

# TEKNOLOGI BAHAN KONSTRUKSI & PERENCANAAN **B E T O N**

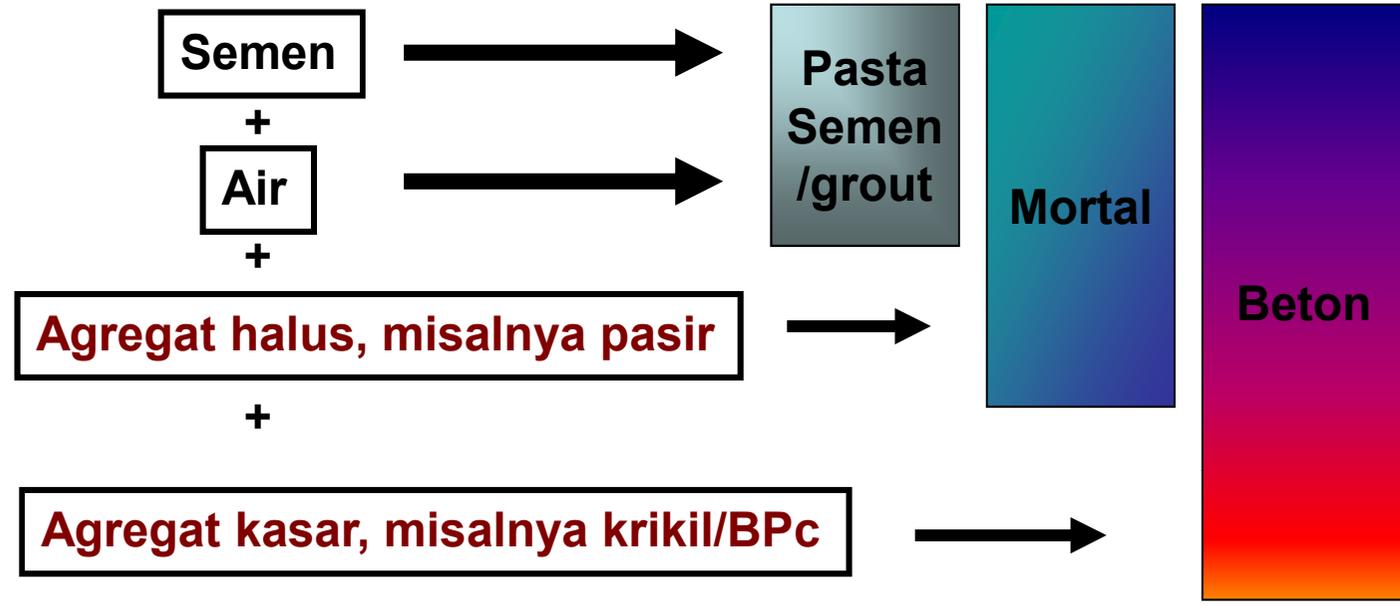


## REFERENSI

1. Amri, S., 2006, **Teknologi Audit Forensik, Repair dan Retrofit untuk Rumah & bangunan Gedung**, Cetakan Pertama, Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta.
2. Amri, S., 2005, **Teknologi Beton A-Z**, Cetakan Pertama, Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta.
3. Depertemen Pekerjaan Umum, 1989, **Pedoman Beton 1989**, SKBI-1.4.53.1988, UDC:693.5, Draft Konsensus, Jakarta.
4. Depertemen Pekerjaan Umum, 1971, **Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-71) N.I. – 2**, UDC 35 (910) : 693.55, Bandung.
5. Ilham, A., 2005, **Teknologi Bahan Konstruksi (Beton Kinerja Tinggi)**
6. Mulyono, T., 2004, **Teknologi Beton**, Edisi Pertama, ANDI, Yogyakarta.
7. Munaf.D.R, dkk, 2003, **Concrete Repair & Maintenance**, Edisi Pertama, Yayasan John Hi-Tech Idetama, Jakarta.
8. Nawy, E.G., 1990, **Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar**, Terjemahan oleh Bambang Suryoatmono, Cetakan pertama, PT Erisco.
9. Nugraha. Paul, dkk, 2007, **Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi**, Edisi Pertama, ANDI Yogyakarta.
10. Robin Kerrod, 2000, **Batuan dan Mineral (Rocks and Minerals)**, Alih Bahasa Ir. P.E. Hehanussa, M.Sc., PT. Widyadara, Jakarta.
11. Soedarsona, Djoko Untung, 1985, **Konstruksi Jalan Raya**, Cetkan Ketiga, Pekerjaan Umum, Jakarta.
12. Subakti,A., 1995, **Teknologi Beton Dalam Praktek**, FTSP-ITS, institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
13. Suriawan, Ari, 2005, **Perkerasan Jalan Beton Semen Potland (Rigid Pavement)**, Beta offset,
14. Triwiyono. Andreas, 2001, **Perbaikan dan Perkuatan Struktur Beton (Special Topic 2001/2002)**, Program Pasca Sarjana Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
15. Warta, 2006, **Semen dan Beton Indonesia**, Asosiasi Semen Indonesia & Institut Semen dan Beton Indonesia, Jakarta.

# Arti Kata Beton

Matriks komposisi



Kadang kala beton masih ditambah lagi dengan bahan kimia pembantu (*admixture*) untuk mengubah sifat-sifatnya ketika masih berupa beton segar (*fresh concrete*) atau beton keras.

Kata ***beton*** dalam bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam bahasa Belanda. Kata ***Concrete*** dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa Latin ***concretus*** yang berarti tumbuh bersama atau menggabung menjadi satu.

Dalam bahasa Jepang digunakan kata ***katau-zai***, yang arti harafiahnya material-material seperti tulang; mungkin karena agregat mirip tulang-tulang hewan.

# BETON

1 semen + 2 pasir + 3 Kerikil

**Komposisi Ratio  
semen:pasir:batu split**

**1:2:3**

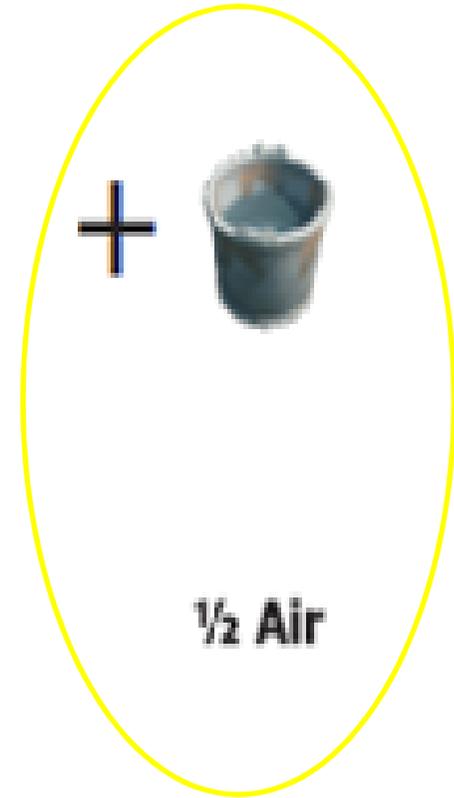
**1 semen**



**2 Pasir**



**3 Batu Split**



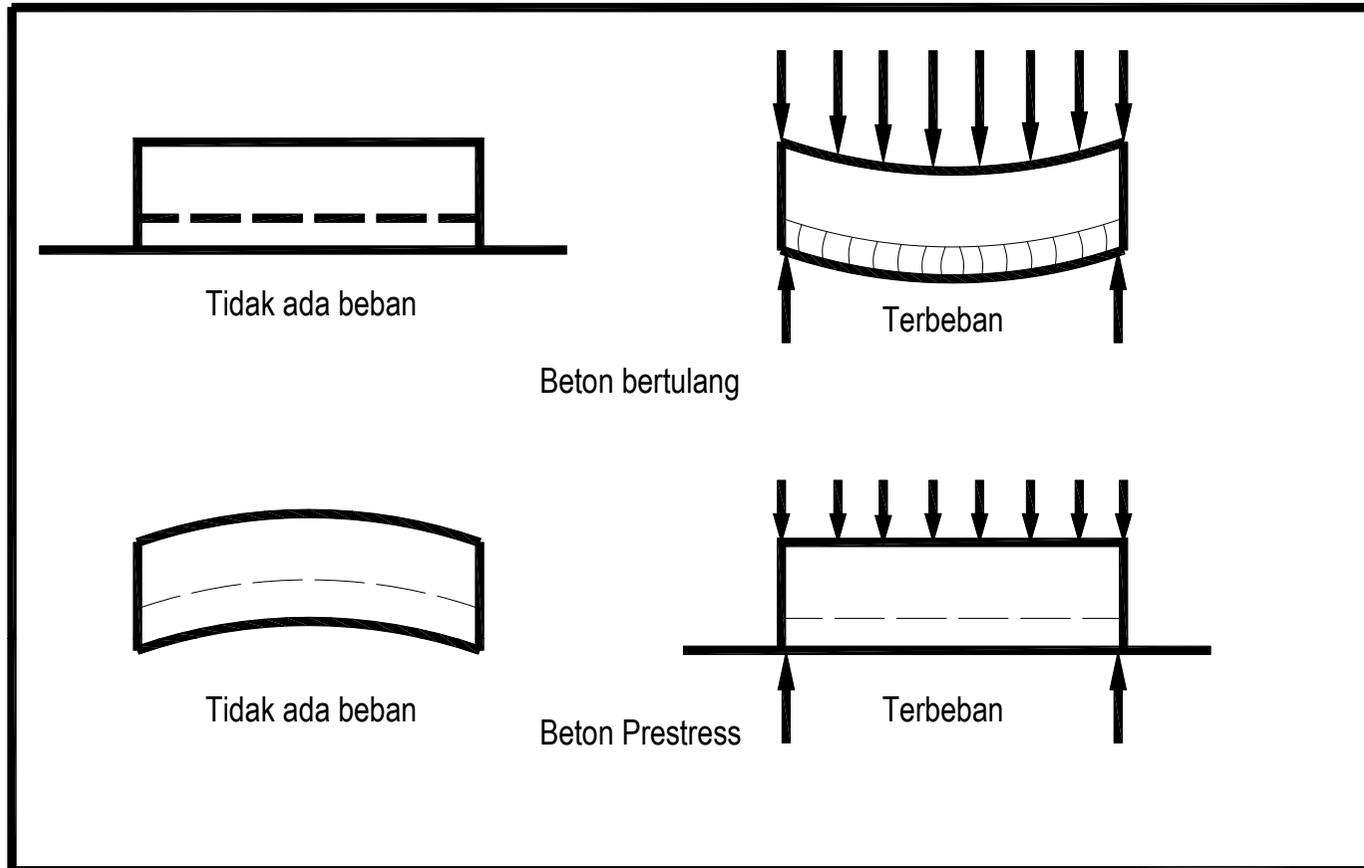
**½ Air**

Example:    too much water



good





Beton Bertulang (*reinforced concrete*)= Beton + Baja tulangan

Beton *Pratekan*(*prestressed concrete*) = Beton bertulang + Baja prategang

## ***Gambar lanjut & Ilmu Bangunan***

# **Konstruksi Preecast**

*Pracetak dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur/arsitektur bangunan pada suatu tempat/lokasi yang berbeda*

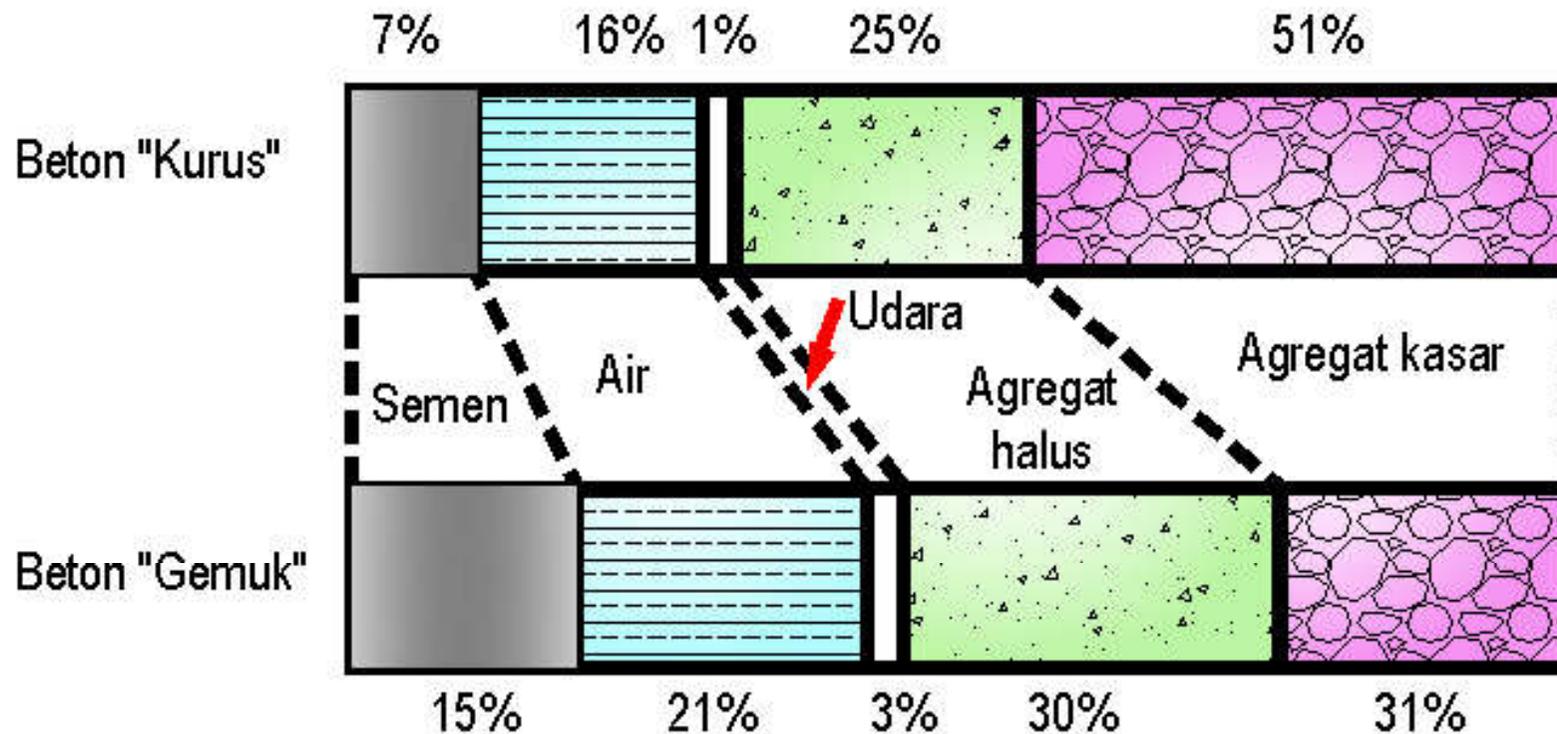
Keunggulan pracetak:

1. Kecepatan dalam pelaksanaan
2. Pekerjaan di lokasi lebih sederhana
3. Pihak yang bertanggungjawab lebih sedikit.
4. Waktu konstruksi relatif singkat



***Aspek kualitas, dimana beton dengan mutu prima dapat lebih mudah dihasilkan di job site***

## PERSENTASE KOMPOSISI



**Beton yang baik** : setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortal  
Ruang antar agregat harus terisi oleh mortal.

**Jadi** : kualitas pasta atau mortal menentukan kualitas beton.

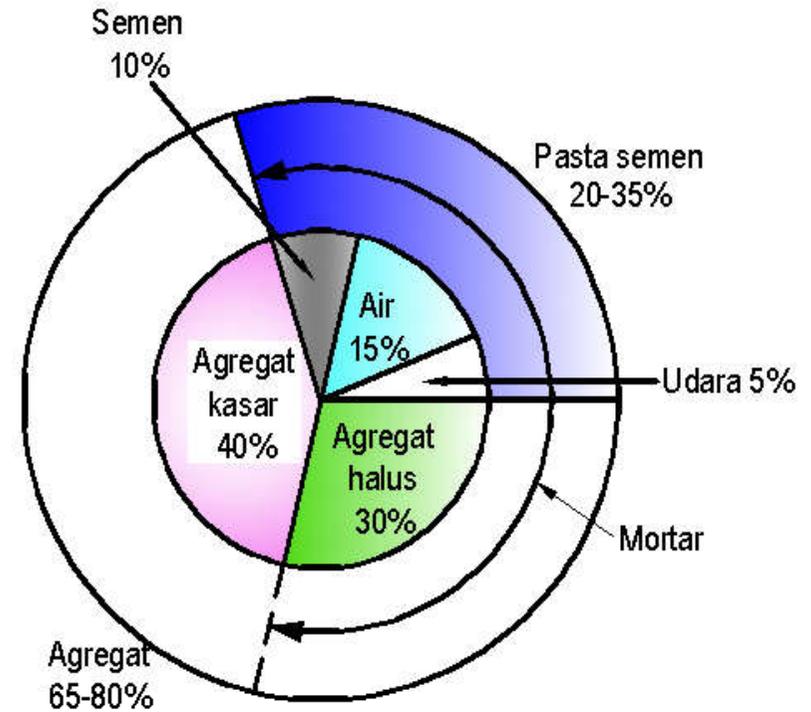
**Semen** adalah unsur kunci dalam beton, jumlahnya 7-15 % dari camp. Beton

**Beton kurus/ lean concrete**: beton yang jumlah semennya sedikit (sampai 7%)

**Beton Gemuk/rich concrete**: beton dengan jumlah semen baanyak (sampai 15%)

## KEUNGGULAN BETON

- 1. Ketersediaannya (availability) material dasar.** Biaya Relatif Murah, Agregat & air biasanya didapat dari lokal setempat, semen merupakan bahan termahal yang bisa diproduksi dalam negeri.
- 2. Kemudahan untuk digunakan (versatility).** Pengangkutan mudah karena masing-masing bisa diangkut secara terpisah. Beton bisa dipakai untuk berbagai struktur, seperti bendungan, jalan, landasan, dsb. Beton bertulang bisa untuk struktur yang lebih berat, seperti jembatan, gedung, bangunan air lainnya dsb.
- 3. Kemampuan beradaptasi (adaptability).** Beton bersifat monolit sehingga tidak memerlukan sambungan seperti baja. Beton dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun, misalnya pada struktur cangkang (*shell*) maupun bentuk-bentuk khusus 3 dimensi. Beton dapat diproduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasi sekitarnya, Dari cara sederhana yang tidak memerlukan ahli khusus (kecuali beberapa pengawas yang sudah mempelajari teknologi beton), sampai alat modern di pabrik yang serba otomatis dan terkomputerisasi (industri beton yang profesional).



- 4. Kebutuhan pemeliharaan yang Minimal.** Secara umum ketahanan (*durability*) beton cukup tinggi, lebih tahan karat, sehingga tidak perlu dicat seperti baja, dan lebih tahan terhadap bahaya kebakaran

# *Kelemahan Beton & Cara Mengatasinya*

1. Berat sendiri beton besar, sekitar 2.400 kg/m<sup>3</sup>.
  2. Kekuatan tariknya rendah meskipun kekuatan tekannya besar.
  3. Beton cenderung untuk retak karena semen hidraulis. Baja tulangan bisa berkarat, meskipun tidak terekspose separah struktur baja.
  4. Kualitas sangat tergantung cara pelaksanaan di lapangan. Beton yang baik maupun yang buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuran yang sama.
  5. Struktur beton sulit untuk dipindahkan. Pemakaian kembali atau daur ulang sulit dan tidak ekonomis. Dalam hal ini struktur baja lebih unggul, misalnya tinggal melepas sambungannya saja.
1. Untuk elemen struktur: membuat beton mutu tinggi, beton pratekan, atau keduanya, sedangkan untuk elemen non-struktur dapat memakai beton ringan.
  2. Memakai beton bertulang atau pratekan.
  3. Melakukan perawatan (curing) yang baik untuk mencegah terjadinya retak, memakai beton pratekan, atau memakai bahan tambahan yang mengembang (*expansive admixture*)
  4. Mempelajari teknologi beton dan melakukan pengawasan dan kontrol kualitas yang baik. Bila perlu bisa memakai beton jadi (*ready mix*) atau beton pracetak.
  5. Beberapa elemen struktur dibuat pracetak (precast) sehingga dapat dilepas per elemen seperti baja. Kemungkinan untuk melakukan beton recycle sedang dioptimalkan.

## KEUNGGULAN BETON



19

Use flyash in concrete

Akronim Beton Sebagai Material Unggulan

R  
E S P  
C T L V E N I  
Y R E S E V A N  
C O N C R E T E  
L N T I S R U X  
A G I E A Y R P  
B F N T W A E  
L U C I H L N  
E L E L E S  
E R I  
E V E

# SEMEN

- Semen sangat dikenal sebagai bahan menduduki tempat pertama
- semen ditambah air-lah (**prekat**) yang mengikat berbagai macam material
- dibutuhkan sebanyak kira-kira 20% air dari berat semen yang dipakai agar semen itu dapat mengeras.
- Pada reaksi antara semen dan air kita bedakan menjadi 2 (dua)
- "**Priode pengikatan**"
- "**Priode pengerasan**".

**Pengikatan (set)** adalah perubahan bentuk dari bentuk cair menjadi padat, tetapi masih belum mempunyai kekuatan.

**Pengerasan (hardening)** adalah pertumbuhan kekuatan dari beton atau mortal setelah bentuknya menjadi padat.

Semen dicampur air akan menghasilkan pasta yang plastis dan lecah (*workable*). Namun setelah slang beberapa waktu, pasta akan muli menjadi kaku dan sukar dikerjakan. Inilah yang disebut dengan (*initial set*).

Selanjutnya pasta akan mengikat kekauannya sehingga didapatkan padatan yang utuh. Ini disebut (*final set*).

Proses berlanjut hingga pasta mempunyai kekuatan, disebut (*hardening*).

Pada umumnya waktu pengikatan awal minimum adalah 45 menit, sedangkan waktu pengikatan akhir adalah 6-10 jam.

## REAKSI ANTARA AIR DAN SEMEN

- **Pengikatan** adalah peralihan dari keadaan plastis menjadi keras
- sedangkan **pengerasan** ialah tambahan kekuatan setelah pengikatan itu selesai.

## SETTING TIME

- yaitu periode yang berlangsung antara permulaan semen menjadi kaku dan saat semen itu beralih kedalam keadaan keras/padat.
- Keadaan ini dapat diartikan bahwa pasta semen telah menjadi keras, akan tetapi **'belum cukup kuat'** Setelah ini pengerasan berlangsung terus mula-mula secara cepat, kemudian lebih lambat untuk jangka waktu yang lama (Subakti, 1995: 18).

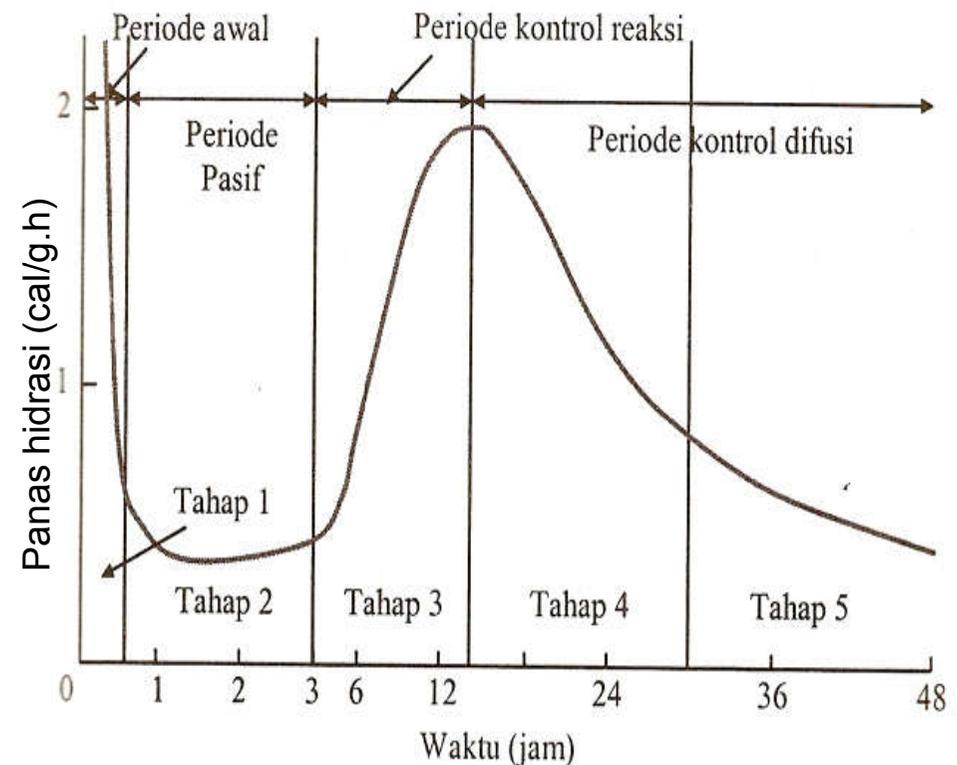
## UMUR & KUAT TEKAN BETON

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90
Semen Portland biasa	0,40 1,35	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20
Semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55 1,20	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15

Dari pengamatan kecepatan evolusi panas hidrasi, atau dari pengukuran kenaikan temperatur di bawah kondisi isothermal, ada 5 tahapan yang dapat diidentifikasi:

1. Hidrolis awal yang berlangsung terjadi waktu semen kontak dengan air, semen beraksi cepat untuk beberapa menit.
2. Periode pasif (*dorman period*) di mana gypsum mencegah terjadinya *flash set* pada  $C_3A$  karena butiran semen dilapisi *gel*. Periode reaksi lambat berlangsung sekitar setengah sampai 2 jam. Selama itu terjadi pemecahan dan pembentukan kembali lapisan *coating gel* yang semakin tebal.
3. Percepatan terjadi dengan pecahnya *coating* karena bertambahnya tekanan osmosis. Inilah waktu *inisial set*. Kecepatan reaksi bertambah sampai *final set*.
4. Perlambatan. Proses menjadi kaku berlanjut sampai tercapainya pengerasan.
5. Kondisi stabil di mana difusi lambat mengendalikan proses hidrasi yang lama.

## PANAS HIDRASI



Gambar 4.7 Evolusi panas hidrasi semen.

Semen dan air dalam adukan beton membuat pasta yang disebut pastasemen. Adapun pasta semen ini selain berfungsi untuk mengisi pori-pori antara butiran agregat halus dan agregat kasar juga mempunyai fungsi sebagai pengikat sehingga terbentuk suatu massa yang kompak dan kuat. Ruang yang tidak ditempati oleh butiran semen, merupakan rongga yang berisi udara dan air yang saling berhubungan yang disebut kapiler. Kapiler yang terbentuk akan tetap tinggal ketika beton sudah mengeras, sehingga beton akan mempunyai sifat tembus air yang besar, akibatnya kekuatan beton berkurang.

Rongga ini dapat dikurangi dengan bahan tambah meskipun penambahan ini akan menambah biaya pelaksanaan. Bahan tambah ini merupakan bahan khusus yang ditambah dalam campuran beton sebagai pengisi dan pada umumnya berupa bahan kimia organik dan bubuk mineral aktif. Keadaan tersebut diangkat oleh penyusun pada penelitian ini memanfaatkan limbah pembakaran batubara (Fly Ash). Fly Ash digunakan sebagai bahan pengganti semen, memanfaatkan sifat pozzolan dari Fly Ash untuk memperbaiki mutu beton. Ketika semen dan air dicampur, partikel-partikel semen cenderung berkumpul menjadi gumpalan yang dikenal sebagai gumpalan semen. Penggumpalan mencegah pencampuran antara semen dan air yang menghasilkan kehilangan kemampuan kerja (loss of workability) dari campuran beton sebagaimana hal tersebut mencegah campuran hidrasi yang sempurna. Ini berarti bahwa pengurangan kekuatan potensial penuh dari pasta semen akan ditingkatkan. Pada beberapa kejadian dalam 28 hari perawatan hanya 50% kandungan semen sudah terhidrasi. (Smith dan Andreas, 1989).



# TIPE SEMEN

---

***Semen Tipe I***, Semen portland standar digunakan untuk semua bangunan beton yang tidak mengalami perubahan cuaca yang signifikan atau dibangun dalam lingkungan yang sangat korosif.

***Semen Tipe II***, Untuk bangunan yang menggunakan pembetonan secara massal, seperti dam, panas hidrasi tertahan dalam bangunan untuk jangka waktu lama.

***Semen Tipe III***, Semen portland tipe III adalah jenis semen yang cepat mengeras, yang cocok untuk pengecoran beton pada suhu rendah. Semen tipe III disebut juga "semen dengan kekuatan awal tinggi". Jenis ini digunakan bilamana kekuatan harus dicapai dalam waktu singkat, walaupun harganya sedikit lebih mahal. Panas hidrasi 50% lebih tinggi dari pada yang ditimbulkan semen tipe I.

***Semen Tipe IV***, Semen portland tipe IV ini menimbulkan panas hidrasi rendah dengan prosentase maksimum untuk C3S sebesar 35%, untuk C3A sebesar 7% dan untuk C2S prosentase maksimum 40%. Tipe IV ini ***tidak lagi diproduksi*** dalam jumlah besar seperti pada waktu pembuatan Hoover Dam, akan tetapi telah diganti dengan semen tipe II yang disebut "*modified portland cement*".

***Semen Tipe V***, Semen portland tipe V ini ***tahan terhadap serangan sulfat*** serta mengeluarkan panas. Reaksi antara C3A dan  $\text{CaSO}_4$  menyebabkannya *Calcium Sulfoaluminate*.



## Pengurangan Kekuatan Semen

<b>Waktu</b>	<b>Pengurangan kekuatan tekan (%)</b>
<b>Setelah 1 bulan</b>	<b>5-10</b>
<b>Setelah 2 bulan</b>	<b>10-20</b>
<b>Setelah 6 bulan</b>	<b>20-30</b>
<b>Setelah 12 bulan</b>	<b>30-40</b>

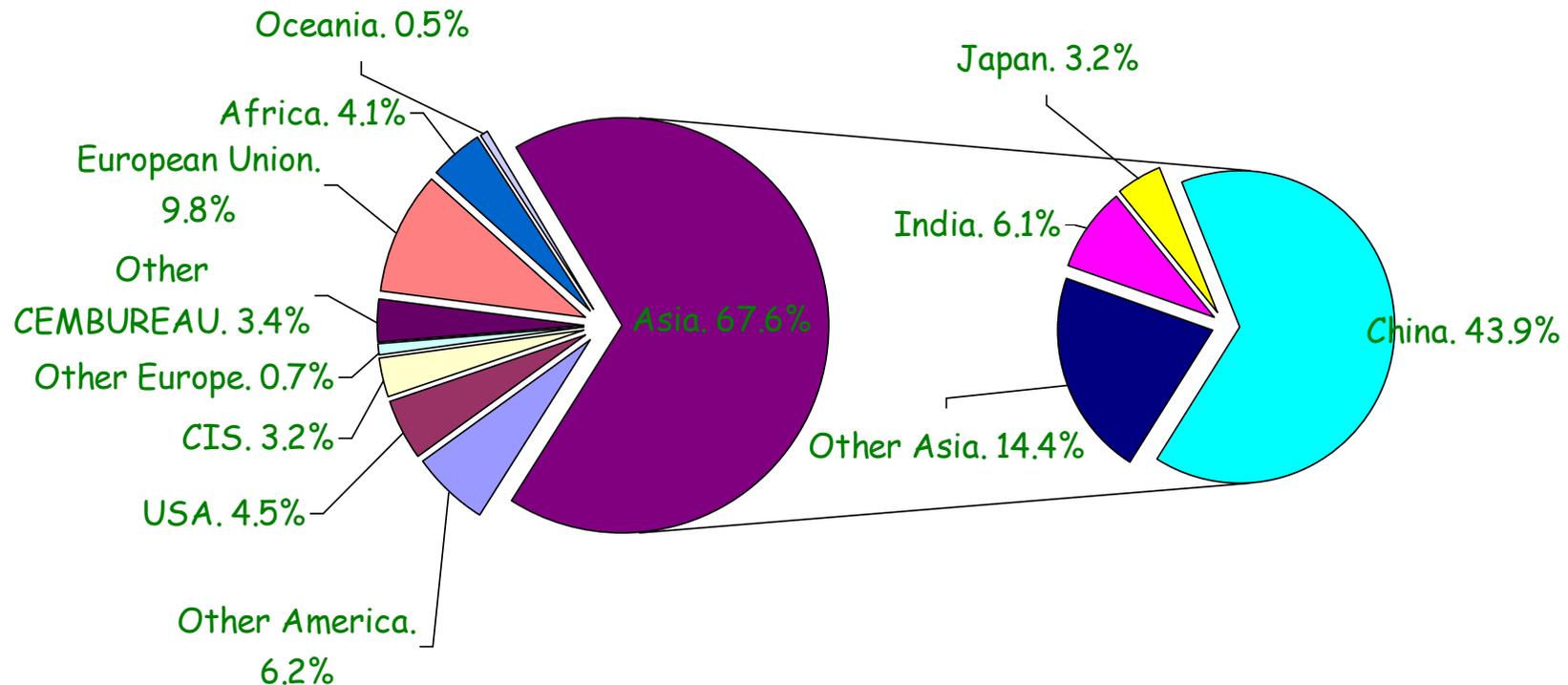
## Tabel Statistik Semen Asia tahun 1996, (ribu ton)

Negara	Korea	Jepang	Taiwan	Filipina	Thailand	Indonesia	Malaysia
<b>Kapasitas produksi</b>	56.894	97.032	24.365	11.780	33.746	24.995	10.600
<b>Produksi Semen</b>	58.716	97.900	21.600	12.084	44.676	25.045	12.700
<b>Konsumsi</b>	59.544	82.000	22.415	12.750	37.890	25.866	14.100
<b>Ekspor</b>	2.516	12.500	1.484	-	3.400	323	-
<b>Impor</b>	3.596	600	3.245	1.900	228	2.286	4.100
<b>Per Capita (Kg)</b>	1.316	653	1.170	177	620	140	684

Konsumsi per kapita rangkin terbesar di dunia adalah Korea selatan dan Taiwan Yaitu 1.316 dan 1170 kg.

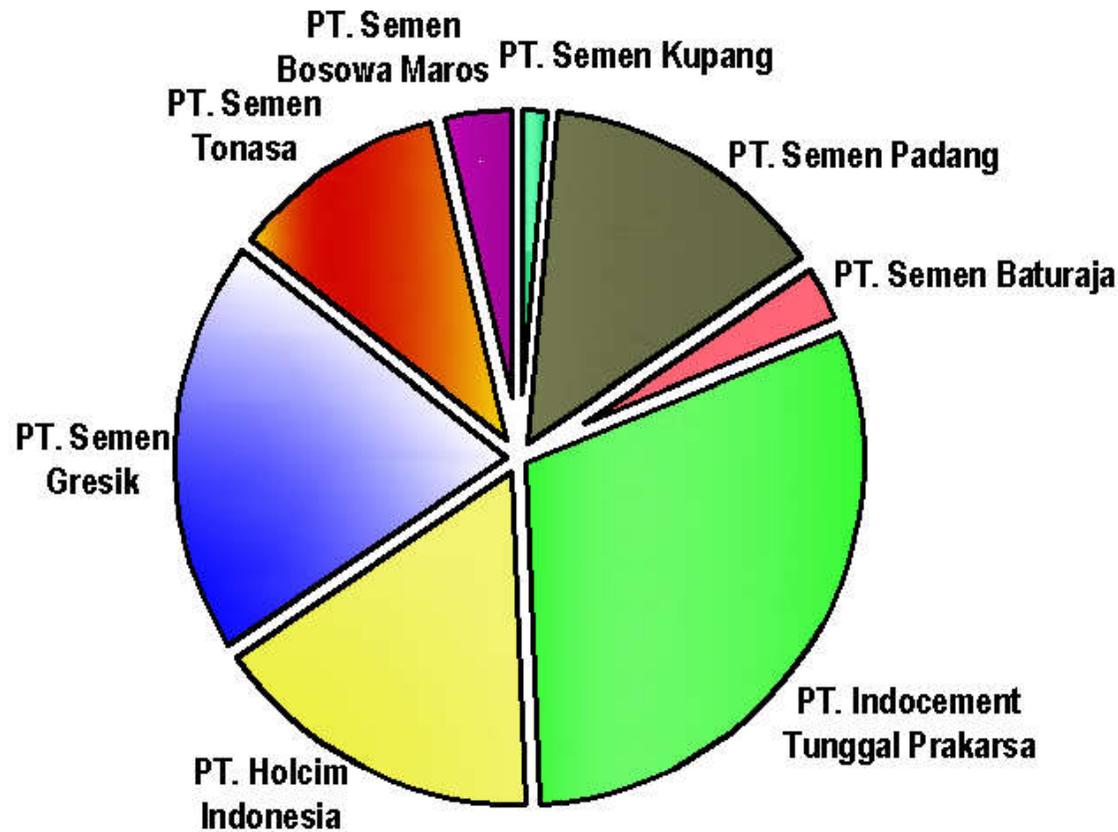
# PERSENTASE NEGARA PRODUSEN TERHADAP PRODUKSI SEMEN DUNIA TAHUN 2004

Beton adalah bahan bangunan yang paling luas dipakai di dunia. Produksi beton secara global setahunnya berkisar antara 4 milyar meter kubik, Atau kalau dikonversikan akan menjadi sekitar 1,25 milyar ton semen setahun



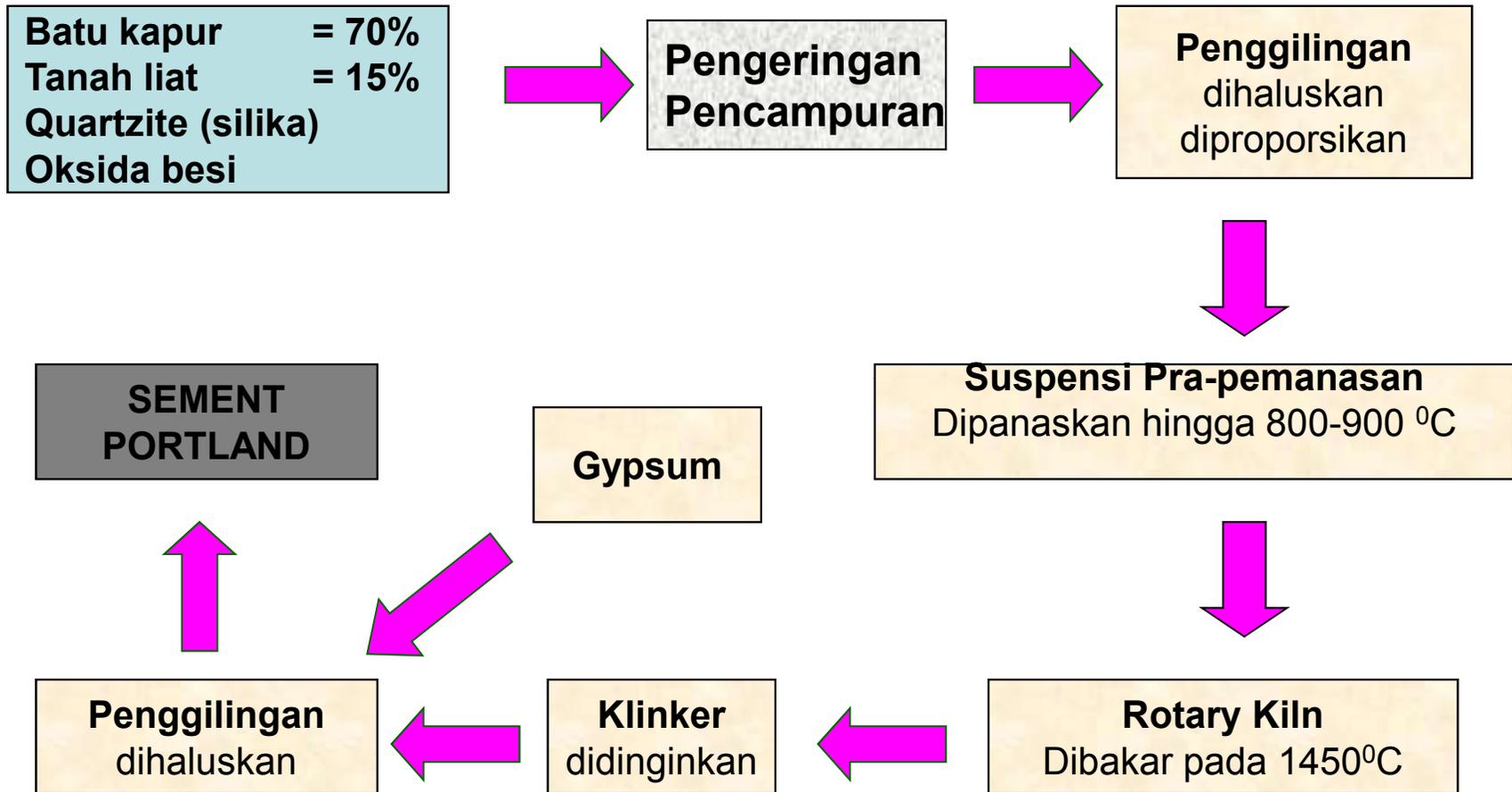
Data dari: Portland Semen Association

## Distribusi Produksi Industri Semen Indonesia Tahun 2005 yang Mencapai 33,92 Juta Ton



High-strength silica fume concrete was used to stiffen the Key Bank Tower in Cleveland, Ohio.

# PROSES PEMBUATAN SEMENT PORTLAND



## SIFAT MASING-MASING KOMPOSISI UTAMA SEMEN

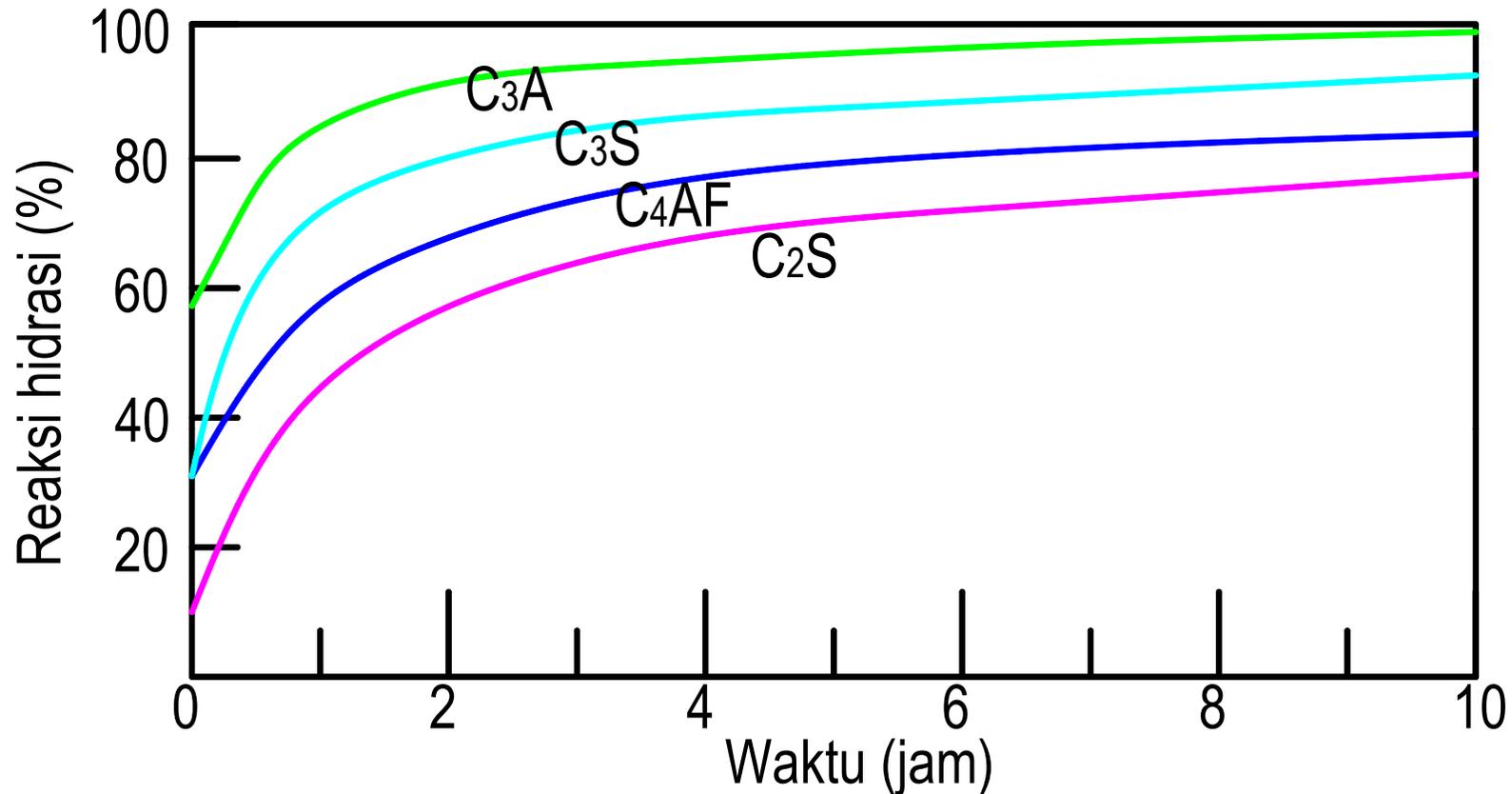
Bahan	Kecepatan hidrasi	Panas hidrasi (Joule/gram)	Andil terhadap kekuatan	Susut
$C_3S$	Cepat	503-tinggi	>> dalam 28 hari	Sedang
$C_2S$	Lambat	260-rendah	> setelah 28 hari	Sedang
$C_3A$	Sangat cepat	867-sangat tinggi	> dalam 1 hari	Besar
$C_4AF$	Cepat	419-sedang	sedikit	Kecil

$C_3S$  (alite) dan  $C_2S$  (belite) adalah senyawa yang memiliki sifat perekat.

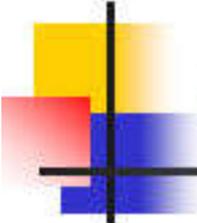
$C_3A$  adalah senyawa yang paling reaktif.

$C_4AF$  dan lainnya (dari oksida alumina dan besi) berfungsi sebagai katalisator (fluxing agents) yang menurunkan temperatur pembakaran dalam klin untuk pembentukan calcium silikat.

## KECEPATAN HIDRASI SENYAWA SEMEN



Senyawa C<sub>2</sub>S mempunyai kecepatan hidrasi yang paling lambat sehingga semen yang proporsi C<sub>2</sub>S yang tinggi sering digunakan untuk pengecoran beton masif dengan skala besar, misalnya untuk dam atau pondasi rakit.



# AIR

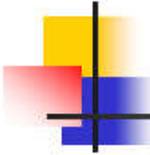
---

- Air merupakan salah satu bahan penting dalam pembuatan beton.

**Peranan air** sebagai material beton dapat **menentukan mutu** dalam campuran beton.

- Air yang dipergunakan untuk pembuatan beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam-garam. Zak organik atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton atau tulangan baja.

**Air tawar yang umumnya dapat diminum**, baik air yang telah diolah di perusahaan air minum maupun tanpa diolah dapat dipakai untuk pembuatan beton (Subakti, 1995: 50-51).



## Pencemaran Limbah Industri

---

***Air yang tercemar limbah industri*** sebelum boleh dipakai harus dianalisis kandungan pengotorannya dan diuji dengan percobaan perbandingan untuk *waktu pengikatan* dan *kekuatan* betonnya.



## Zat-zat Organik

---

- Kandungan zat-zat organik dalam dalam air dapat **mempengaruhi waktu pengikatan** semen dan **kekuatan beton**.
- Air yang *berwarna tua, yang berbau tidak sedap atau tampak adanya butir-butir lumut* perlu diragukan dan harus dilakukan **pengujian** sebelum boleh dipakai.

# BETON KARAKTERISTIK

(K)

- kekuatan tekan karakteristik ialah **kekuatan tekan**, dimana dari sejumlah besar hasil-hasil pemeriksaan benda uji, kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang dari itu terbatas sampai 5% saja
- yang diartikan dengan **kekuatan tekan** beton senantiasa ialah kekuatan tekan yang diperoleh dari pemeriksaan benda uji kubus yang bersisi 15 ( $\pm 0,06$ ) cm pada umur 28 hari

## Perbandingan Kekuatan Benda Uji

benda uji	perbandingan kekuatan tekan
kubus 15 X 15 X 15 cm	1.00 0,95
kubus 20 X 20 X 20 cm silinder 15 X 30 cm	0,83

## Kelas & Mutu beton

kelas	Mutu (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma'_{bk}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	tujuan
I	$B_0$	-	non struktural
II	$B_1$	-	struktural
	K-125	125	struktural
	K-175	175	struktural/beton bertulang
	K-225	225	struktural/beton bertulang
III	$K > 225$	$> 225$	Struktural/beton bertulang

## Pemecoran Dengan Concrete Pump (Ready Mix)



## SETTING TIME

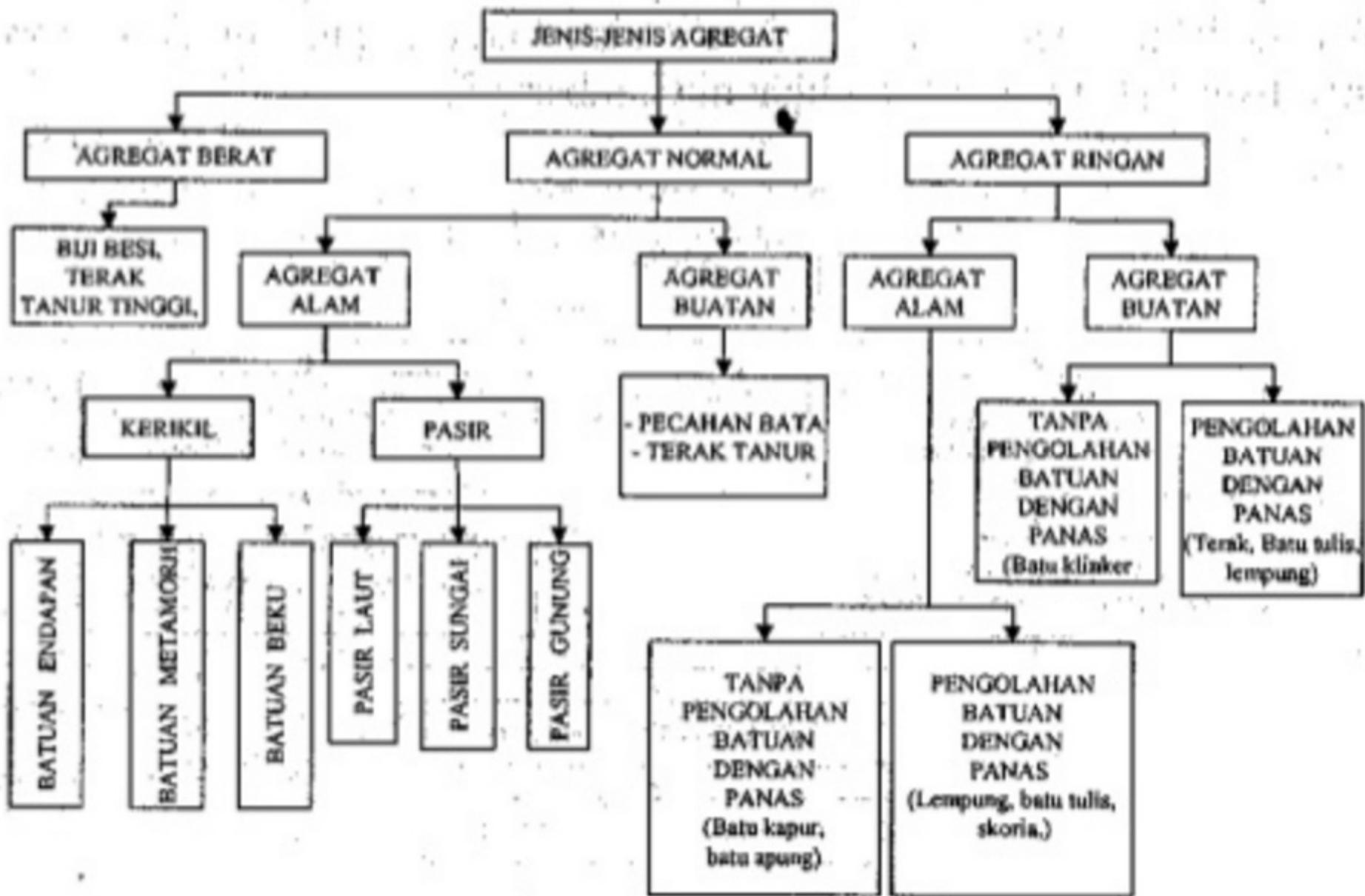
- yaitu periode yang berlangsung antara permulaan semen menjadi kaku dan saat semen itu beralih kedalam keadaan keras/padat.
- Keadaan ini dapat diartikan bahwa pasta semen telah menjadi keras, akan tetapi **'belum cukup kuat'** Setelah ini pengerasan berlangsung terus mula-mula secara cepat, kemudian lebih lambat untuk jangka waktu yang lama (Subakti, 1995: 18).

*Dalam Praktek di lapangan, pengindikasian initial setting time pada beton dilakukan dengan cara menusuk beton tersebut dengan tongkat tanpa kekuatan. Jika masih dapat ditusuk sedalam 10 cm, berarti setting time belum tercapai.*

*Tri Mulyono, 2004: 226*

## UMUR & KUAT TEKAN BETON

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90
Semen Portland biasa	0,40 1,35	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20
Semen portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55 1,20	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15



klasifikasi agregat berdasarkan sumber material

#### **4. Bahan Tambahan**

Bahan tambahan untuk beton dapat berupa bahan kimia (chemical admixtures) atau bahan mineral (mineral admixtures) yang dicampurkan kedalam adukan beton untuk memperoleh sifat-sifat khusus dari beton seperti kemudahan pengerjaan, waktu pengikatan, pengurangan air pencampur, peningkatan keawetan dan sifat lainnya.

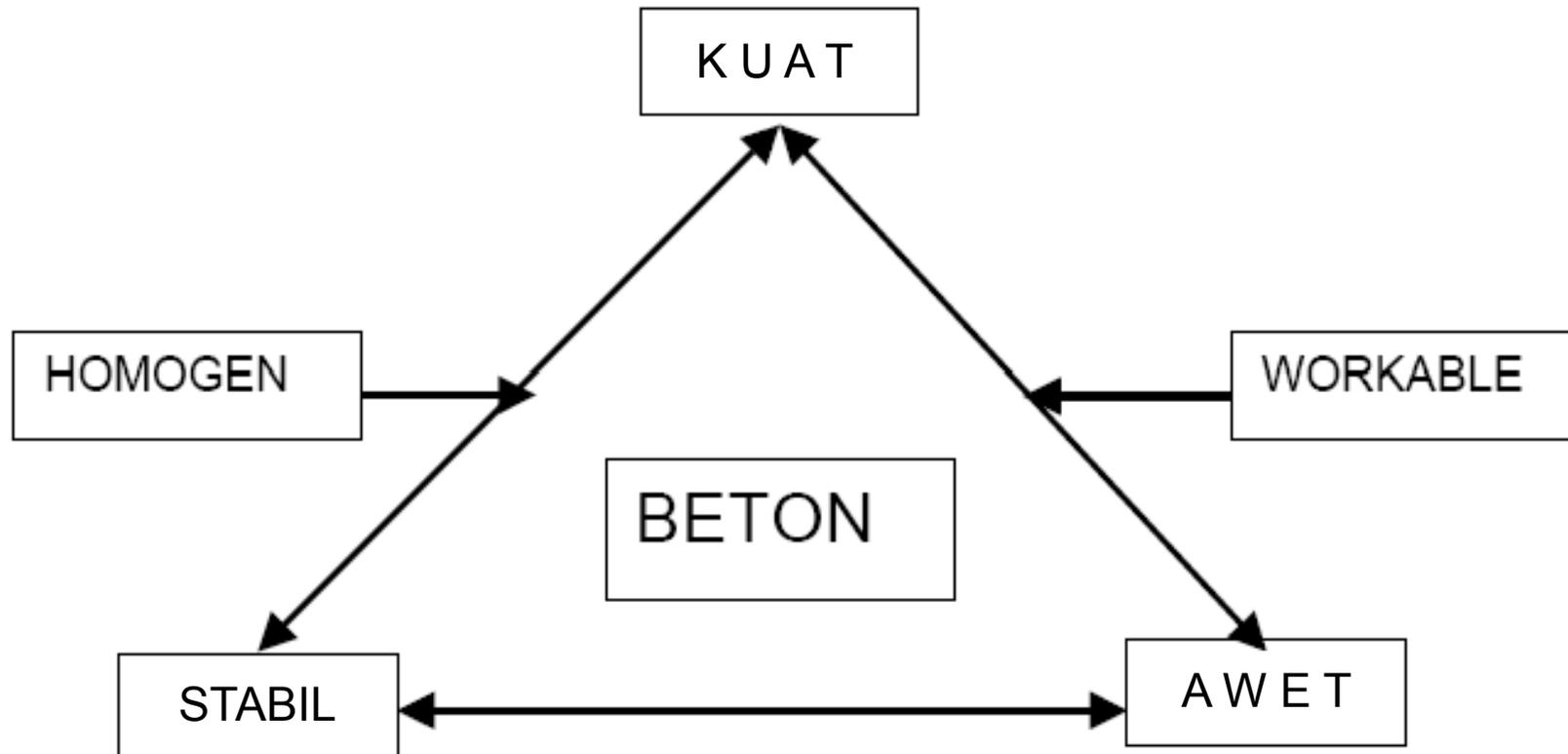
##### **Bahan tambahan kimia (Chemical Admixtures)**

Bahan kimia pembantu dapat diklasifikasikan menjadi 7 jenis, yaitu ;

- Jenis A : Untuk mengurangi jumlah air yang dipakai,
- Jenis B : Untuk memperlambat proses pengerasan,
- Jenis C : Untuk mempercepat proses pengerasan,
- Jenis D : Gabungan dari jenis A dan B.
- Jenis E : Gabungan dari jenis A dan C.
- Jenis F : Untuk mengurangi jumlah air yang dipakai s/d 12 % atau lebih,
- Jenis G : Gabungan dari jenis B dan F.

#### IV. SIFAT-SIFAT BETON

Beberapa sifat beton yang baik diantaranya harus memenuhi criteria ;



## 1. Kemudahan pengerjaan (Workabilitas)

Campuran beton yang mudah diaduk, dituangkan, disalurkan, dimampatkan dan diselesaikan dengan tanpa timbul pemisahan berarti mempunyai tingkat kemudahan pengerjaan yang baik. Sifat kemudahan pengerjaan ini dalam praktek dapat diamati dengan menguji kekentalannya atau kelecakannya dengan melakukan tes slump.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan pengerjaan beton adalah ;

- Jumlah relatif pasta dan agregat,
- Keplastisan pasta,
- Gradasi agregat,
- Bentuk dan sifat permukaan agregat,
- Suhu dan kelembaban udara,
- Dan factor lingkungan lainnya.

## 2. Homogenitas

Keseragaman dan kekompakan adukan akan mempengaruhi masa pelaksanaan pekerjaan beton, serta beton menjadi kuat, kedap air dan stabil. Bila hal tersebut tidak dapat dicapai maka adukan menjadi segregasi yang disebabkan oleh beberapa factor ;

- campuran kurus kurang semen,

- campuran basah terlalu banyak air,
- campuran kurang pasir atau filler,
- adanya besar butir maksimum yang terlalu banyak dari agregat,
- agregat kasar banyak yang berbentuk panjang dan pipih,
- transportasi dan pengecoran yang kurang baik,
- penggetaran yang terlalu lama,
- kurang kompaknya agregat gabungan sehingga menimbulkan bleeding.

### **3. Kekuatan**

Mutu dari beton dinilai dari keteguhannya yang dalam hal ini adalah kekuatan tekan pada umur 28 hari yang diperoleh dari pemeriksaan benda uji. Dengan diketahui kekuatan tekan, maka kekuatan lainnya dari beton senantiasa dapat dihitung berdasarkan rumus empiris. Kekuatan tekan dari beton terutama dipengaruhi oleh factor air semen dan derajat kekompakan adukan, karenanya dalam perencanaan proporsi campuran harus diperhatikan nilai factor air semen maksimum dan jumlah semen minimum untuk kelas beton tertentu.

#### **4. Keawetan**

Keawetan beton merupakan fungsi dari kekedapannya, semakin kedap beton akan semakin awet karena ketahanannya terhadap serangan dari luar semakin besar berhubung sukar ditembus oleh zat-zat perusak yang dapat menimbulkan korosi pada tulangan. Beton yang kurang awet dapat ditunjukkan dengan adanya noda-noda pada permukaan, timbulnya retak-retak karena pengaruh cuaca, zat kimia atau pengaruh mekanik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi keawetan beton adalah ;

- adanya garam sulfat dan khlorida
- temperatur dan kelembaban,
- tekanan dan gesekan oleh gelombang air laut,
- jenis semen dan agregat,
- interaksi air-semen,
- kadar pori-pori dan derajat kekompakan.

#### **5. Kekekalan bentuk (stabilitas)**

Yang dimaksud dengan kekekalan bentuk disini adalah kestabilan bentuk dan ukuran selama masa perawatan dan pemakaian beton. Perubahan bentuk beton disebabkan oleh adanya perubahan volume pada keadaan tanpa beban yang disebabkan oleh adanya penyusutan, kontraksi karena panas dan pengembangan. Sedangkan perubahan bentuk karena pembebanan akan menimbulkan regangan dan rangkai dan biasanya melalui proses yang cukup panjang, dan selanjutnya akan menyebabkan defleksi dan retak pada bagian-bagian tertentu.

## 6. Hal-hal yang mempengaruhi mutu beton

Beberapa factor yang dapat mempengaruhi mutu beton antara lain;

- mutu bahan,
- proporsi campuran,
- cara penakaran bahan,
- cara pencampuran,
- cara pengangkutan,
- cara pengecoran dan pemadatan,
- cara penyelesaian akhir dan cara perawatan.

Secara diagramatis dapat diilustrasikan sebagai berikut;

