

TEKNOLOGI BAHAN BETON

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

MATERI 1



REFERENSI

- ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS. 1994. **CONCRETE AND AGGREGATES**, AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL, PHILADELPHIA.
- NEVILLE, A.M. AND BROOK, J.J. 1987. **CONCRETE TECHNOLOGY**. LONGMAN SCIENTIFIC & TECHNICAL, LONDON.
- POPOVICS, S. 1982. **FUNDAMENTAL OF PORTLAND CEMENT CONCRETE**, JOHN WILEY & SONS, NEW YORK.
- TJOKRODIMULJO, K., **TEKNOLOGI BETON**, BIRO PENERBIT TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS GADJAH MADA, YOGYAKARTA, 2007
- NUGRAHA, P., ANTONI, **TEKNOLOGI BETON DARI MATERIAL, PEMBUATAN KE BETON KINERJA TINGGI**, PENERBIT ANDI, YOGYAKARTA, 2007
- ALLEN, E., **DASAR-DASAR KONSTRUKSI BANGUNAN, BAHAN-BAHAN DAN METODENYA**, PENERBIT ERLANGGA, JAKARTA, 2002
- AJI, P., PURWONO, R., **PENGENDALIAN MUTU BETON, SESUAI SNI, ACI DAN ASTM**, PENERBIT UB PRESS, MALANG, 2017
- AJI, P., PURWONO, R., **PEMILIHAN PROPORSI CAMPURAN BETON, CONCRETE MIX DESIGN**, PENERBIT UB PRESS, MALANG, 2015

APLIKASI BAHAN BANGUNAN BETON



DEFINISI

BETON

Campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat.

Bahan berbutir, pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama media pengikat (semen dan air) untuk membentuk beton

AGREGAT

AGREGAT KASAR

Bahan berbutir, bila partikel agregat ukurannya lebih besar dari 4,75 mm (ayakan No. 4)

Bahan berbutir, bila partikel agregat ukurannya lebih kecil dari 4,75 mm (ayakan No. 4) tetapi lebih besar dari 0,75 mm (ayakan No. 200)

AGREGAT HALUS

SEMEN

Bahan berbutir halus hasil gilingan, yang bukan merupakan pengikat, tapi menjadi bersifat pengikat sebagai hasil hidrasi (reaksi kimia antara semen dengan air)

MATERIAL PENYUSUN BETON



SEMEN



SPLIT/BATU PECAH



PASIR



AIR



PENCAMPURAN BETON

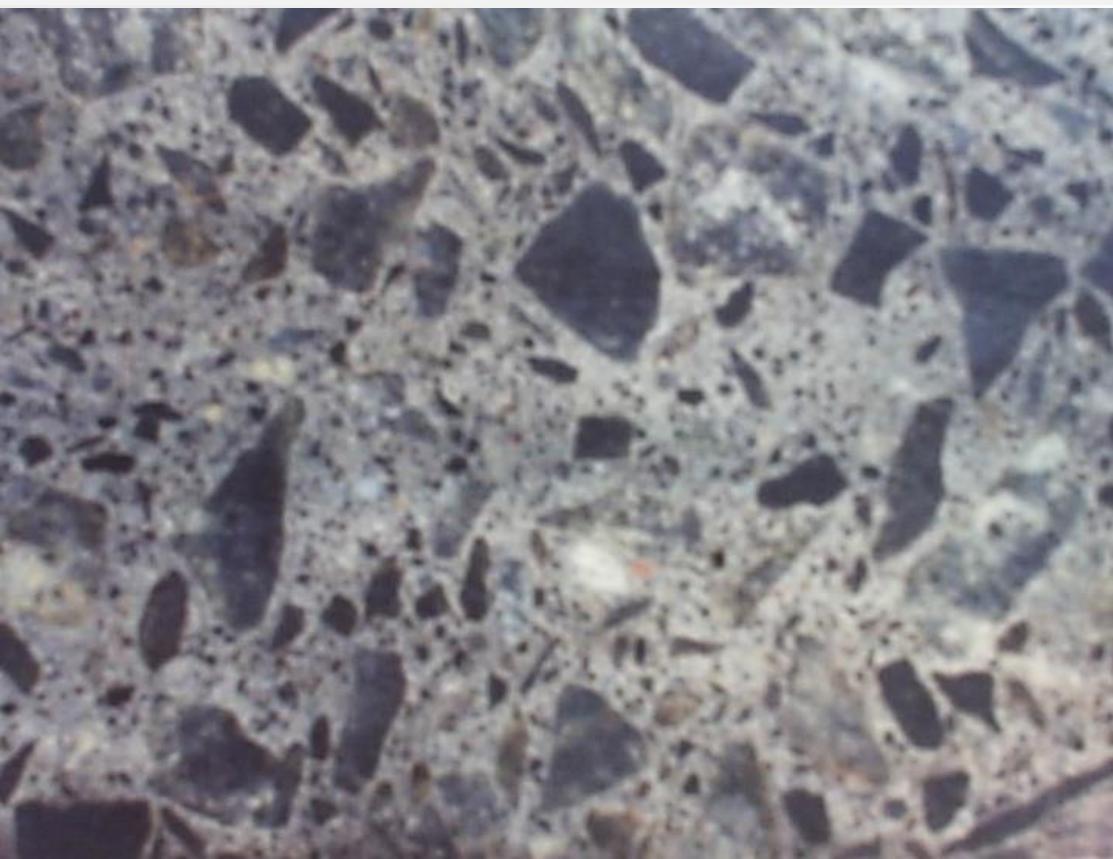


BETON



DEFINISI BETON

Campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat.



Komposisi :

Agregat kasar dan halus $\pm 68\%$

Semen $\pm 11\%$

Air $\pm 17\%$

Udara $\pm 4\%$



APLIKASI/PENGGUNAAN SEMEN



+



= Pasta

Air



+



Pasir

+



Air

= Mortar



+



Pasir

+



Kerikil

+



Air

= Beton

KOMPONEN-KOMPONEN PENTING DALAM TEKNOLOGI BETON

PASTA

Campuran antara semen portland atau semen hidraulik dengan air. Digunakan untuk pekerjaan acian tembok ataupun lantai. Juga digunakan sebagai material grouting.

Campuran antara semen portland atau semen hidraulik, air dan agregat halus (pasir). Digunakan untuk pekerjaan pasangan bata, pasangan lantai (keramik), plesteran dinding dan pekerjaan relief.

MORTAR

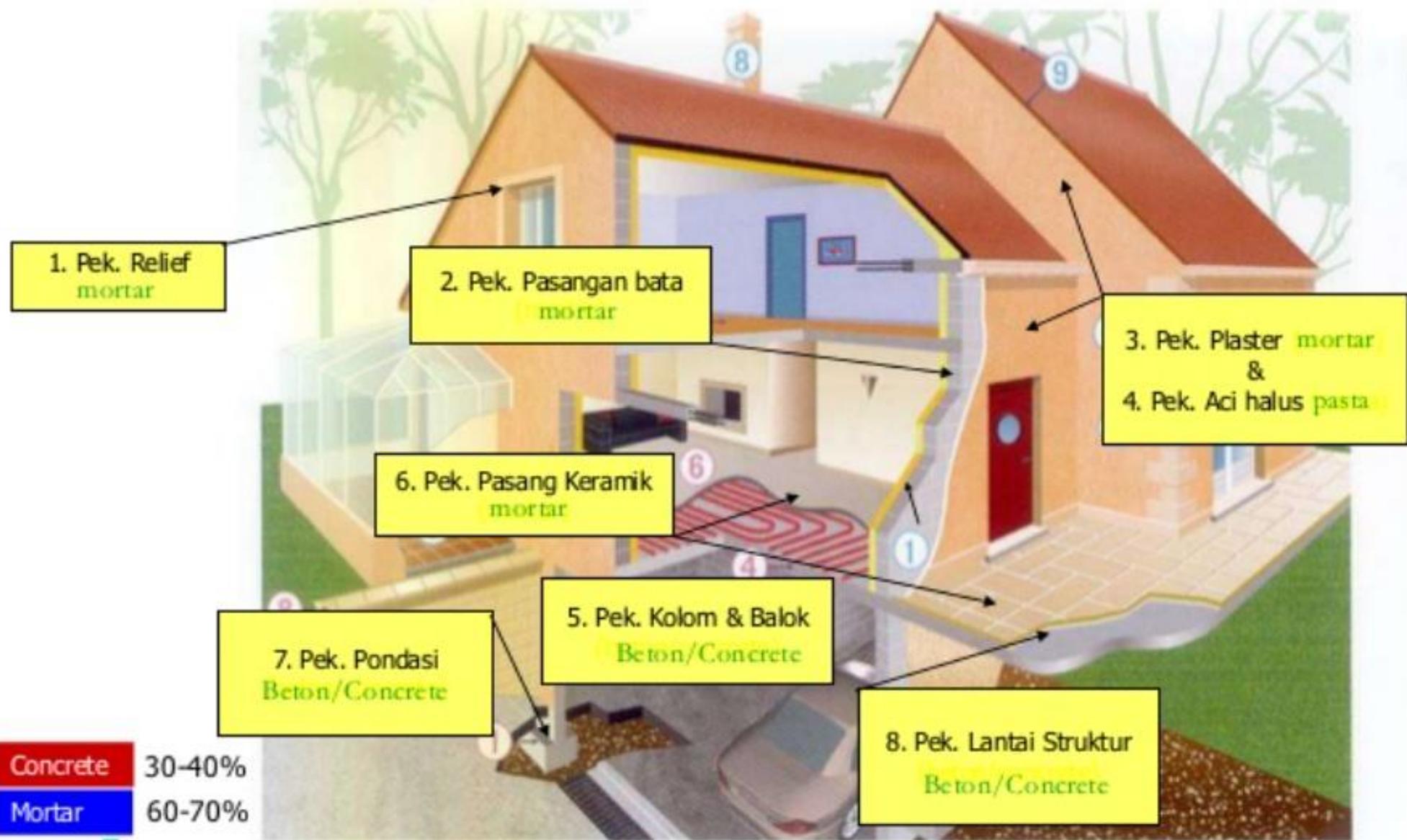
BETON

Campuran antara semen portland atau semen hidraulik, air, agregat halus (pasir) dan agregat kasar. Untuk beberapa keperluan khusus ditambahkan *admixture* (bahan tambah). Beton saja digunakan untuk membuat lantai kerja. Bila ditambahkan baja tulangan, menjadi beton bertulang, yang dipergunakan untuk struktur pondasi, sloof, balok, kolom dan pelat lantai.

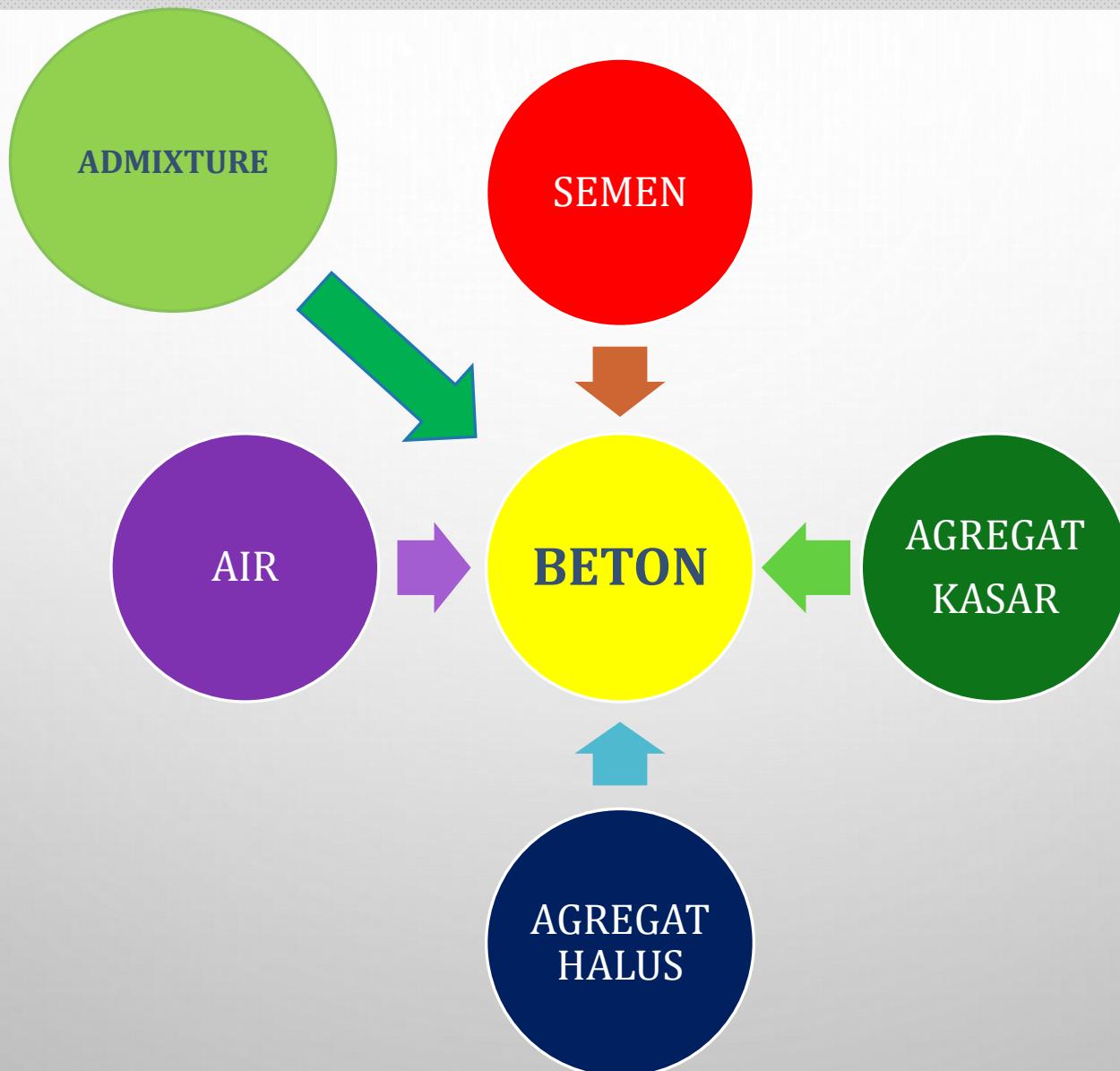
Merupakan bahan komposit antara beton dan baja tulangan menjadi struktur beton bertulang yang dipergunakan untuk struktur pondasi, sloof, balok, kolom dan pelat lantai.

BETON BERTULANG

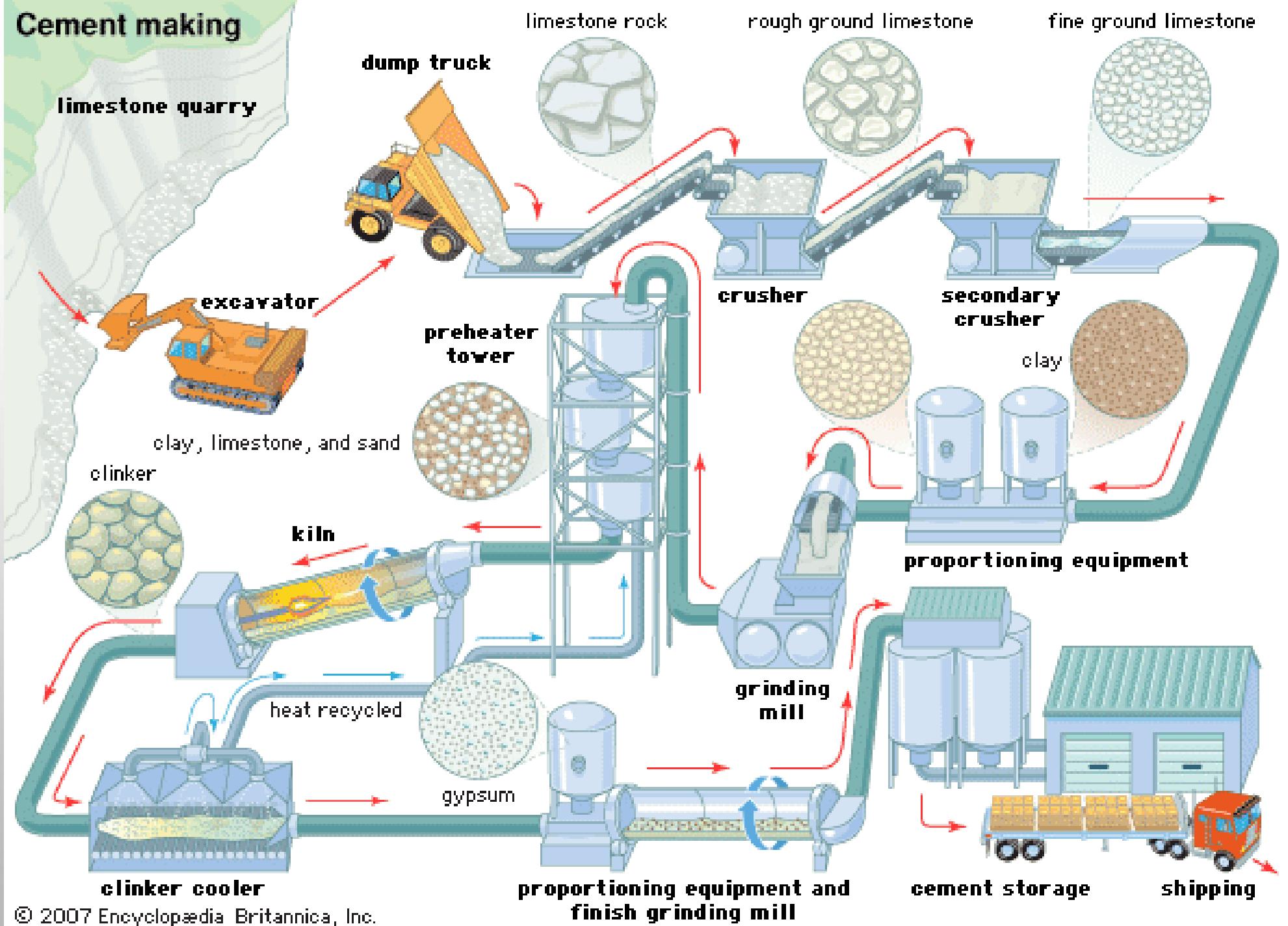
APLIKASI SEMEN DALAM BANGUNAN



MATERIAL PENYUSUN BETON



SEMEN

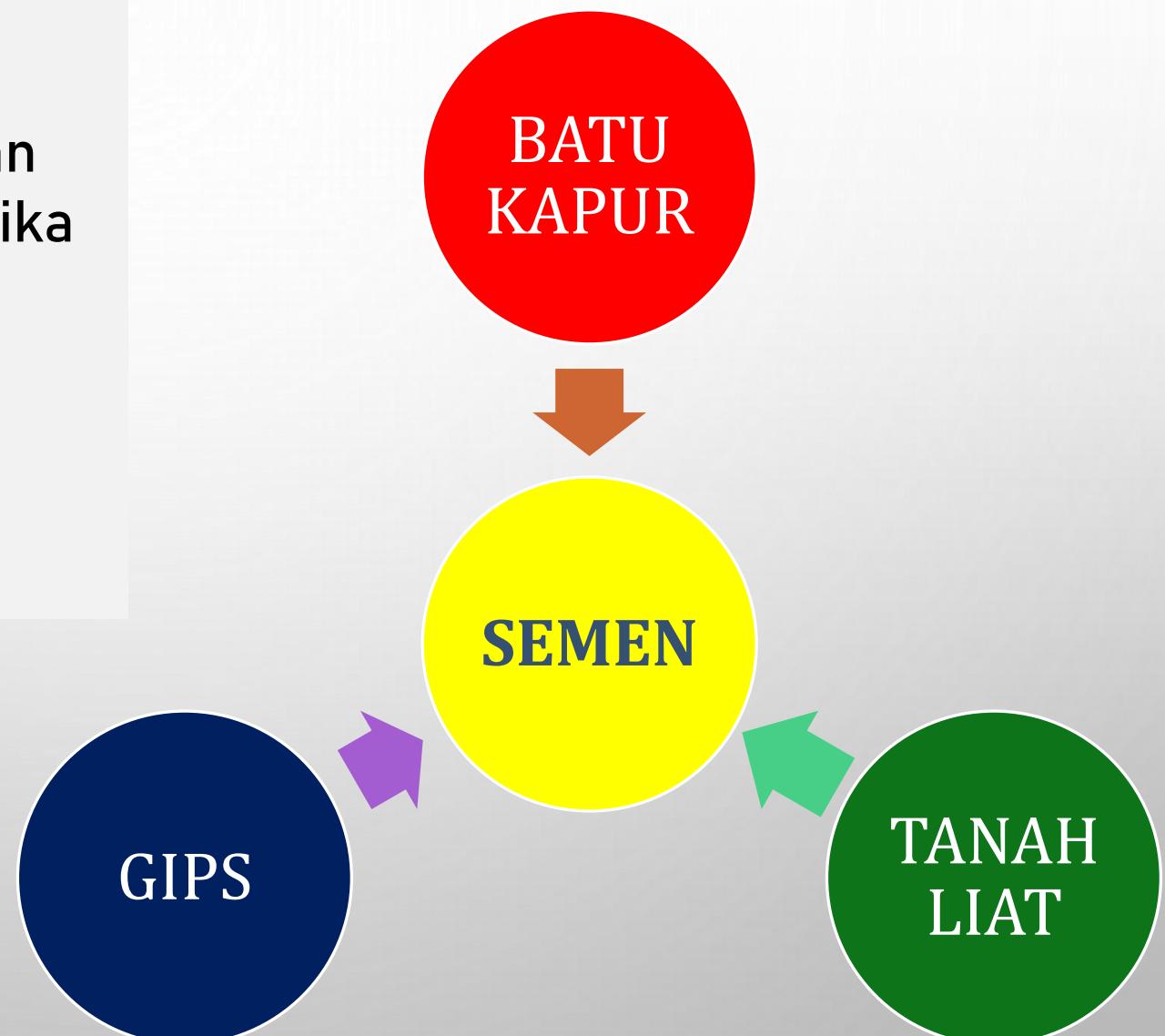


MATERIAL PENYUSUN SEMEN

Portland Cement (1824 di Inggris)

Bahan dasar :

- batu kapur (mengandung CaO) dan
- tanah liat (mengandung SiO₂ - silika dan Al₂O₃ - alumina)
- bahan tersebut dicampur + gips CaSO₄ – kalsium sulfat sebagai pengontrol waktu ikat semen, dibakar, didinginkan

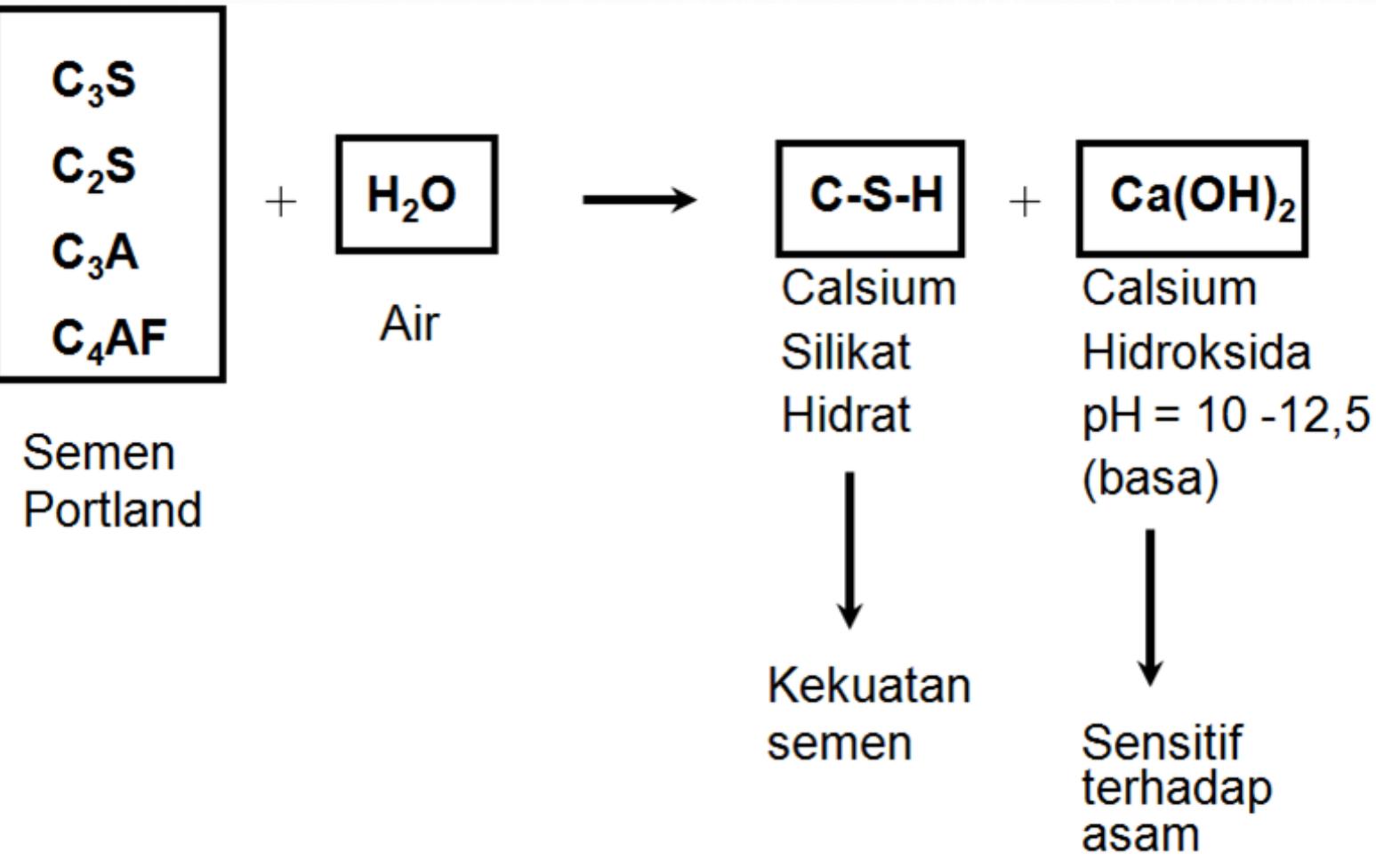


4 UNSUR PENTING DALAM SEMEN



- Trikalsium silikat (C_3S) atau $3CaO \cdot SiO_2$
- Dikalsium silikat (C_2S) atau $2CaO \cdot SiO_2$
- Trikalsium aluminat (C_3A) atau $3CaO \cdot Al_2O_3$
- Tetrakalsium aluminofeit (CAF) atau $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$

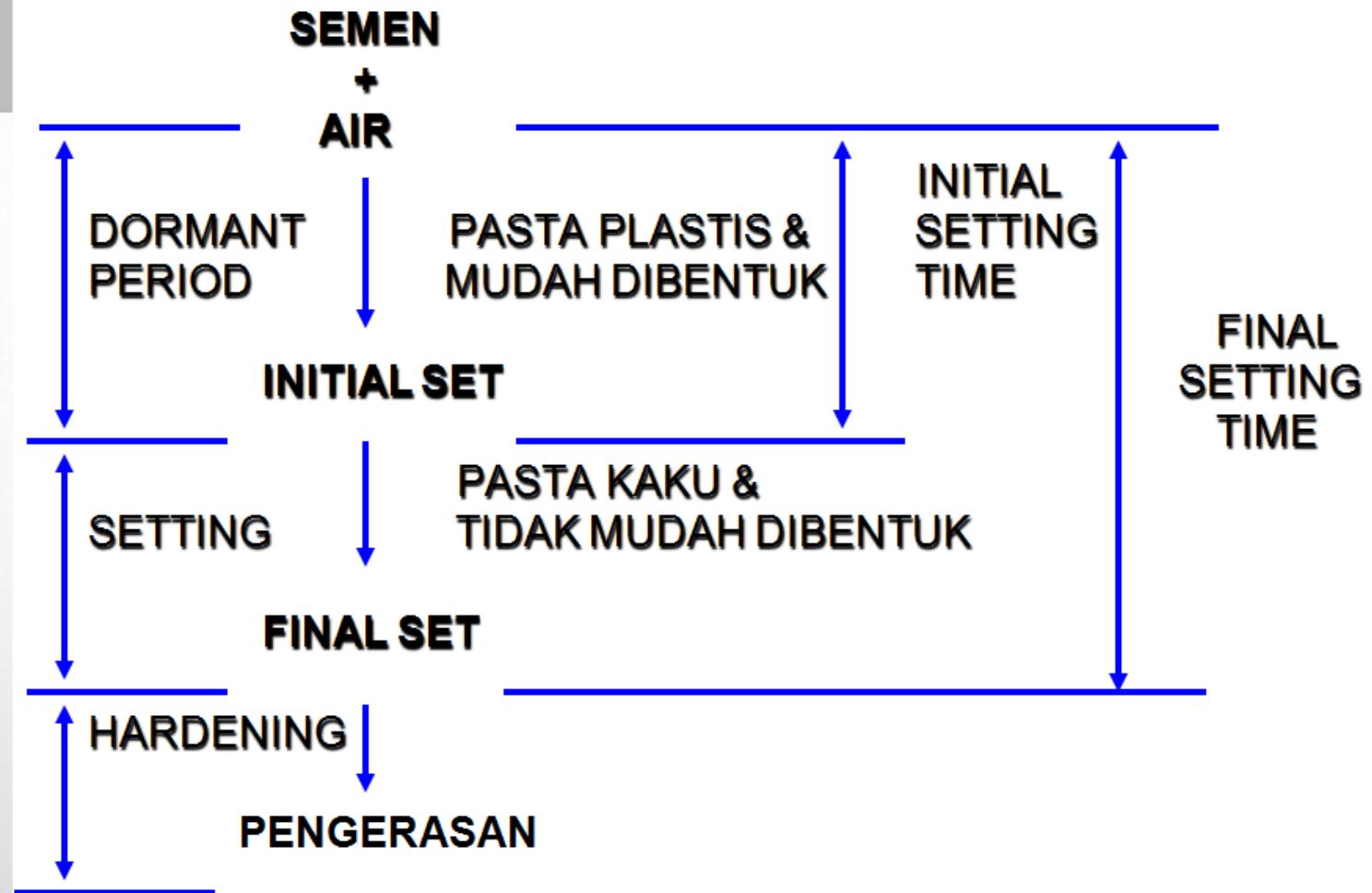
REAKSI HIDRASI SEMEN



Hidrasi semen Portland adalah proses terbentuknya **padatan keras** akibat reaksi kimia antara senyawa trikalsium silikat (C_3S), dikalsium silikat (C_2S), trikalsium alumant (C_3A), tetrakalsium aluminofosfat (C_4AF), dan gips dalam semen Portland dengan air (H_2O).

Kalsium silikat hidrat bersifat tidak larut dalam air
Calsium hidroksida bersifat larut dalam air

ISTILAH-ISTILAH



- PROSES HIDRASI
- WAKTU IKAT SEMEN
 - WAKTU IKAT AWAL (INITIAL SETTING TIME) (< 60 MENIT)
 - WAKTU IKAT (FINAL SETTING TIME)(< 8 JAM)

JENIS SEMEN PORTLAND

(ASTM-AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) ATAU (SNI 15-2049-2004)

Tipe 1	Jenis yang umum digunakan (tidak perlu persyaratan khusus).
Tipe 2	Untuk penggunaan yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Senyawa C3A dikurangi. Contoh aplikasi : bangunan lepas pantai, pondasi yang terkotaminasi sulfat, bangunan di daerah rawa, saluran air limbah
Tipe 3	Untuk penggunaan yang mensyaratkan kekuatan awal yang tinggi (dalam 24 jam, kuat tekan 2x dari semen tipe 1, tetapi panas hidrasi lebih tinggi) Kuat tekan pada umur 3 hari = kuat tekan 7 hari dengan semen tipe 1. Untuk mempercepat proses hidrasi, semen dibuat lebih halus dengan specific surface < 2800 cm ³ /gr, C3S diperbanyak, C2S dikurangi. Penggunaan semen ini : Pembuatan beton pracetak, bangunan yang membutuhkan pembongkaran bekisting lebih cepat, perbaikan <i>pavement</i> (beton).

JENIS SEMEN PORTLAND

(ASTM-AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS) ATAU (SNI 15-2049-2004)

Tipe 4	<p>Untuk penggunaan yang menuntut persyaratan panas hidrasi rendah → mencegah retak pada beton.</p> <p>Pengcoran beton massa.</p> <p>Sehingga senyawa C3A dan C2A dikurangi.</p> <p>Kuat tekan lebih rendah dari semen tipe 1.</p> <p>Aplikasi: konstruksi dam, basement, pembetonan pada daerah cuaca panas.</p>
Tipe 5	Hampir sama dengan semen Tipe 2, dengan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat.

PORLAND POZZOLAN CEMENT (PPC)

(SESUAI SNI 15-7064-2004)

Suatu bahan pengikat hidrolis, yang dibuat dengan menggiling bersama-sama terak semen portland dan bahan yang mempunyai sifat pozolan, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dan bubuk bahan yang mempunyai sifat pozolan.

Selama penggilingan atau pencampuran dapat ditambahkan bahan-bahan lain asal tidak mengakibatkan penurunan mutu.

Kegunaan PPC diantaranya adalah sebagai konstruksi beton massa, konstruksi di tepi pantai dan tanah rawa yang harus memiliki ketahanan terhadap sulfat, tahan hidrasi panas sedang, pekerjaan pasangan dan plesteran.

PORLAND COMPOSITE CEMENT (PCC)

(SESUAI SNI 15-7064-2004)

Bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain.

Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (blast furnace slag), pozolan, senyawa silikat, batukapur, dengan kadar total bahan anorganik 6%-35% dari massa semen portland komposit.

Kegunaan PCC ini secara luas adalah bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pra cetak, beton pra tekan, paving block, plesteran dan acian, dan sebagainya.

BAHAN TAMBAH (ADMIXTURE)

TUJUAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAH (ADMIXTURES)

(SESUAI SNI 2847 DAN ASTM C494)

Tujuan utama penambahan *admixture* adalah untuk **memodifikasi karakteristik beton** dengan tujuan :

1. Memperbaiki *workability* beton.
2. Mengatur faktor air semen pada beton segar.
3. Mengurangi penggunaan semen
4. Mencegah terjadinya segregasi dan bleeding
5. Mengatur waktu pengikatan adukan beton
6. Meningkatkan kekuatan beton keras.
7. Meningkatkan sifat kedap air pada beton keras.
8. Meningkatkan sifat tahan lama pada beton keras termasuk tahan terhadap zat-zat kimia, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya.

BAHAN TAMBAH (ADMIXTURES)

(SESUAI SNI 2847 DAN ASTM C494)

Tipe A WATER REDUCING ADMIXTURE (WRA)	Reduksi air
Tipe B RETARDING ADMIXTURE	Menghambat hidrasi (<i>retarding</i>)
Tipe C ACCELERATING ADMIXTURES	Mempercepat hidrasi
Tipe D WATER REDUCING AND RETARDING ADMIXTURE	Reduksi air dan <i>retarding</i>
Tipe E WATER REDUCING AND ACCELERATING ADMIXTURE	Reduksi air dan mempercepat hidrasi
Tipe F WATER REDUCING, HIGH RANGE ADMIXTURE	Reduksi air dan <i>high range</i>
Tipe G WATER REDUCING, HIGH RANGE RETARDING ADMIXTURES	Reduksi air, <i>high range</i> dan <i>retarding</i>

BAHAN TAMBAH (ADMIXTURES)

(SESUAI SNI 2847 DAN ASTM C494)

Tipe A
WATER REDUCING
ADMIXTURE
(WRA)

Berfungsi untuk mengurangi penggunaan air untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

Manfaat penggunaan admixture tipe ini :

1. Hanya menambah/meningkatkan *workability*

Dengan menambahkan WRA ke dalam beton maka dengan fas (kadar air dan semen) yang sama akan didapatkan beton dengan nilai slump yang lebih tinggi. Dengan slump yang lebih tinggi, maka beton segar akan lebih mudah dituang, diaduk dan dipadatkan. Karena jumlah semen dan air tidak dikurangi dan workability meningkat maka akan diperoleh kekuatan tekan beton keras yang lebih besar dibandingkan beton tanpa WRA.

2. Menambah kekuatan tekan beton

Dengan mengurangi/memperkecil fas (jumlah air dikurangi, jumlah semen tetap) dan menambahkan WRA pada beton segar akan diperoleh beton dengan kekuatan yang lebih tinggi.

3. Mengurangi biaya (ekonomis).

Dengan menambahkan WRA dan mengurangi jumlah semen serta air, maka akan diperoleh beton yang memiliki *workability* sama dengan beton tanpa WRA dan kekuatan tekannya juga sama dengan beton tanpa WRA.

Dengan demikian beton lebih ekonomis karena dengan kekuatan yang sama dibutuhkan jumlah semen yang lebih sedikit.

BAHAN TAMBAH (ADMIXTURES)

(SESUAI SNI 2847 DAN ASTM C494)

Tipe B RETARDING ADMIXTURE	Bahan tambah yang berfungsi untuk memperlambat proses waktu pengikatan beton. Biasanya digunakan pada saat kondisi cuaca panas, memperpanjang waktu untuk pemanasan, pengangkutan dan pengecoran.
Tipe C ACCELERATING ADMIXTURES	Jenis bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat proses pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Bahan ini digunakan untuk memperpendek waktu pengikatan semen sehingga mempercepat pencapaian kekuatan beton. Yang termasuk jenis accelerator adalah : kalsium klorida, bromide, karbonat dan silikat. Pada daerah-daerah yang menyebabkan korosi tinggi tidak dianjurkan menggunakan accelerator jenis kalsium klorida. Dosis maksimum yang dapat ditambahkan pada beton adalah sebesar 2 % dari berat semen.
Tipe D WATER REDUCING AND RETARDING ADMIXTURE	Jenis bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi jumlah air pengaduk yang diperlukan pada beton tetapi tetap memperoleh adukan dengan konsistensi tertentu sekaligus memperlambat proses pengikatan awal dan pengerasan beton. Dengan menambahkan bahan ini ke dalam beton, maka jumlah semen dapat dikurangi sebanding dengan jumlah air yang dikurangi. Bahan ini berbentuk cair sehingga dalam perencanaan jumlah air pengaduk beton, maka berat admixture ini harus ditambahkan sebagai berat air total pada beton.

BAHAN TAMBAH (ADMIXTURES)

(SESUAI SNI 2847 DAN ASTM C494)

Tipe E
WATER REDUCING
AND ACCELERATING
ADMIXTURE

Jenis bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu untuk mengurangi jumlah air pengaduk yang diperlukan pada beton tetapi tetap memperoleh adukan dengan konsistensi tertentu sekaligus mempercepat proses pengikatan awal dan pengerasan beton. Beton yang ditambah dengan bahan tambah jenis ini akan dihasilkan beton dengan waktu pengikatan yang cepat serta kadar air yang rendah tetapi tetap workable. Dengan menggunakan bahan ini diinginkan beton yang mempunyai kuat tekan tinggi dengan waktu pengikatan yang lebih cepat (beton mempunyai kekuatan awal yang tinggi).

Tipe F
WATER REDUCING,
HIGH RANGE
ADMIXTURE

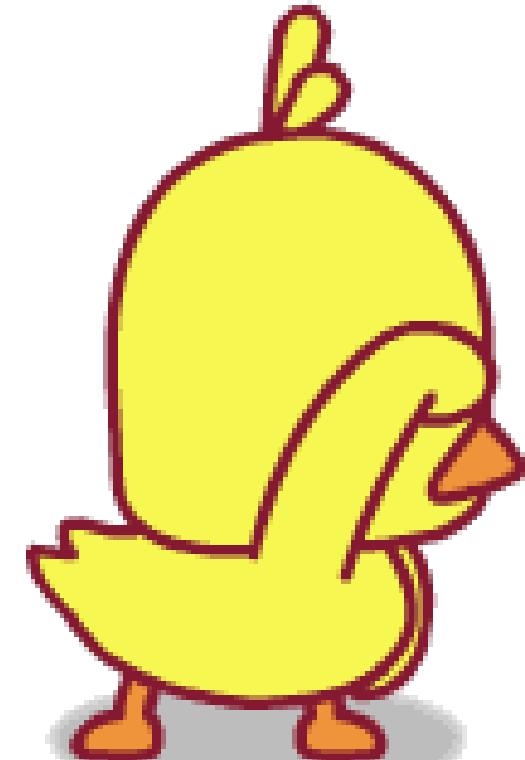
Jenis bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12 % atau lebih. Penambahan admixture ini mengurangi air dalam jumlah yang cukup tinggi sehingga diharapkan kekuatan beton yang dihasilkan tinggi dengan jumlah air sedikit, tetapi tingkat kemudahan pekerjaan (workability beton) juga lebih tinggi. Bahan tambah jenis ini berupa superplasticizer. Yang termasuk jenis superplasticizer adalah : kondensi sulfonat melamine formaldehyde dengan kandungan klorida sebesar 0,005 %, sulfonat nafthalin formaldehyde, modifikasi lignosulphonat tanpa kandungan klorida. Jenis bahan ini dapat mengurangi jumlah air pada campuran beton dan meningkatkan slump beton sampai 208 mm. Dosis yang dianjurkan adalah 1 % - 2 % dari berat semen.

BAHAN TAMBAH (ADMIXTURES)

(SESUAI SNI 2847 DAN ASTM C494)

Tipe G
WATER REDUCING,
HIGH RANGE
RETARDING
ADMIXTURES

Jenis bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12 % atau lebih sekaligus menghambat pengikatan dan pengerasan beton. Bahan ini merupakan gabungan superplasticizer dengan memperlambat waktu ikat beton. Digunakan apabila pekerjaan sempit karena keterbatasan sumberdaya dan ruang kerja.



BAHAN TAMBAH (*ADMIXTURES*)

- ADALAH MATERIAL YANG DITAMBAHKAN DALAM CAMPURAN BETON SELAIN SEMEN, AGREGAT DAN AIR.
- MAKSUDNYA PEMBERIAN BAHAN TAMBAH BETON ADALAH UNTUK MENGHASILKAN BETON YANG LEBIH BAIK DARI SEGI PENGERJAAN, MUTU, DAN KEEKONOMISAN.

ACCELERATING ADMIXTURES

- UNTUK MEMPERCEPAT PERTUMBUHAN KUAT TEKAN BETON, MEREDUKSI WAKTU PENGIKATAN BETON.
- MENGANDUNG KALSIUM KLORIDA, BROMIDA, KARBONAT, SILIKA, DLL.
- DOSIS MAX = 1% DARI BERAT SEMEN.



AIR-ENTRAINING ADMIXTURES

- BAHAN TAMBAH PEMBENTUK GELEMBUNG UDARA (DIAMETER 1MM) PADA CAMPURAN BETON/ MORTAR.
- BENTUK BAHAN TAMBAH : CAIR, SERPIHAN ATAU SEMI PADAT.
- MENINGKATKAN WORKABILITY
- MENINGKATKAN KETAHANAN TERHADAP ES (*FROST ACTION*).



WATER REDUCING ADMIXTURES

- UNTUK MENURUNKAN RASIO AIR-SEMEN,
TERUTAMA UNTUK BETON MUTU TINGGI,
MENINGKATKAN WORKABILITY.
- BENTUK : CAIR.
- DOSIS : 1 -2% BERAT SEMEN.



SET RETARDING ADMIXTURE

- UNTUK MEMPERLAMBAT WAKTU PENGERASAN BETON.
- BENTUK : CAIR.
- DOSIS : 1 -2% BERAT SEMEN.



HIGH RANGE WATER REDUCER

- SUPERPLASTICIZER.
- MENGURANGI JUMLAH AIR CUKUP BANYAK DENGAN TINGKAT WORKABILITY YANG BAIK.
- BENTUK : CAIR.
- DOSIS : 1-2% BERAT SEMEN.



BAHAN TAMBAH (POZZOLAN)

- ADALAH BAHAN ALAM ATAU BUATAN YANG SEBAGIAN BESAR TERDIRI DARI UNSUR SILIKA DAN ALUMINA.
- DALAMA KEADAAN HALUS (LOLOS AYAKAN 0,21 MM) BEREAKSI DENGAN AIR MENJADI SUATU MASSA PADAT YANG TIDAK LARUT DALAM AIR.
- BAHAN TAMBAH UNTUK MENGGANTIKAN SEBAGIAN JUMLAH SEMEN (10-23% BERAT SEMEN).
- JENIS YANG BISA DIPAKAI: FLY ASH DAN SILICA FUME.



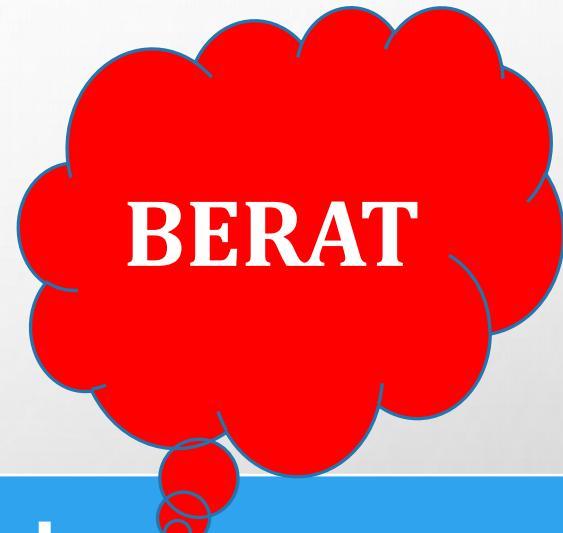
KELEBIHAN MATERIAL BETON

1. Harga relatif murah karena menggunakan bahan lokal.
2. Mempunyai kekuatan tekan yang tinggi.
3. Adukan beton mudah diangkut dan dicetak dalam bentuk yang diinginkan.
4. Kuat tekan beton jika dikombinasikan dengan baja akan mampu untuk memikul beban yang berat.
5. Dalam pelaksanaannya adukan beton dapat disemprotkan atau dipompakan ke tempat tertentu yang cukup sulit.
6. Biaya perawatan yang cukup rendah.

KEKURANGAN MATERIAL BETON

1. Kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak, dengan demikian perlu diberi baja tulangan.
2. Berat sendiri konstruksi besar.
3. Adukan beton menyusut saat pengeringan sehingga perlu dibuat *expansion joint* untuk struktur yang panjang.
4. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna.
5. Beton bersifat getas (tidak daktail).
6. Menimbulkan kerusakan lingkungan, karena material penyusunnya merupakan material tak terbarukan.

JENIS BETON

Jenis Beton	Kuat tekan	
Beton mutu rendah	< 20 MPa	
Beton mutu normal	21 - 40 MPa	
Beton mutu tinggi	> 41 MPa	
MUTU	Berat	
Beton Ringan	$\leq 1900 \text{ kg/m}^3$	
Beton Normal	$2200 - 2400 \text{ kg/m}^3$	
Beton Berat	$> 2500 \text{ kg/m}^3$	

