



---

BAB II  
TINJAUAN PUSTAKA

## II.1 Uraian Proses

### II.1.1 Bahan Baku

Bahan baku pembuatan semen yaitu :

1. Batu Kapur

Susunan batu-batuan yang mengandung 50%  $\text{CaCO}_3$ . Lebih sering disebut Lime Stone.

2. Tanah Liat (Clay)

Tanah liat mempunyai rumus kimia  $2\text{SiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (kaolinite).

Bahan Korektif Pembuatan Semen :

1. Pasir besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) atau Copper Slag ( $\text{Fe} \cdot \text{SiO}_3 \cdot \text{CaFe} \cdot \text{CuO}$ )

2. Pasir silika ( $\text{SiO}_2$ )

3. Limestone high grade ( $\text{CaCO}_3$ )

### II.1.3 Komposisi Semen

1. Tricalcium silicate ( $\text{C}_3\text{S}$ )

$\text{C}_3\text{S}$  terbentuk pada suhu di atas  $1200^\circ\text{C}$ , kristalnya berbentuk monoclinic dan disebut alite.

$\text{C}_3\text{S}$  mempunyai sifat :

1) Mempercepat pengerasan semen.

2) Mempengaruhi pengikatan kekuatan awal dan kekuatan akhir yang tinggi.

3) Memberikan kekuatan penyokong untuk waktu yang lama, terutama memberikan kekuatan awal sebelum 28 hari.

4) Reaksi hidrasi  $\text{C}_3\text{S}$



$\text{C}_3\text{S}$  apabila ditambahkan air akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras dan menimbulkan panas hidrasi 500 joule/gram.



# LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) Tbk. SECTION OF RKC III OPERATION



Kandungan C<sub>3</sub>S pada semen Portland bervariasi antara 35%-55% tergantung jenis semen Portlandnya.

## 2. Dicalcium silicate (C<sub>2</sub>S)

C<sub>2</sub>S terbentuk pada suhu 800°C dan kristalnya disebut *betite*. Ada beberapa modifikasi kristal C<sub>2</sub>S yaitu α - C<sub>2</sub>S, β - C<sub>2</sub>S, dan γ- C<sub>2</sub>S. Bentuk yang umum dijumpai dalam semen portland adalah β - C<sub>2</sub>S.

C<sub>2</sub>S mempunyai sifat:

- 1) Proses hidrasinya berlangsung lambat.
- 2) Menambah kekuatan setelah 28 hari.
- 3) Reaksi hidrasinya adalah :



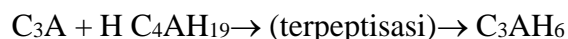
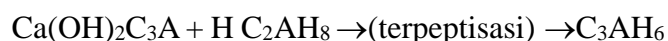
Pada penambahan air segera terjadi reaksi, menyebabkan pasta mengeras dan menimbulkan sedikit panas yaitu 250 J/gram. Pasta yang mengeras, perkembangan kekuatannya stabil dan lambat pada beberapa minggu, kemudian mencapai kekuatan tekan akhir hampir sama dengan C<sub>3</sub>S. Kandungan C<sub>2</sub>S pada semen Portland bervariasi antara 15% - 35% dan rata-rata 25%.

## 3. Tricalcium Aluminat (C<sub>3</sub>A)

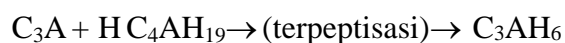
C<sub>3</sub>A terbentuk pada suhu 1090°C – 1200°C dan bentuk kristalnya adalah cubic. Jika C<sub>3</sub>A mengandung ion asing seperti Na<sup>+</sup>, kristalnya berbentuk *orthorombic* atau *monoclinic*. C<sub>3</sub>A mempunyai sifat memberikan kekuatan penyokong pada beton dalam periode 1-3 hari pertama. Reaksi hidrasi tergantung pada keberadaan gypsum di dalam semen.

- 1) Hidrasi C<sub>3</sub>A tanpa adanya gypsum di dalam semen

- a. Jika tidak terdapat Ca(OH)<sub>2</sub>



- b. Jika terdapat Ca(OH)<sub>2</sub>

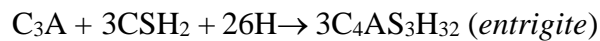


Pada saat awal pencampuran C<sub>3</sub>A dengan air kinetika hidrasinya berlangsung lambat karena terbentuknya hexagonal hydrate (C<sub>2</sub>AH<sub>8</sub> dan

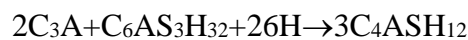


C<sub>4</sub>AH<sub>19</sub>) di permukaan C<sub>3</sub>A yang berfungsi sebagai lapisan pelindung. Ketika terjadi konversi senyawa menjadi C<sub>3</sub>AH<sub>6</sub> lapisan tersebut menjadi rusak dan proses hidrasi menjadi sangat cepat.

2) Hidrasi C<sub>3</sub>A jika terdapat gypsum



Reaksi hidrasi awal berlangsung sangat cepat dan dilanjutkan reaksi dengan laju hidrasi semakin lambat. Oleh karena itu, untuk semen dengan kadar C<sub>3</sub>A rendah justru akan mempercepat setting. Apabila terdapat ketidaksetimbangan antar reaktifitas C<sub>3</sub>A dengan laju pelarutan gypsum maka akan terbentuk sejumlah kecil senyawa C<sub>4</sub>ASH<sub>12</sub> atau C<sub>4</sub>AH<sub>19</sub>. Apabila seluruh gypsum telah bereaksi, enttrigite akan bereaksi dengan C<sub>3</sub>A sisa.



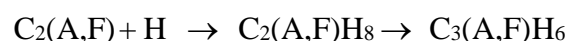
Mineral C<sub>3</sub>A adalah komponen semen yang paling reaktif terhadap senyawa sulfat yang ada dalam air dan membentuk high calcium sulfaluminate hidrat (3CaO.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.3CaSO<sub>4</sub>.31H<sub>2</sub>). Oleh karena itu semen untuk pelabuhan harus mempunyai kadar C<sub>3</sub>A yang rendah. Dengan air bereaksi menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu 850 J/gram. Kandungan C<sub>3</sub>A pada semen Portland bervariasi antara 7% - 15%.

#### 4. Tetracalcium Aluminate Ferrit (C<sub>4</sub>AF)

C<sub>4</sub>AF terbentuk pada suhu 900°C mempunyai sifat :

- 1) Kurang berpengaruh terhadap kekuatan semen
- 2) Cepat bereaksi dengan air dan cepat pula mengeras
- 3) Memberikan warna pada semen
- 4) Reaksi hidrasi C<sub>4</sub>AF hampir serupa dengan hidrasi C<sub>3</sub>A yaitu tergantung ada atau tidaknya gypsum dalam campuran semen.

a. Hidrasi C<sub>4</sub>AF tanpa adanya gypsum di dalam semen



(Jika dalam campuran terdapat CaO, reaksi yang terjadi hanya reaksi

2)



- b. Hidrasi  $C_4AF$  jika terdapat gypsum



Dengan air bereaksi dengan cepat dan pasta terbentuk dalam beberapa menit, menimbulkan panas hidrasi 420 J/gram. Warna abu-abu pada semen dipengaruhi oleh  $C_4AF$ . Kandungan  $C_4AF$  pada semen Portland bervariasi antara 5% - 10% dan rata-rata 8%.

#### II.1.4 Produk Semen

Perbedaan macam semen tergantung pada komposisi unsur-unsur penyusunnya dan unsur tambahan lain yang ditambahkan. Berbagai jenis semen, antara lain :

##### 1. Semen Portland

- a. Type I, Ordinary Portland Cemen (OPC)

Dikenal sebagai *Ordinary Portland Cement* (Semen Tipe 1) yang merupakan semen hidrolis yang diperoleh dengan menggiling terak yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, bersama bahan tambahan biasanya digunakan gypsum. Semen Portland yang umum digunakan untuk bangunan biasa seperti pada perumahan, jembatan dan jalan raya, landasan bandar udara, beton pratekan, bendungan/saluran irigasi, elemen bangunan seperti genteng, hollow, brick/batako, paving block, buis beton, roster dan lain-lain.. Semen ini memiliki keunggulan cepat kering, memiliki daya rekat yang kuat, hasil adukan yang tidak mudah retak dan kekuatan tekan yang baik. Selain itu memiliki beberapa jenis pula, misalnya semen putih yang kandungan feri oksidanya lebih kecil, semen sumur minyak, semen cepat keras, dan beberapa jenis lain untuk penggunaan khusus.

- b. Type II, Moderate Heat Portland Cement

Semen jenis ini memiliki kandungan 46% ( $C_3S$ ), 29% ( $C_2S$ ), 6% ( $C_3A$ ), 11% ( $C_4AF$ ), 2,9% ( $MgO$ ), 2,5% ( $SO_3$ ). Dikenal sebagai semen yang dapat mengatasi problem bangunan/ beton di wilayah dengan kadar sulfat agak



**LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) Tbk.  
SECTION OF RKC III OPERATION**



tinggi, menghindari penyusutan berlebih di wilayah bersuhu panas pada saat pengeringan. Contohnya untuk bangunan pinggir laut, dermaga, tanah rawa, beton massa, bendungan dan saluran irigasi, dan bendungan. Keunggulan semen jenis ini antara lain.

c. Type III, High Early Stenght Portland

Semen tipe ini dibuat dengan kehalusan yang tinggi blaine biasa mencapai  $5000 \text{ cm}^2/\text{gr}$  dengan nilai  $C_3S$  nya juga tinggi yang dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal yang tinggi setelah proses pengecoran dilakukan dan memerlukan penyelesaian secepat mungkin. Contohnya digunakan untuk pembuatan bangunan tingkat tinggi, bandar udara dan jalan raya. Memiliki keunggulan Pencapaian kekuatan awal lebih cepat dibanding dengan Tipe I sehingga tahapan proyek dapat dilakukan secepatnya.

d. Type IV, Low Heat Portland Cement

Memiliki kandungan dengan Kadar  $C_3S$  dan  $C_3A$  rendah. Dalam penggunaannya memerlukan persyaratan panas hidrasi rendah. Penggunaan banyak ditujukan untuk struktur Concrete (beton) yang massive dan dengan volume yang besar, pengecoran yang tidak menimbulkan panas, pengecoran dengan penyemprotan (setting time lama). Semen ini memiliki keunggulan dapat menghindari keretakan pada wilayah bersuhu lebih panas

e. Type V, High Sulphate Resistance Portland Cement

Semen tipe ini memiliki kandungan 43% ( $C_3S$ ), 36% ( $C_2S$ ), 4% ( $C_3A$ ), 12% ( $C_4AF$ ), 1,9% ( $MgO$ ), 1,8% ( $SO_3$ ). Semen ini dipakai untuk konstruksi bangunan-bangunan pada air/tanah yang mengandung sulfat tinggi dan sangat cocok untuk konstruksi dalam air, instalasi pengolahan limbah pabrik, jembatan, pembangkit tenaga nuklir, pelabuhan, dll.



## **2. Semen Khusus**

### **a. White Cement**

Memiliki kandungan bahan mentah yang mengandung oksida besi dan oksida manganese yang sangat rendah (dibawah 1%). Fungsi semen ini untuk bangunan artistic/ aplikasi perekat bangunan dekoratif berwarna putih. Pengaplikasian semen ini yaitu untuk plesteran keramik, dinding, pembuatan patung dan bangunan lain yang memerlukan warna dasar putih. Keunggulan semen ini yaitu berwarna putih.

## **3. Semen Campuran**

### **a. Portland Pozzolan Cement (PPC)**

Memiliki kandungan terak, gypsum, pozzolan. Fungsi semen ini yaitu panas hidrasi rendah, tahan garam sulfat, dan kedap air. Pengaplikasian semen ini yaitu untuk pembuatan pelabuhan, bangunan di pantai, bendungan, saluran irigasi dan tambak, dll. Keunggulan semen ini yaitu bisa digunakan yang biasa menggunakan Semen Portland (SP) jenis I, SP jenis II, SP jenis IV, dan SP jenis V.

### **b. Portland Composite Cement (PCC)**

Memiliki kandungan terak, gypsum, pozzolan. Fungsi semen ini mirip dengan portland Tipe I untuk bangunan umum dengan kekuatan tekanan yang tertinggi dan tidak memerlukan persyaratan khusus. Pengaplikasian semen ini yaitu untuk kontuksi beton umum, pasangan batu bata, beton pra cetak, beton pra tekanan, paving block, pesteran dan acian. Keunggulan semen ini yaitu mudah dikerjakan, kedap air, tahan sulfat dan tidak mudah retak.

### **c. Masonry Cement**

Memiliki kandungan yang terdiri dari campuran dari semen portland dengan bahan yang bersifat menambah keplastisinan seperti batu kapur, kapur yang terhidrasi bersamaan dengan bahan lain untuk meingkatkan setting time/workability/durability/water retention. Fungsi semen ini untuk digunakan terutama dalam pekerjaan menembok dan memplester konstruksi.



## LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) Tbk. SECTION OF RKC III OPERATION



---

Pengaplikasian semen ini yaitu untuk plesteran dinding atau lantai. Keunggulan semen ini yaitu mempunyai kemudahan/lunak dalam pembuatan luluhan.