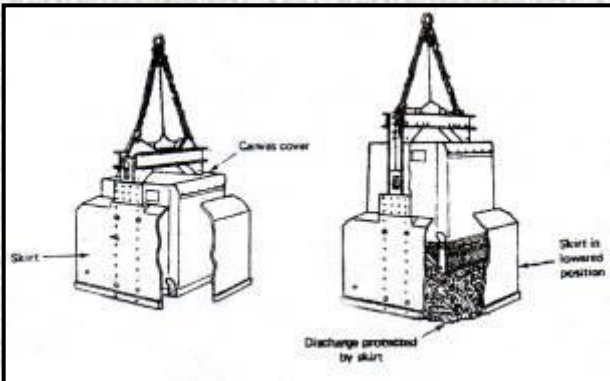
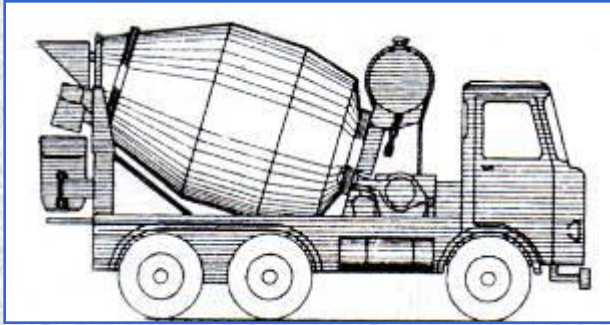


## 2. Pengangkutan Adukan

- Adukan beton harus sampai ketempat penuangan/cetakan dan dipadatkan sebelum terjadi ikatan awal. Bila waktu angkut yang diperlukan cukup lama, maka diberi bahan tambah untuk memperlambat proses ikatan awal
- Alat pengangkut harus mampu memindahkan beton segar dari mixer ke titik dimana diperlukan secepat mungkin tanpa segregasi dan tumpah serta dapat menghindari terjadinya **sambungan dingin** (cold joint)
- Pengangkutan adukan beton dapat menggunakan mulai dari ember, gerobag dorong, truk, ban berjalan, pompa beton atau helikopter, tergantung tempat adukan dibuat, volume adukan dan jarak angkut.
- Paling tidak terdapat 2 macam gerakan :
  - **Dari pengaduk ke lokasi/site**, bisa diangkut dengan truk, ban-berjalan, kereta maupun helikopter. Untuk jarak pendek dapat digunakan truk tanpa agitasi.







Bila digunakan truk dengan mixer (agitating truck), campuran harus diaduk dalam pengaduk terlebih dahulu. Helikopter dengan bucket dipakai untuk mengangkut adukan ke daerah yang sulit dicapai.

- **Pengangkutan dari site ke bagian yang dicor**, baik secara horizontal maupun vertikal. Pengangkutan horizontal dapat menggunakan ember, kereta dorong, ban berjalan, kereta penuang (*dumper*), dll. Pengangkutan vertikal umumnya menggunakan *skip* (kapasitas 0,20 – 1 m<sup>3</sup>) atau *bucket* (kapasitas sampai 6 m<sup>3</sup>) yang diangkut oleh *tower crane*. Pompa Beton merupakan peralatan yang cukup efisien, pipa dapat diperpanjang, pengangkutan adukan kontinu dan dapat mengangkut horizontal maupun vertikal.

Pemilihan alat angkut harus sedemikian, sesuai dengan volume dan jarak pengangkutan agar efisien.



### 3. Penuangan Adukan/Pengecoran

- ❑ Sebelum pengecoran/penuangan adukan beton segar, harus dilakukan **pekerjaan persiapan** sbb.
  - Semua ruang yang akan diisi adukan beton harus bebas dari kotoran, termasuk air yang terdapat dalam ruang cetakan yang akan diisi beton
  - Semua kotoran, serpihan beton, potongan kawat bindrat dan material lain yang menempel pada beton lama harus dibersihkan sebelum beton baru dituangkan
  - Bidang-bidang beton lama yang akan berhubungan dengan beton baru, harus dikasarkan dan dibasahi lebih dahulu
  - Tulangan harus dalam keadaan bersih dan bebas dari segala lapisan penutup yang dapat merusak beton dan mengurangi lekatan dengan beton

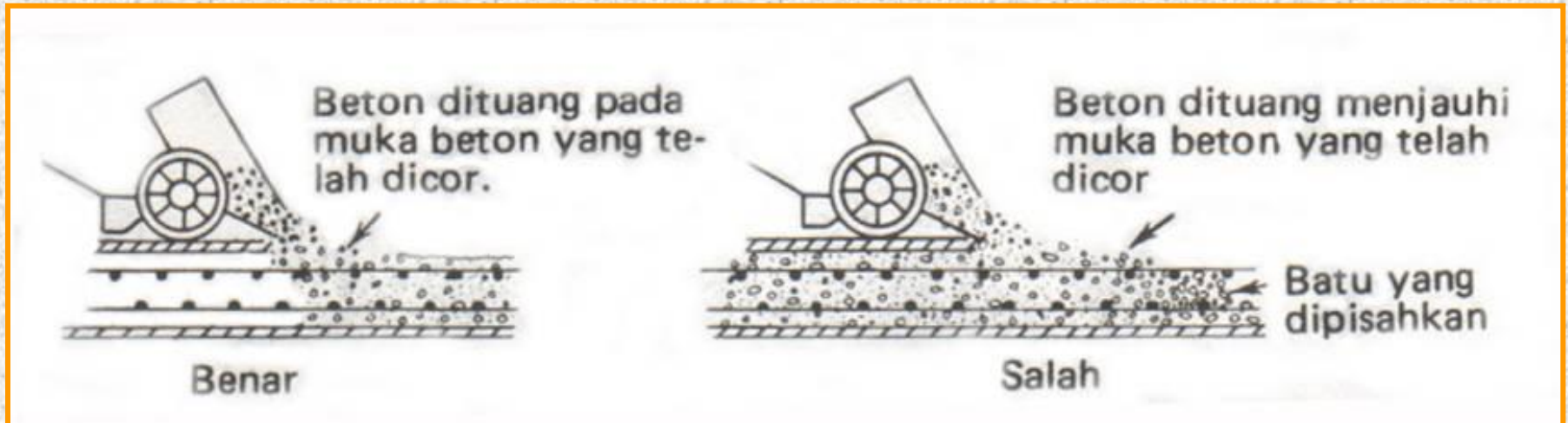


- ❑ Cetakan harus kokoh, bersih dan rapat/tidak bocor. Permukaan cetakan yang bersinggungan langsung dengan beton dapat dilapisi minyak agar beton tidak melekat pada cetakan, sehingga memudahkan pembongkaran cetakan

- ❑ Adukan beton harus dituangkan sedekat mungkin dari kedudukan akhirnya, dengan cepat dan seefisien mungkin, sehingga dapat dihindari segregasi dan beton dapat dipadatkan secara penuh.
- ❑ Kecepatan pengecoran harus diatur sedemikian agar beton masih dalam keadaan plastis, sehingga beton dapat mengisi dengan mudah ruang-ruang yang ada dan sela-sela diantara tulangan
- ❑ Adukan beton harus dituang secara kontinu agar diperoleh beton yang seragam dan tidak terjadi garis batas, hingga selesainya pengecoran suatu panel atau penampang yang dibentuk, atau batas-batas penghentian yang ditentukan untuk siar pelaksanaan.
- ❑ Tebal lapisan beton  $\pm 30$  cm dan harus dipadatkan lebih dahulu sebelum lapisan baru dicor dan hindari terbentuknya sambungan dingin (cold joint). Lapisan yang lebih tebal dapat menyebabkan udara terjebak dan tidak dapat keluar walaupun menggunakan penggetar.
- ❑ Selama penuangan dan pemadatan, posisi cetakan dan tulangan tidak boleh berubah.

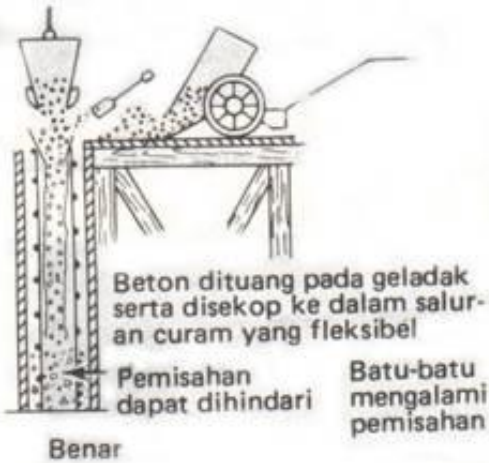


- ❑ Adukan beton tidak boleh digerakkan secara horizontal terlalu jauh, karena dapat terjadi pemisahan butiran, menghasilkan beton yang tidak seragam.
- ❑ Adukan beton yang telah dimasukkan dalam cetakan, harus segera dipadatkan sebelum semen dan air berhidrasi (terjadi ikatan awal)
- ❑ Pada Pelat dan Balok, pengecoran harus dimulai dari salah satu ujung dan berjalan mundur. Beton tidak boleh dituang dalam tumpukan-tumpukan yang terpisah yang kemudian diratakan. Beton juga tidak boleh dituang dalam tumpukan besar lalu digeser ketempat posisi akhir. Cara-cara ini akan mengakibatkan pemisahan butiran (segregasi), karena pasta akan mengalir terlebih dahulu sebelum material yang lebih besar.





Cara alternatif mengangkat dengan keran dan "skop"



- ❑ Pada Kolom dan Dinding, harus dihindari tinggi jatuh adukan > 1,50 m, karena akan menyebabkan pemisahan butiran (segregasi)

Cara yang dianjurkan bilamana acuan terlalu sempit atau penulangan terlalu rapat untuk memungkinkan penggunaan terjunan dengan saluran curam



- ❑ Corong dapat digunakan untuk menghindari percikan spesi pada tulangan dan acuan

## 4. Pemadatan Adukan

- Beton yang dicorkan ke dalam cetakan harus dipadatkan secara sempurna dengan alat yang tepat agar dapat mengisi sepenuhnya daerah sekitar tulangan, alat konstruksi, dan alat instalasi lain yang akan tertanam dalam beton
- Beton segar yang telah diaduk, diangkut dan dituang dalam cetakan masih mengandung rongga udara. **Pemadatan adalah usaha untuk mengeluarkan udara sebanyak mungkin**, kalau dapat sampai  $< 1\%$  (tidak termasuk penggunaan *air-entrainment*). Untuk  $1\%$  udara, kekuatan beton berkurang  $5 - 6\%$ .
- Beton dengan slump rendah memerlukan pemadatan yang lebih baik dari beton dengan slump tinggi (beton dengan slump  $25 \text{ mm}$ , udara yang terkandung  $20\%$ )
- Beton yang dipadatkan dengan baik, akan padat, kuat dan mempunyai ketahanan yang tinggi. Sebaliknya, yang kepadatannya kurang baik, akan lemah, ketahannya lemah, porous (tidak mampu menahan cairan agresif, menyebabkan tulangan korosif, maupun pelapukan akibat cuaca / *weathering*), mengurangi lekatan antara tulangan dan beton, dan keropos/bersarang tawon (*honey comb*)



## ➤ **Pemadatan Secara Manual**

- ❑ menggunakan tongkat kayu atau tongkat baja
- ❑ adukan yang baru saja dituang, segera dipadatkan dengan cara ditusuk-tusuk dengan tongkat, sebaiknya tebal lapisan beton yang ditusuk < 15 cm
- ❑ Penusukan dilakukan sampai tampak suatu lapisan mortar diatas permukaan beton yang dipadatkan

## ➤ **Pemadatan Menggunakan Mesin/Vibrator**

- ❑ Adalah cara yang paling banyak dipakai. Bila beton digetarkan, gesekan antara butir agregat kasar dihilangkan sementara dan beton menjadi seperti cair, dan *seattle* didalam acuan dibawah aktivitas gravitasi dan buih udara yang terjebak lebih mudah naik kepermukaan dan beton menjadi padat

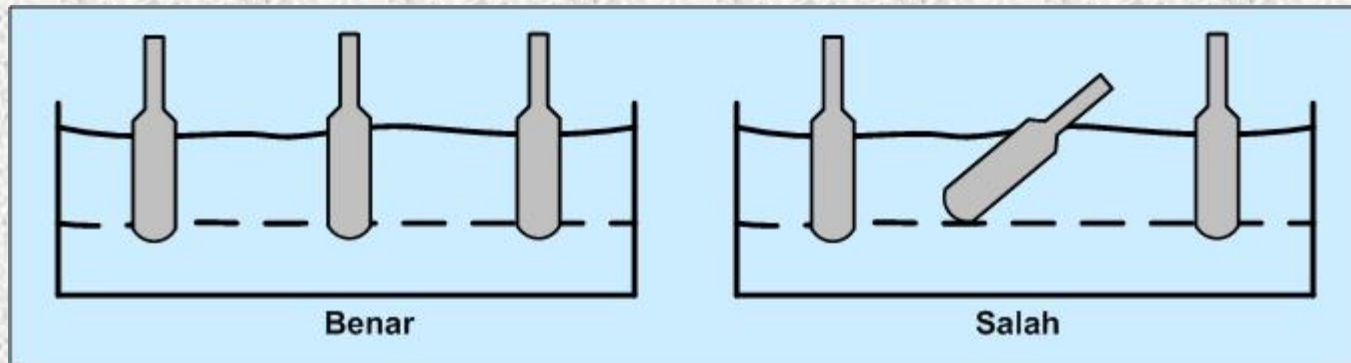


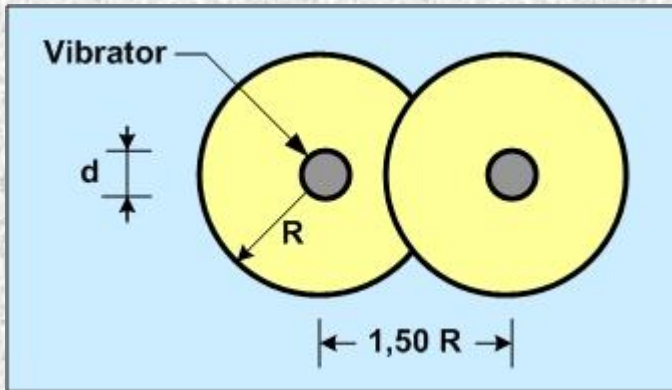
### ❑ **Vibrator Dalam (Internal Vibrator)**

- Adalah jenis yang paling banyak digunakan, jarum penggetar langsung dimasukkan kedalam adukan, mudah dipindah-pindahkan. Jarum bergetar dengan kecepatan >7000 rpm, umumnya berbentuk silindris.



- Lama penggetaran 5 – 15 detik untuk setiap titik, atau permukaan adukan terlihat mulai mengkilat. Penggetaran yang berlebihan/terlalu lama, mengakibatkan terkumpulnya kerikil pada bagian bawah dan mortar hanya terdapat pada bagian atas (beton kropos)
- Jarum penggetar tidak boleh mengenai cetakan atau bagian beton yang sudah mulai mengeras, atau dipasang < 100 mm dari cetakan atau dari beton yang sudah mengeras, serta diusahakan tidak mengenai tulangan karena mengganggu lekatan
- Lapisan yang digetarkan tidak boleh lebih tebal dari panjang batang penggetar dan tidak lebih dari 500 mm. Untuk bagian konstruksi yang tebal, maka dilakukan pengecoran dan pemadatan lapis demi lapis.
- Jarum getar diusahakan vertikal, atau dapat juga miring dengan sudut kemiringan > 45°.
- Alat getar tidak boleh digunakan untuk memasukkan adukan kedalam cetakan



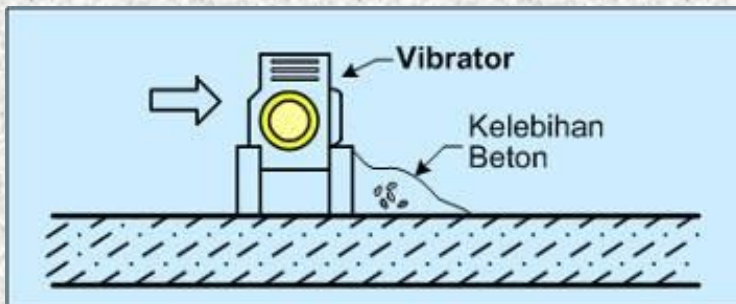


- Pengaruh vibrator adalah sejauh radius aksi ( $R$ ), makin besar diameter jarum getar, maka makin besar radius aksi. Jarum getar  $\phi$  20 – 40 mm mempunyai  $R$  80 – 150 mm, jarum getar  $\phi$  50 – 90 mm mempunyai  $R$  180 – 360 mm

- Waktu pengetaran dianggap cukup, ditentukan oleh pengalaman. Tanda-tanda umum adalah perubahan tampak permukaan, terbenamnya agregat kasar, rataanya permukaan, timbulnya lapisan tipis pasta yang mengkilat, atau naiknya buih-buih udara yang terjebak ke permukaan, atau kadang-kadang dengan membedakan suara, selesai bila suaranya mulai konstan.

#### □ **Vibrator Luar (External Vibrator – di luar adukan)**

Alat ini disebut juga Alat Getar Cetakan, ditempelkan di bagian luar cetakan, sehingga cetakan bergetar dan beton segar tergetar juga sehingga didapat beton padat.

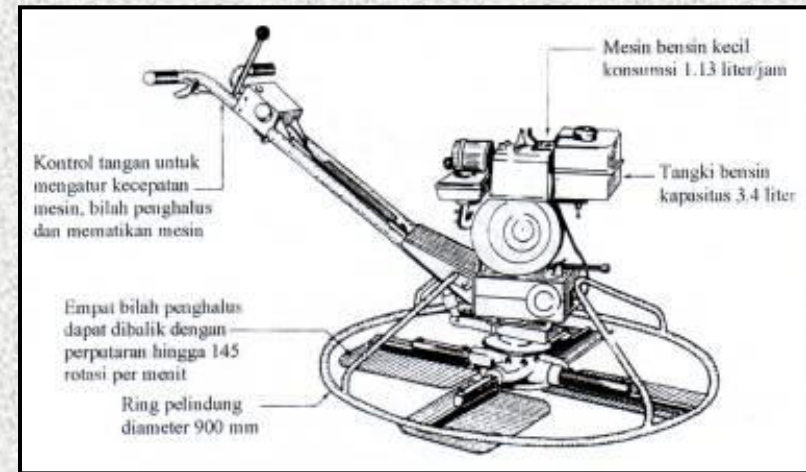


**Vibrating Screeds**, adalah *screeds* yang diberi mesin getar, digunakan pada lantai dengan tebal sampai 150 mm, tanpa tulangan atau dengan tulangan ringan.



## 5. Perawatan Beton (*Curing*)

- Setelah adukan beton dipadatkan, permukaannya diratakan dengan menggunakan cetok, papan perata atau mesin perata (*Screeding*).
- **Perawatan beton adalah pekerjaan menjaga agar permukaan beton segar/beton selalu lembab**, sejak beton selesai dipadatkan/mencapai *final setting* sampai beton dianggap cukup keras. Kelembaban diperlukan untuk menjamin proses hidrasi berlangsung dengan sempurna, menghindari terjadinya panas hidrasi yang berlebihan, selain itu dapat menjadikan beton lebih tahan cuaca dan lebib kedap air. Maka perawatan penting dilaksanakan pada beton terutama pada umur muda (7 hari pertama).
- Sebenarnya jumlah air yang diberikan untuk campuran beton sudah melebihi kebutuhan air untuk hidrasi, namun sebagian air menguap sehingga proses hidrasi selanjutnya dapat terganggu, Karena itu diperlukan perawatan





- **Perawatan dengan terus-menerus memberi air**
  - Dilakukan dengan cara menggenangi, membuat empang, menyemprot, memasang *springkle*, memberi kabut air atau menutup permukaan dengan bahan yang basah
  - Genangan air dengan membuat bendungan dari tanah/pasir pada bagian tepi. Penyemprotan, memberi kabut air dilakukan secara berkala, dan jangan sampai beton kering karena dapat menyebabkan retak. Penutupan dengan bahan basah dapat menggunakan karung goni, jerami atau pasir yang selalu dibasahi. Untuk elemen tegak seperti kolom atau dinding, bekisting dibiarkan tetap terpasang dan secara kontinu disiram.
  
- **Perawatan dengan mencegah hilangnya air**
  - Dilakukan dengan memberi lapisan/membungkus dengan kertas tak tembus air (kertas aspal), atau plastik atau membran kimia, tanpa tambahan air. Harus segera dilaksanakan setelah beton cukup keras.
  - Membran kimia (*membrane forming curing compound*) cair dapat terbuat dari lilin, resin, karet *chlorinated* dan *solvent* yang memperlambat atau mengurangi penguapan, diberikan dengan cara melapisi permukaan beton baik secara manual atau disemprotkan dengan *spray/nozzle* untuk area yang cukup luas.

## ■ Lama Perawatan

- Tergantung jenis semen, kekuatan, cuaca, rasio permukaan dan volume. Pada beton kurus (*lean*) yang mengandung bahan puzolaniz lama perawatan dapat 3 minggu, sebaliknya beton yang kaya (*rich*) hanya beberapa hari saja. Bila memakai semen jenis III dan *steam curing*, waktu perawatan dapat lebih singkat.
- Karena perawatan akan memperbaiki mutu beton, maka semakin lama perawatan semakin baik, selama praktis dilakukan.

## □ Perawatan di Laboratorium

- Beton segar di letakan dalam ruangan yang lembab
- Menaruh beton di atas genangan air
- Merendam beton
- Menutup dengan karung/jerami basah



## □ Perawatan di Lapangan/Proyek

- Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah
- Menggenangi permukaan beton dengan air
- Menyirami permukaan beton secara terus menerus
- Menyiram dan menyelimuti dengan plastik untuk mengurangi/menghambat penguapan.