



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Teknologi Pembuatan Semen

1. Proses Basah (Wet Process)

Menurut Walter H Duda, 1983, pada proses ini bahan baku dihancurkan dalam *raw mill* kemudian digiling dengan ditambah air dalam jumlah tertentu. Hasilnya berupa *slurry* / buburan, kemudian dikeringkan dalam *rotary dryer* sehingga terbentuk umpan tanur berupa *slurry* dengan kadar air 25 - 40%. Pada umumnya menggunakan “*Long Rotary Kiln*” untuk menghasilkan terak. Terak tersebut kemudian didinginkan dan dicampur dengan *gypsum* untuk selanjutnya digiling dalam *finish mill* hingga terbentuk semen. Keuntungan dan Kerugian Proses Basah antara lain :

Keuntungan :

- Pencampuran dari komposisi *slurry* lebih mudah karena berupa luluhan.
- Kadar Na_2O dan K_2O tidak menimbulkan gangguan penyempitan dalam saluran *preheater* atau pipa.
- Debu yang dihasilkan relatif sedikit.
- Deposit yang tidak homogen tidak berpengaruh karena mudah mencampur dan mengoreksinya.

Kerugian :

- Tanur putar yang digunakan ukurannya lebih panjang dibandingkan tanur putar pada proses kering.
- Pemakaian bahan bakar lebih banyak dibandingkan proses lain karena kebutuhan panas pembakaran tinggi 1.500 - 1.900 kcal untuk setiap kilogram teraknya.
- Memerlukan air proses untuk membentuk material menjadi seperti lumpur.

Kapasitas produksi lebih sedikit dibandingkan dengan proses lain apabila menggunakan peralatan dengan ukuran yang sama, maka akan didapatkan hasil yang relatif lebih sedikit akibat adanya pencampuran bahan dengan air pada awal proses, yaitu pada proses penggilingan.



2. Proses Semi Basah (Semi Wet Process)

Pada proses semi basah, bahan baku (batu kapur, pasir besi, pasir silika) dipecah, kemudian pada unit homogenisasi ditambahkan air dalam jumlah tertentu serta dicampur dengan luluhan tanah liat, sehingga terbentuk bubur halus dengan kadar air 15 - 25% (*slurry*) disini umpan tanur disaring terlebih dahulu dengan *filter press*. *Filter cake* yang berbentuk *pellet* kemudian mengalami kalsinasi dalam tungku putar panjang (*Long Rotary Kiln*). Dengan perpindahan panas awal terjadi pada rantai (*chain section*). Sehingga terbentuk Clinker sebagai hasil proses kalsinasi. (Walter H. Duda, 1983). Keuntungan dan Kerugian Proses Semi Basah antara lain :

Keuntungan :

- a. Umpan mempunyai komposisi yang lebih homogen dibandingkan dengan proses kering.
- b. Debu yang dihasilkan sedikit.

Kerugian :

- a. Tanur yang digunakan masih lebih panjang dari tanur putar pada proses kering.
- b. Membutuhkan *filter* yang berupa *filter* putar kontinyu untuk menyaring umpan yang berupa buburan sebelum dimasukkan ke *kiln*.
- c. Energi yang digunakan 1.000 - 1.200 kcal untuk setiap kg terak.

3. Proses Semi Kering (*Semi Dry Process*)

Proses semi kering dikenal sebagai *grate* proses, dimana merupakan transisi dari proses basah dan proses kering dalam pembuatan semen. Umpan tanur pada proses ini berupa tepung baku kering, dengan alat granulator (*pelletizer*) umpan disemprot dengan air untuk dibentuk menjadi granular dengan kadar air 10 - 12% dan ukurannya 10 - 12 mm seragam. Kemudian *kiln feed* dikalsinasi dengan menggunakan tungku tegak (*shaft kiln*) atau *long rotary kiln*. Sehingga terbentuk Clinker sebagai hasil akhir proses kalsinasi. Keuntungan dan Kerugian Proses Semi Kering antara lain :



Keuntungan :

- a. Tanur yang digunakan lebih pendek dari proses basah.
- b. Pemakaian bahan bakar lebih sedikit.

Kerugian :

- a. Menghasilkan debu
- b. Campuran tepung baku kurang homogen karena pada saat penggilingan bahan dalam keadaan kering.

4. Proses Kering (*Dry Process*)

Pada proses ini bahan baku dipecah dan digiling disertai pengeringan dengan jalan mengalirkan udara panas ke dalam *raw mill* sampai diperoleh tepung baku dengan kadar air 0,5 - 1%. Selanjutnya, tepung baku yang telah homogen ini diumpankan ke dalam *suspension preheater* sebagai pemanasan awal, disini terjadi perpindahan panas melalui kontak langsung antara gas panas dengan material dengan arah berlawanan (*Counter Current*). Adanya sistem *suspension preheater* akan menghilangkan kadar air dan mengurangi beban panas pada *kiln*.

Material yang telah keluar dari *suspension preheater* siap menjadi umpan *kiln* dan diproses untuk menjadi terak. Terak tersebut kemudian didinginkan secara mendadak agar terbentuk kristal yang bentuknya tidak beraturan (*amorf*) agar mudah digiling. Selanjutnya dilakukan penggilingan di dalam *finish mill* dan dicampur dengan *gypsum* dengan perbandingan 96 : 4 sehingga menjadi semen. Keuntungan dan Kerugian Proses Kering antara lain,

Keuntungan :

- a. *Rotary kiln* yang digunakan relatif pendek.
- b. *Heat consumption* rendah yaitu sekitar 800 – 1000 kcal untuk setiap kilogram terak sehingga bahan bakar yang digunakan lebih sedikit.
- c. Kapasitas produksi besar dan biaya operasi rendah

Kerugian :

- a. Impuritas Na_2O dan K_2O menyebabkan penyempitan pada saluran *preheater*.
- b. Campuran tepung kurang homogen karena bahan yang digunakan dicampur dalam keadaan kering.



- c. Adanya air yang terkandung dalam material sangat mengganggu operasi karena material lengket pada *inlet chute*.
- d. Proses kering menghasilkan banyak debu, sehingga diperlukan peralatan khusus untuk menangkap debu tersebut. Dari empat jenis teknologi pembuatan semen yang ada, PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban menggunakan teknologi proses kering. Pemilihan ini didasarkan pada keunggulan proses kering, seperti biaya operasional yang lebih rendah dan kapasitas produksi yang tinggi, yang memberikan manfaat besar bagi operasional pabrik.

II.2 Sifat – Sifat Semen

1. Sifat Fisika Semen

Sifat fisika semen merupakan salah satu segi penting yang perlu diperhatikan, karena sifat fisik sangat mempengaruhi kualitas dan kemampuan semen. Sifat-sifat fisik tersebut antara lain:

a. Kehalusan

Kehalusan sangat berpengaruh terhadap kecepatan hidrasi semen, semakin tinggi kehalusan kecepatan hidrasi semen akan semakin meningkat. Efek kehalusan dapat dilihat setelah 7 hari setelah reaksi semen dengan air. Alat pengukur kehalusan adalah ayakan dan alat *blaine*.

b. Pengembangan Volume

Sifat ini mengarah pada kemampuan pengerasan dan pengembangan volume semen setelah bereaksi dengan air. Kurangnya pengembangan volume semen disebabkan karena jumlah CaO bebas dan MgO yang terlalu tinggi. Alat pengembangan volume adalah *autoclave*.

c. Penyusutan (*Shrinkage*)

Penyusutan dibagi dalam tiga macam, yaitu *hydration shrinkage*, *drying shrinkage* dan *carbonation shrinkage*. Penyebab keretakan yang terbesar pada beton adalah *drying shrinkage*, yang disebabkan oleh penguapan air yang terkandung dalam pasta semen selama berlangsungnya proses *setting* dan *hardening*. *Shrinkage* dipengaruhi oleh komposisi semen, jumlah air pencampur,



d. Pengikatan (*setting*) dan Pengerasan (*hardening*)

Pengikatan merupakan proses munculnya kekakuan pada semen. Ketika semen bereaksi dengan air, pada awalnya terbentuk lapisan plastis yang secara bertahap akan berkembang menjadi kristal. Waktu awal terbentuknya kristal atau munculnya kekakuan pada semen disebut *initial set*. Setelah tahap ini, rongga-rongga dalam semen mulai terisi oleh senyawa-senyawa hidrat yang membentuk titik-titik kontak, menghasilkan kekakuan. Proses ini berlanjut hingga semua rongga terisi oleh kristal, yang membuat semen semakin kaku hingga mencapai tahap *final set*. Setelah itu, dimulailah proses pengerasan permanen (*hardening*).

Beberapa faktor yang memengaruhi proses pengikatan semen meliputi temperatur, rasio antara semen dan air, karakteristik semen, kandungan serta reaktivitas SO_3 , jumlah dan reaktivitas C_3S , serta tingkat kehalusan semen. Waktu yang diperlukan untuk proses pengikatan dapat diketahui melalui analisis *setting time*, yang menunjukkan apakah reaksi hidrasi semen berjalan normal atau tidak. Pengujian ini dilakukan menggunakan alat Vicat dan Gillmore.

e. Kekuatan kompresi

Kekuatan kompresi atau kuat tekan adalah sifat kemampuan semen menahan suatu beban tekan. Kekuatan kompresi semen sangat dipengaruhi oleh jenis komposisi semen dan kehalusan semen. Semakin halus ukuran partikel semen, maka kuat tekan yang dimilikinya akan semakin tinggi. Kadar C_3S di dalam semen memberikan kontribusi yang besar pada tekanan awal semen. Sedangkan C_2S memberikan kontribusi pada kekuatan tekan dalam umur yang panjang.

f. *False set*

False set atau pengikatan semu adalah pengikatan tidak wajar yang terjadi ketika air ditambahkan dalam semen. Setelah beberapa menit semen akan mengeras, tetapi jika diaduk sifat plastis semen akan timbul kembali. *False set* disebabkan karena hilangnya air kristal pada *gypsum* akibat tingginya temperatur saat penggilingan terak.



g. *Soundness*

Soundness adalah kemampuan pasta semen untuk mempertahankan volumenya setelah proses pengikatan. Berkurangnya *soundness* berarti timbulnya kecenderungan beton untuk berekspansi, ini disebabkan oleh tingginya kadar *free lime* (kapur bebas) dan magnesia. Adapun reaksi-reaksi yang memungkinkan timbulnya sifat ekspansi pada beton adalah:

1. Reaksi antara C_3A dengan SO_3 yang membentuk *ettringite* ($C_6AS_3H_{32}$)
2. Hidrasi *free lime*, yaitu reaksi CaO dengan H_2O
3. Hidrasi *free MgO*, yaitu reaksi MgO dengan H_2O

Ekspansi beton tersebut akan menimbulkan keretakan konstruksi beton yang berarti menurunkan kuat tekan beton. Pengaruh kadar C_3A terhadap ekspansi yang dihasilkan akibat reaksi C_3A dengan sulfat.

2. Sifat Kimia Semen

Pembahasan sifat kimia semen di sini meliputi pembahasan komposisi zat yang ada di dalam semen, reaksi-reaksi yang terjadi dan perubahan yang terjadi saat penambahan air pada semen. Hal ini perlu dilakukan karena komposisi dan sifat komponen tersebut sangat mempengaruhi sifat semen secara keseluruhan.

a. Hidrasi semen

Jika Ketika semen dicampur dengan air, akan terjadi reaksi antara komponen-komponen dalam semen dengan air yang dikenal sebagai reaksi hidrasi. Beberapa faktor yang memengaruhi reaksi hidrasi meliputi tingkat kehalusan semen, jumlah air, suhu, dan komposisi kimia. Reaksi ini menghasilkan senyawa hidrat. Dalam proses ini, gypsum berfungsi untuk memperlambat proses pengikatan (*setting*). Gypsum terutama bereaksi dengan C_3A , membentuk *ettringite* yang melapisi C_3A dan menghambat reaksinya. Lapisan ini kemudian akan pecah dan digantikan oleh lapisan baru hingga seluruh gypsum bereaksi habis. Jika kandungan gypsum dalam semen terlalu tinggi, lapisan pelindung pada C_3A akan semakin banyak, sehingga waktu pengerasan menjadi lebih lama.

Meskipun gypsum berfungsi memperlambat proses pengikatan, jumlahnya tetap dibatasi berdasarkan kandungan SO_3 . Hal ini karena kelebihan SO_3 dalam semen dapat menyebabkan ekspansi sulfat, yang berpotensi menimbulkan



keretakan pada beton. Kandungan maksimum SO_3 dalam semen biasanya berada dalam kisaran 1,6–3%.

b. Durability

Durability merupakan kemampuan semen untuk bertahan terhadap pengaruh senyawa-senyawa kimia, terutama senyawa sulfat. Senyawa sulfat ini biasanya ditemukan dalam air laut dan air tanah. Kehadirannya dapat merusak beton dengan menyebabkan peningkatan volume dan munculnya retakan pada struktur beton.

Mineral C_3A adalah komponen semen yang paling reaktif terhadap senyawa sulfat yang ada dalam air dan membentuk *High Calcium Sulfaluminate Hydrat* ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 3H_2O$). Oleh karena itu semen untuk pelabuhan harus mempunyai kadar C_3A yang rendah.

c. Kandungan alkali dalam semen

Kandungan alkali (Na_2O dan K_2O) dalam semen memiliki keuntungan, yaitu membantu mengatur pelepasan alkali selama proses hidrasi dan dalam bentuk senyawa alkali sulfat, dapat meningkatkan kekuatan awal semen hingga 10% dalam waktu 28 hari. Namun, kandungan alkali dalam semen dibatasi kurang dari 0,6% (dalam bentuk Na_2O), karena kadar alkali yang terlalu tinggi dapat menyebabkan fenomena ekspansi alkali. Alkali tersebut dapat bereaksi dengan agregat yang ada dalam campuran beton.

d. Panas Hidrasi

Panas hidrasi merupakan panas yang dihasilkan ketika semen bereaksi dengan air. Jumlah panas yang dihasilkan dipengaruhi oleh komposisi semen, tingkat kehalusannya, serta suhu selama proses berlangsung. Pengujian panas hidrasi dilakukan menggunakan alat *bomb calorimeter*.



Tabel II. 1 Panas Hidrasi yang Dihasilkan

Komponen	Senyawa Hidrat Yang Terbentuk	Panas Hidrasi (kj/kg)
$C_3S (+H)$	$C-S-H + CH$	520
$B - C_2S (+H)$	$C-S-H + CH$	260
$C_3A (+CH+H)$	C_4AH_{19}	1160
$C_3A (+H)$	C_3AH_6	910
$C_3A (+CSH_2+H)$	C_4ASH_{12}	1140
$C_3A(+CSH_2+H)$	$C_6AS_3H_{32}$	1670
$C_3AF (+CH+H)$	$C_3(A_2F)H_6$	420

Sumber : Lea's Chemistry of Cement and Concrete, edisi ke -4 Arnold,1998

e. Kelembaban Semen

Kelembaban semen akan berakibat :

1. Menurunkan *specific gravity*
2. Terjadi *false set*
3. Terbentuknya gumpalan – gumpalan
4. Menurunnya kualitas semen
5. Bertambahnya *loss on ignition*
6. Bertambahnya *setting time* dan *hardening*
7. Penurunan tekanan

Oleh sebab itu, strategi penyimpanan semen harus diperhatikan agar semen dapat menjadi awet dan mutu dari semen akan terjaga.

f. Free lime (Kapur bebas)

Salah satu sifat kimia semen adalah kandungan free lime yang dimilikinya. Free lime merupakan kapur (CaO) yang tidak bereaksi selama proses pembentukan terak. Kandungan CaO dalam semen dibatasi hingga maksimal 1%. Jika kadar free lime terlalu tinggi, beton akan memiliki kuat tekan yang rendah karena ekspansi kapur bebas. Hal ini dapat menghasilkan gel yang mengembang (swelling) dalam kondisi basah, sehingga berpotensi menyebabkan keretakan pada beton.



g. LOI (*Lost On Ignition*)

LOI (*Loss on Ignition*) merupakan hilangnya beberapa mineral akibat proses pemijaran. Mineral yang hilang dalam proses ini antara lain air dan CaO. Kristal-kristal tersebut mudah terurai dan mengalami perubahan bentuk seiring waktu, yang dapat menyebabkan kerusakan pada beton setelah beberapa tahun. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui kadar LOI guna mencegah penguraian mineral dalam jumlah besar.

II.3 Fungsi Semen

Semen berfungsi untuk mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk massa padat serta mengisi rongga-rongga udara di antara agregat. Meskipun semen hanya menyumbang sekitar 10% dari komposisi beton, perannya sangat penting karena berfungsi sebagai bahan pengikat. Jenis semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan kekuatan yang direncanakan dan spesifikasi teknis yang ditetapkan.

II.4 Macam – Macam Semen

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

1. Semen Portland

Semen portland adalah jenis semen hidraulis yang dihasilkan dengan menggiling terak, yang sebagian besar terdiri dari silikat-silikat kalsium bersifat hidraulis, bersama dengan bahan tambahan seperti gypsum. Berdasarkan persentase kandungan dari masing-masing komponennya, ASTM (American Society of Testing Materials) C 150-95 mengklasifikasikan semen portland ke dalam lima tipe. Berikut kelima tipe tersebut:

a. Ordinary Portland Cement (Semen Tipe 1)

Menurut G.T. Austin (1985), yaitu semen Portland yang umum digunakan untuk bangunan biasa. Semen ini ada 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.



Gambar II. 1 Ordinary Portland Cement (Semen Tipe 1)

b. Moderate Heat Cement (Semen Tipe 2)

Menurut G.T. Austin (1985), jenis semen ini digunakan untuk kondisi yang membutuhkan kalor hidrasi rendah atau untuk konstruksi beton biasa yang berisiko terkena paparan sulfat. Panas yang dihasilkan selama pengerasan semen ini tidak boleh melebihi 295 Joule/gram setelah 7 hari dan 335 Joule/gram setelah 28 hari.



Gambar II. 2 Moderate Heat Cement (Semen Tipe 2)

c. High Early Strength Cement (Semen Tipe 3)

Menurut G.T. Austin (1985), jenis semen ini memiliki kekuatan awal yang tinggi dan dibuat dari bahan baku dengan perbandingan kapur terhadap silika yang lebih besar dibandingkan semen tipe I. Hasil penggilingannya juga lebih halus dibandingkan tipe I. Semen ini memiliki kandungan trikalsium silikat yang lebih tinggi daripada semen portland biasa. Kombinasi kandungan tersebut dan tingkat kehalusannya membuat semen ini mengeras lebih cepat dan melepaskan panas lebih cepat.



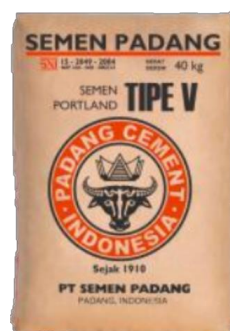
Gambar II. 3 High Early Strength Cement (Semen Tipe 3)

d. Low Heat Cement (Semen Tipe 4)

Menurut G.T. Austin (1985), semen portland dengan kalor rendah memiliki kandungan C3S dan C3A yang lebih sedikit. Sebagai gantinya, kandungan tetra kalsium aluminoforit (C_4AF) lebih tinggi karena penambahan Fe_2O_3 untuk mengurangi jumlah C3A. Panas hidrasi yang dilepaskan tidak boleh melebihi 250 Joule/gram setelah 7 hari dan 295 Joule/gram setelah 28 hari, dengan tingkat kalor hidrasi berkisar antara 15–35%.

e. Sulfat Resistance Cement (Semen Tipe 5)

Menurut G.T. Austin (1985), semen portland tahan sulfat adalah jenis semen yang, karena komposisi atau metode pengolahannya, memiliki daya tahan lebih tinggi terhadap serangan sulfat dibandingkan empat jenis semen lainnya. Tipe V ini digunakan pada aplikasi yang membutuhkan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Semen ini memiliki kandungan C3A yang lebih rendah dibandingkan tiga jenis semen lainnya, sehingga kandungan C_4AF -nya menjadi lebih tinggi.



Gambar II. 4 Sulfat Resistance Cement (Semen Tipe 5)

2. Semen Khusus

a. Semen Putih

Menurut I Ketut Arsha Putra (1995), semen putih dirancang untuk keperluan dekoratif, bukan untuk tujuan konstruksi, seperti pada bangunan arsitektur. Proses pembuatannya memerlukan bahan baku dan metode produksi khusus, misalnya bahan mentah harus memiliki kandungan oksida besi dan oksida mangan yang sangat rendah, yaitu kurang dari 1%.



Gambar II. 5 Semen Putih

3. Semen Campuran

a. Portland Pozzolan Cement (PPC)

Semen ini terdiri dari campuran terak, gypsum, dan pozzolan. Fungsinya meliputi menghasilkan panas hidrasi yang rendah, memiliki ketahanan terhadap garam sulfat, dan bersifat kedap air. Penggunaannya cocok untuk pembangunan pelabuhan, konstruksi di area pantai, bendungan, saluran irigasi, tambak, dan sebagainya. Keunggulan semen ini adalah dapat menggantikan penggunaan Semen Portland (SP) tipe I, tipe II, tipe IV, maupun tipe V.



Gambar II. 6 Portland Pozzolan Cement (PPC)

b. Portland Composite Cement (PCC)

Semen ini mengandung campuran terak, gypsum, dan pozzolan. Fungsinya serupa dengan Semen Portland Tipe I, yang digunakan untuk bangunan umum dengan kekuatan tekan tertinggi tanpa memerlukan spesifikasi khusus. Semen ini diaplikasikan pada konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pracetak, beton prategang, paving block, plesteran, dan acian. Keunggulannya meliputi kemudahan dalam pengerjaan, sifat kedap air, ketahanan terhadap sulfat, serta tidak mudah retak.



Gambar II. 7 Portland Composite Cement (PCC)

c. Masonry Cement

Semen ini terbuat dari campuran Semen Portland dengan bahan tambahan yang meningkatkan plastisitas, seperti batu kapur atau kapur yang telah terhidrasi, serta bahan lain yang membantu memperpanjang waktu pengikatan (*setting time*), meningkatkan kemudahan pengerjaan (*workability*), daya tahan (*durability*), dan kemampuan menahan air (*water retention*). Semen ini terutama digunakan untuk pekerjaan menembok dan memplester pada konstruksi. Penggunaannya meliputi plesteran dinding maupun lantai. Keunggulannya terletak pada kemudahan dalam pencampuran, yang menghasilkan adukan yang lebih lunak dan mudah dikerjakan.

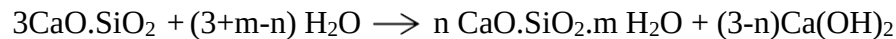
II.5 Komposisi Semen

1. Tricalcium silicate (C3S)

C3S terbentuk pada suhu di atas 1200°C, kristalnya berbentuk monoclinic dan disebut alite. C3S mempunyai sifat sebagai berikut :



- Mempercepat pengerasan semen.
- Mempengaruhi pengikatan kekuatan awal dan kekuatan akhir yang tinggi.
- Memberikan kekuatan penyokong untuk waktu yang lama, terutama memberikan kekuatan awal sebelum 28 hari.
- Reaksi hidrasi C_3S

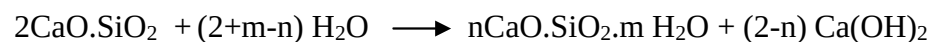


C_3S apabila ditambahkan air akan menjadi kaku dan dalam beberapa jam saja pasta akan mengeras dan menimbulkan panas hidrasi 500 Joule/gram. Kandungan C_3S pada semen portland bervariasi antara 35%-55% tergantung jenis semen Portlandnya.

2. Dicalcium silicate (C_2S)

C_2S terbentuk pada suhu $800^\circ C$ dan kristalnya disebut betite. Bentuk yang umum dijumpai dalam semen portland adalah C_2S . C_2S mempunyai sifat:

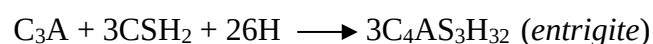
- Proses hidrasinya berlangsung lambat.
- Menambah kekuatan setelah 28 hari.
- Reaksi hidrasinya adalah :



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_3S . Kandungan C_2S pada semen Portland bervariasi antara 15% - 35% dan rata-rata 25%.

3. Tricalcium aluminat

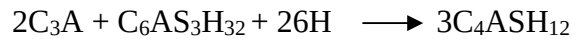
C_3A terbentuk pada suhu $1090^\circ C - 1200^\circ C$ dan bentuk kristalnya adalah cubic. Jika C_3A mengandung ion asing seperti Na^+ , kristalnya berbentuk orthorombic atau monoclinic. C_3A mempunyai sifat memberikan kekuatan penyokong pada beton dalam periode 1-3 hari pertama. Reaksi hidrasi tergantung pada keberadaan *gypsum* di dalam semen. Reaksi hidrasi C_3A 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_3A rendah



justeru akan mempercepat setting. Apabila terdapat ketidaksetimbangan antar reaktifitas C_3A dengan laju pelarutan *gypsum* maka akan terbentuk sejumlah kecil senyawa C_4ASH_{12} atau C_4AH_{19} . Apabila seluruh *gypsum* telah bereaksi, enttringite akan bereaksi dengan C_3A sisa.



Mineral C_3A adalah komponen semen yang paling reaktif terhadap senyawa sulfat yang ada dalam air dan membentuk *High Calsium Sulfaluminate Hydrat* ($3CaO.Al_2O_3.3CaSO_4.31H_2$). Oleh karena itu semen untuk pelabuhan harus mempunyai kadar C_3A yang rendah. Dengan air bereaksi menimbulkan panas hidrasi yang tinggi yaitu 850 Joule/gram. Kandungan C_3A pada semen Portland bervariasi antara 7% - 15%.

4. Tetracalsium aluminate ferrit (C_4AF)

C_4AF terbentuk pada suhu $900^\circ C$ mempunyai sifat :

- Kurang berpengaruh terhadap kekuatan semen
- Cepat bereaksi dengan air dan cepat pula mengeras
- Memberikan warna pada semen
- Reaksi hidrasi C_4AF hampir serupa dengan hidrasi C_3A yaitu tergantung pada atau tidaknya *gypsum* dalam campuran semen.