

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

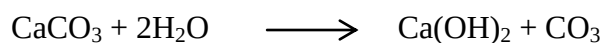
2.1 Semen

Semen berasal dari kata *caementum* (bahasa latin) yang artinya memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan, sedangkan dalam pengertiannya semen adalah zat yang digunakan untuk merekatkan batu, bata, batako maupun bahan bangunan lainnya. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia semen adalah serbuk atau tepung yang terbuat dari kapur dan material lainnya yang dipakai untuk membuat beton, merekatkan batu bata ataupun membuat tembok.

Semen adalah perekat hidraulik yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terdiri dari bahan utama silikat-silikat kalsium dan bahan tambahan batu gypsum dimana senyawa-senyawa tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru bersifat perekat pada bebatuan. Istilah semen digunakan pada jaman sekarang meliputi zat – zat organik misalnya *Rubber cement* dan *Epoxy cement*. Semen organik ini tidak digunakan dalam pembuatan gedung bertingkat tetapi disini hanya untuk menjelaskan bahwa konsep pengertian tentang semen pada masa sekarang telah meluas ruang lingkungannya.

Semen dalam pengertian umum adalah bahan yang mempunyai sifat *adhesive* dan *cohesive*, digunakan sebagai bahan pengikat (*bonding material*), yang dipakai bersama – sama dengan batu kerikil dan pasir. Semen dapat dibagi atas dua kelompok, yaitu:

1. Semen *non hidroulik* adalah semen yang tidak dapat mengeras dalam air atau tidak stabil dalam air .Contoh semen *non hidroulik (hydraulic binder)* adalah *lime* dimana *lime* ini merupakan perekat klasik dalam bangunan yang dibuat dengan memanaskan *limestone* pada suhu 850⁰C. CaCO₃ dari *limestone* akan melepaskan CO₂ dan menghasilkan *burnt lime* atau *quick lime* (CaO).



Produk ini bereaksi cepat dengan air menghasilkan Ca(OH)_2 dalam butiran yang halus dan Ca(OH)_2 ini tidak dapat mengeras dalam air tetapi dapat mengeras bila bereaksi dengan CO_2 dari udara membentuk CaCO_3 kembali.

2. Semen *hidroulik* adalah semen yang dapat mengeras dalam air menghasilkan padatan yang stabil dalam air. Oleh karena mempunyai sifat *hidroulik*, maka semen tersebut bersifat:

- Dapat mengeras bila dicampur dalam air
- Tidak larut dalam air
- Dapat mengeras walau didalam air

Contoh semen *hidroulik* adalah semen Portland, semen campur, semen khusus, dan sebagainya.

2.2 Semen Portland

Semen portland sendiri didefinisikan sebagai campuran antara batu kapur/gamping (bahan utama) dan lempung / tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air (Jack Widjajakusuma, 2004). Semen portland dibuat dari bahan yang mengandung kapur (lime), silica, dan alumina serta oksida besi dengan perbandingan tertentu. Ketiga bahan dasar ini dicampur dan dibakar pada suhu 2700° Fahrenheit sehingga terbentuk klinker, kemudian klinker dihaluskan (digiling) sambil ditambahkan gypsum kurang lebih 5% untuk mengatur waktu ikatnya, hasil penggilingan ini sangat halus sehingga hampir seluruh partikel semen tersebut lolos ayakan dengan jumlah lubang 40.000 per in^2 (Mesh 200).

Berdasarkan SNI 15-2049-2004, semen portland diklasifikasikan dalam 5 tipe, yaitu :

1. Semen Portland Tipe I

Adalah perekat hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang kandungan utamanya kalsium silikat dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat.

Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah 49% (C_3S), 25% (C_2S), 12% (C_3A), 8% (C_4AF), 2,8% (MgO), 2,9 % (SO_3)

Semen portland jenis I dipergunakan untuk pengerasan jalan, gedung, jembatan dan lain-lain jenis konstruksi yang tidak ada kemungkinan mendapat serangan sulfat dari tanah dan timbulnya panas hidrasi yang tinggi.

2. Semen Portland Tipe II

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah 46% (C_3S), 29% (C_2S), 6% (C_3A), 11% (C_4AF), 2,9% (MgO), 2,5% (SO_3).

Dipergunakan untuk bangunan tepi laut, bendungan, dam, irigasi atau beton masa yang membutuhkan panas hidrasi rendah.

3. Semen Portland Tipe III

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah 57% (C_3S), 15% (C_2S), 12% (C_3A), 7% (C_4AF), 3,0% (MgO), 3,1% (SO_3).

Sifat terpentingnya adalah nilai pengembangan kekuatannya cepat, C_3S tinggi dan butirannya sangat halus. Untuk bangunan yang memerlukan kekuatan tekan yang tinggi (sangat kuat) seperti jembatan-jembatan dan pondasi-pondasi berat.

4. Semen Portland Tipe IV

Dipakai untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan tinggi pada fase permulaan setelah pengikatan terjadi, misal untuk pembuatan jalan beton, bangunan-bangunan bertingkat, bangunan-bangunan dalam air. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah 28% (C_3S), 49% (C_2S), 4% (C_3A), 12% (C_4AF), 1,8% (MgO), 1,9% (SO_3).

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah. Dipergunakan untuk kebutuhan pengecoran yang tidak menimbulkan panas pengecoran dengan penyemprotan (*setting time* lama).

5. Semen Portland Tipe V

Dipakai untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah 43% (C_3S), 36% (C_2S), 4% (C_3A), 12% (C_4AF), 1,9% (MgO), 1,8% (SO_3).

2.2.1 Komposisi Kimia Semen Portland

Semen portland yang mempunyai zat kadar kapur yang berlebihan menyebabkan disintegrasi atau perpecahan setelah proses pengikatan terjadi. Kadar kapur yang banyak tetapi tidak berlebihan, cenderung memperlambat proses pengikatan oleh semen tetapi mempertinggi kuat tekan awal dari beton/mortar, bila kandungan kapurnya kurang menyebabkan peningkatan semen menjadi lunak.

Komposisi kimia yang terdapat pada setiap jenis semen portland mempunyai empat senyawa utama yaitu :

1. Trikalsium Silikat (C_3S)

Senyawa ini dapat mengeras dalam beberapa jam dan disertai dengan pelepasan sejumlah energi panas. Kuantitas senyawa yang terbentuk selama proses pengikatan berlangsung mempengaruhi kekuatan beton dan umur awal pada 14 hari pertama.

2. Dikalsium Silikat (C_2S)

Reaksi berlangsung sangat lambat dan disertai dengan pelepasan sejumlah energi panas secara lambat. Senyawa berpengaruh terhadap perkembangan kekuatan beton dari umur 14 hari sampai seterusnya. Semen portland yang mempunyai kandungan C_2S yang cukup banyak ketahanan terhadap agresi kimia dan penyusutan kering relatif rendah dan memberikan kontribusi terhadap awet beton.

3. Trikalsium Aluminat (C_3A)

Senyawa C_3A mengalami proses hidrasi dengan cepat dan disertai dengan pelepasan sejumlah energi panas. Senyawa ini mempengaruhi proses pengikatan awal tetapi kontribusinya terhadap kekuatan beton kecil. Dan

kurang tahan terhadap agresi kimia dan paling berpeluang mengalami disintegrasi (perpecahan) oleh sulfat yang dikandung air tanah dan kecenderungan yang tinggi mengalami keretakan akibat perubahan volume.

4. Tetrakalsium Aluminate (C_4AF)

Sekalipun proporsinya C_4AF cukup besar dari semen, kontribusi terhadap sifat-sifat beton tidak ada. Senyawa C_4AF dapat merubah reaksi kimia C_2F menjadi C_4AF . Reaksi kimia yang berlangsung pada saat gel dan kristal dari larutan semen dan air akan menimbulkan adhesi dan gaya tarik fisik satu dengan agregat secara perlahan-lahan saling mengikat beton/mortar.

Secara keseluruhan komposisi kimia, penggunaan serta syarat fisika-kimia semen portland dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2, tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 1. Syarat Kimia Semen

Bahan	Standar	Pengerasan Cepat	Panas Rendah	Tahan Sulfat
Kapur (CaO)	63,1 %	64,5%	60%	64%
Silikat (SiO_2)	20,6%	20,7%	22,5%	24,4%
Alumina (Al_2O_3)	6,3%	5,2%	5,2%	3,7%
Besi Oksida (Fe_2O_3)	3,6%	2,9%	4,6%	3,0%

(sumber : PT. Semen Baturaja (Persero), 2012.)

Tabel 2. Komposisi Semen Portland Tipe I

Oksida	Komposisi (% Berat)
CaO	60 - 67 %
SiO_2	17 - 25 %
Al_2O_3	3 - 8 %
Fe_2O_3	0.5 - 6.0 %
MgO	0.1 - 6.0 %
K_2O	0.5 – 1.3 %
LOI	5.0 %
IR	3.0 %

(sumber : budiawan, manisio. 2012)

Tabel 3. Syarat-syarat fisika semen Portland

No.	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	-Kehalusan : Uji permeabilitas udara dengan alat Blaine, (m^2/kg), minimum	280	280	280	280	280
2	-Waktu pengikatan dengan alat vicat: Awal (menit), minimum	45	45	45	45	45
	Akhir (menit), maksimum	375	375	375	375	375
3	-Kekekalan pemuatan pada autoclave, % maksimum	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
4	-Kuat tekan :					
	1 hari (kg/cm^2), minimum	-	-	120	-	-
	3 hari (kg/cm^2), minimum	125	100	240	-	80
	7 hari (kg/cm^2), minimum	200	175	-	70	150
	28 hari (kg/cm^2), minimum	280	-	-	170	210

Sumber : (SNI 15-2049-2015)

Tabel 4. Komposisi Senyawa Kimia Semen Portland

No.	Tipe	Spesifikasi	Penggunaan
1	I (Ordinary Portland Cement)	Tidak memerlukan sifat-sifat khusus	Dipakai dalam berbagai macam konstruksi bangunan
2	II (Moderate Heat Portland Cement)	Memiliki ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang	Dipakai untuk daerah pelabuhan dan bangunan disekitar pantai
3	III (High Early Strength Portland Cement)	Kuat tekan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi cepat mengeras dan cepat mengeluarkan kalor	Biasanya digunakan dalam keadaan darurat dan musim dingin. Dan juga dipakai untuk produksi beton tekan dan sangat cocok untuk bangunan gedung-gedung besar, pekerjaan-pekerjaan berbahaya, pondasi dan pembetonan pada udara dingin
4	IV	Memiliki panas hidrasi yang rendah	Digunakan untuk bangunan beton besar dan tebal, baik

5	V (Sulphat Resistance Portland Cement)	Memiliki kekuatan tinggi terhadap sulfat	untuk mencegah keretakan Sering digunakan didaerah yang kandungan sulfatnya tinggi, misalnya pelabuhan, terowongan, pengeboran dilaut dan bangunan pada musim panas.
---	--	---	--

(Sumber : teknologi beton, Tri Mulyono, 2005)

Lazimnya, untuk mencapai kekuatan tertentu, semen Portland berkolaborasi dengan bahan lain. Jika bertemu air (minus bahan-bahan lain), misalnya, memunculkan reaksi kimia yang sanggup mengubah ramuan jadi sekeras batu. Jika ditambah pasir, terciptalah perekat tembok yang kokoh. Namun untuk membuat pondasi bangunan, campuran tadi biasanya masih ditambah dengan bongkahan batu atau kerikil, biasa disebut *concrete* atau beton

2.3 Tanah Kompos

Secara umum terdapat berbagai cara untuk memproses tanah kompos, yaitu dilakukan secara manual ataupun dengan menggunakan mesin (seperti industri atau komersial). Pembuatan tanah kompos boleh dilakukan dengan dua cara yaitu aerob (dengan bantuan oksigen) dan anaerob (tanpa bantuan oksigen). Bagi pengomposan aerob, proses ini dilakukan secara optimal dengan adanya oksigen. Bagi pemprosesan anaerob pula, proses pengomposan tidak memerlukan oksigen. proses ini lebih efektif jika dilakukan dalam skala yang besar seperti mengolah hampas kelapa sawit. proses ini juga dianggap lebih efisien kerana tidak memerlukan proses pembalikan seperti yang dilakukan pada proses pengomposan secara aerob.

Memproses kompos adalah mudah dan bersederhana, meskipun tanpa peralatan industri yang lengkap, proses ini masih mampu dilakukan. Teknologi kini telah menjumpai berbagai cara untuk mempercepat proses pengomposan, antara bahan yang digunakan untuk pengaktifan terdiri daripada enzim, acid pengurai dan mikroorganisme (kultur bakteria). kini bahan pengaktifan itu lebih dikenali sebagai E.M (effective mikroorganisme). E.M ini berfungsi mempercepat proses penguraian/pembusukan bahan organik. E.M terdiri dari

mikroorganisma baik yang diambil daripada tanah dan tanaman melalui kultur mikroorganisma dalam bentuk cair. hasil penguraian mikroorganisma ini bukan saja mampu mempercepatkan pembusukan malah mempercepatkan pelepasan unsur mineral, meningkatkan kesediaan unsur mineral bagi tanaman dan mampu menghapuskan bahan pengaktifan mikroorganisma tidak baik(pathogen). E.M terdiri daripada *Lactobacillus* sp, *Actinomycetes* sp, *Streptomyces* sp, *Rhizobium* sp, mould dan yeast. penggunaan E.M pada umumnya akan menghasilkan baja kompos dengan cara yang betul serta mengikuti spesifikasi diantaranya seperti berikut

Komponen dan kandungan mineral dalam E.M :

- Nitrogen(N) - Lebih daripada 1.5%
- Fosfor(P) - Lebih daripada 1.0%
- Kalium(K) - Lebih daripada 0.5%
- Kalsium (Ca) - Lebih daripada 3.0%
- Magnesium (Mg) - Lebih daripada 0.4%
- C-org - Lebih daripada 10%
- C/N - Kurang daripada 15%
- Boron (B) - Lebih daripada 100ppm
- Mangan(Mn) - Lebih daripada 125ppm
- Plumbum(Pb) - Kurang daripada 150ppm
- Kadmium(Cd) - Kurang daripada 10ppm
- Raksa(Hg) - Kurang daripada 1 ppm
- Arsen(As) - Kurang daripada 10ppm
- Kron(Cr) - Kurang 50ppm
- Zink (Zn) - Kurang daripada 400ppm
- Tembaga(Cu) - Kurang daripada 150ppm
- pH - 4.0 - 8.0
- Kadar air - Kurang daripada 25%
- Bahan sampingan - Kurang daripada 2%

Sifat kimia yang terkandung dalam tanah kompos :

- pH -tidak sama

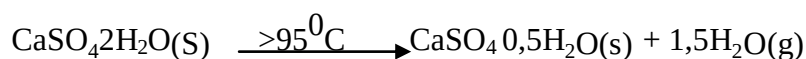
- Ntotal - 1.3%
- Corganic - 33.7%
- C/N - 26.0
- K₂O - 4.21%
- CaO - 0.67%
- MgO - 0.53%
- SiO₂ - 4.0%

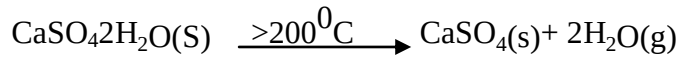
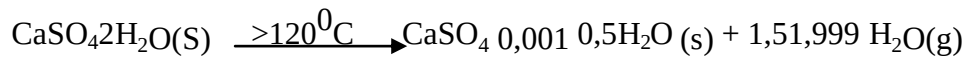
Sifat fisik dari tanah kompos :

- Berwarna hitam
- Bersifat koloidal seperti liat tetapi amorfous
- Luas permukaan dan daya serap air yang tinggi

2.4 Gypsum

Di dalam proses penggilingan terak ditambahkan bahan tambahan gypsum sebanyak 3-5 % m.gypsum dengan rumus kimia CaSO₄2H₂O merupakan bahan yang harus ditambahkan yang pada proses pengilingan klinker menjadi semen, yang mana fungsi gypsum adalah mengatur waktu pengikatan daripada semen atau yang dikenal dengan sebutan retarder. Pada proses pengilingan clinker menjadi semen jumlah gypsum dikontrol melalui kandungan SO₃ (sulfur trioksida) dari semen yang diproduksi semakin tinggi kandungan SO₃ dalam semen maka ini dapat memberikan indikasi bahwa penggunaan gypsum juga tinggi begitu pun sebaliknya. Gypsum dalam semen dapat memberikan efek negative apabila dalam jumlah yang besar, yang mana dapat menyebabkan terjadinya pemuaian pada semen pada saat digunakan itulah sebabnya penggunaan gypsum harus dikontrol secara ketat. Selain sebagai pengatur waktu pengikatan dan penyebab pemuaian, gypsum juga mempengaruhi kuat tekan baik itu nilai kuat tekan maupun perkembangan kuat tekan. Gypsum bila dipanaskan akan mengalami reaksi hidrasi :





Gambar 1. Contoh Sampel Gypsum

Sifat-sifat fisik dan kimia gypsum dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sifat – Sifat Fisik dan Kimia Gypsum

No.	Sifat-Sifat Bahan	Gypsum
1	Rumus Kimia	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
2	Berat Molekul	172,17g/gmol
3	Densitas	2,32 g/ml
4	Titik leleh	128°C
5	Titik didih	163°C
6	Warna	Putih
7	Kelarutan	Larut dalam air, gliseril, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan garam NH_4

Sumber : Rudianto.2010

2.5 Klinker

Klinker adalah *raw material* dengan proporsi tertentu dari senyawa-senyawa kimia di dalamnya dibakar pada suhu sekitar 1450°C. Dalam Reaksi *klinker* adalah:

- $4 \text{ CaO (s)} + \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (s)} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \longrightarrow 4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ (s)} ; (\text{C}_4\text{AF})$
- $3\text{CaO (s)} + \text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (s)} \longrightarrow 3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ (s)} ; (\text{C}_3\text{A})$
- $2\text{CaO (s)} + \text{SiO}_2 \text{ (s)} \longrightarrow 2\text{CaO}.\text{SiO}_2 \text{ (s)} ; (\text{C}_2\text{S})$
- $\text{CaO (s)} + 2\text{CaO}.\text{SiO}_2 \text{ (s)} \longrightarrow 3\text{CaO}.\text{SiO}_2 \text{ (s)} ; (\text{C}_3\text{S})$



Gambar 2. Contoh Sampel Klinker

Standar kualitas klinker dan mineral *Compound* yang dihasilkan pada pembentuka klinker dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7

Tabel 6. Standar Kualitas Klinker PT. Semen Baturaja (Persero)

No	Parameter	Standar PTSB
1	LSF	93 % - 95 %
2	SM	2,3 % - 2,5 %
3	AM	1,5 % - 1,7 %
4	F.CaO	Maks. 2 %
5	C ₃ S	57 % - 63 %
6	C ₂ S	12 % - 18%
7	C ₃ A	7 % - 9%
8	C ₄ AF	9 % - 11 %

(Sumber : PT. Semen Baturaja (Persero), 2012)

Tabel 7. Mineral Compound yang Dihasilkan Pada Pembentukan klinker

No	Nama	Bentuk klinker	Simbol	Fungsi
1	Alite	$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S	Pembangun kekuatan
2	Ballite	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S	Pembangun kekuatan
3	Cellite	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	Pembangun kekuatan awal semen
4	Ferrite	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4F	Pengaruhnya kecil terhadap kekuatan

(Sumber: PT. Semen Baturaja (Persero), 2012.)

2.5.1 Klinkerisasi Pada Kiln

Klinkerisasi adalah proses pembentukan senyawa – senyawa penyusun semen Portland, baik dalam fasa padat maupun dalam fasa cair. Proses klinkerisasi membutuhkan energi yang sangat tinggi yaitu berkisar 800 kkal/kg klinker dan proses ini sebagian besar terjadi di dalam kiln, cyclone IV A dan calsiner. Proses klinkerisasi dalam kiln terbagi dalam beberapa zona, yaitu :

1. Calcining Zone

Pada zona ini raw meal dari preheater akan mengalami pemanasan hingga 1200°C dan proses yang terjadi adalah proses penguraian secara maksimum dari unsur – unsur reaktif yang terkandung dalam material masih berbentuk bubuk dan bagian dalam kiln digunakan lapisan alumina bricks.

2. Transition Zone

Pada zona ini material mengalami perubahan fase dari padat ke cair dengan temperature operasi sekitar 1300°C . pada zona ini juga terjadi reaksi antara CaO dengan senyawa SiO_2 , Al_2O_3 dan Fe_2O_3 . Daerah kiln ini dilindungi oleh lapisan High Alumina Bricks.

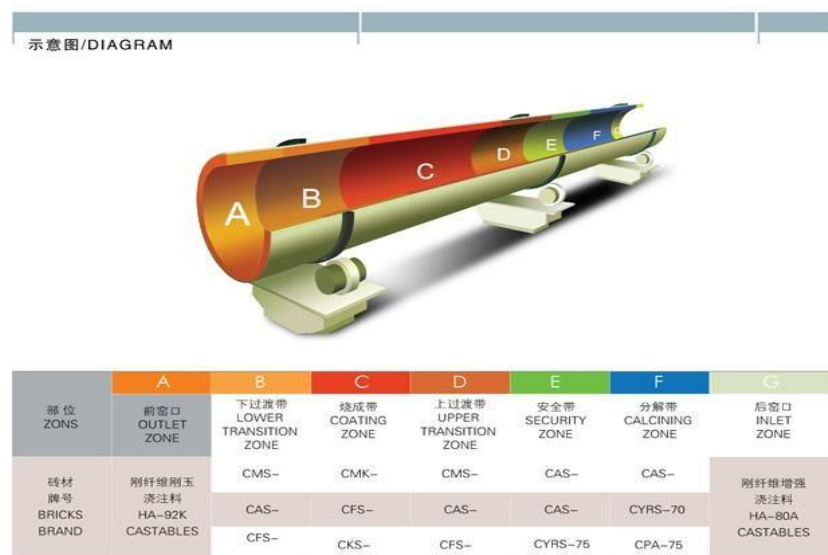
3. Sintering Zone

Pada zona ini material mendekati sumber panas yang terpancar dari burner. Pemanasan terjadi hingga 1500°C . proses yang terjadi adalah pelelehan dari semua material dan reaksi maksimum antara CaO dengan senyawa SiO_2 ,

Al_2O_3 dan Fe_2O_3 . Minerak compound ini membentuk senyawa utama klinker yaitu C_3S (Alite), C_2S (Belite), C_3A (Celite) dan C_4AF (Felite). Reaksi ini disebut reaksi klinkerisasi

4. Cooling Zone

Material yang berbentuk cair di sintering zone akan mengalir ke cooling zone dan mengalami perubahan fase material menjauhi gun burner. Temperature akan turun hingga mencapai 1200 °C. karena adanya gerakan rotasi kiln, maka sebagian besar material akan berbentuk granular atau butiran.



Gambar 3. Zona-zona pada Kiln

2.6 Air

Air mempunyai 2 fungsi, yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan yang kedua berfungsi sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat mudah dipadatkan. Di dalam penggunaannya, air tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan menurunnya kekuatan beton atau mortar. Air yang digunakan untuk pembuatan mortar harus bersih dan tidak mengandung minyak, tidak mengandung alkali, garam-garaman,

zat organis yang dapat merusak beton atau baja tulangan. Air tawar yang biasanya diminum baik air yang diolah oleh PDAM atau air dari sumur yang tanpa diolah dapat digunakan untuk membuat mortar.

2.7 Mortar

Menurut beberapa sumber pengertian mortar adalah sebagai berikut :

1. Mirriam Webster Dictionary

Mortar adalah bahan bangunan lentur (seperti campuran semen, kapur atau gipsum dengan pasir dan air) yang dapat mengeras dan bahan tersebut biasanya digunakan pada pekerjaan batu atau pekerjaan plesteran.

2. Kamus Inggris-Indonesia Hasan Shaddily & John M. Echol.

Mortar adalah adukan semen.

3. Secara umum mortar adalah bahan bangunan berupa adukan semen yang biasa digunakan dalam pekerjaan tukang batu yaitu sebagai plesteran.

Adukan semen secara umum digunakan sebagai bahan untuk pekerjaan membentuk unsur penutup bangunan seperti pada dinding dan lantai yang bukan merupakan elemen struktur bangunan. Mortar digolongkan menurut penggunaannya, misalnya untuk sambungan, tembok, tahan air, tahan api dan seterusnya. Mortar untuk sambungan digunakan untuk menyambung bata, batu dan blok beton. Perbandingan semen dan pasir adalah 1 : 2,75.

Mortar atau adukan adalah campuran pasta semen (bahan ikat), pasir dan air yang terletak antara bata, balok, dan batuan yang awalnya dibuat dengan semen portland dan kapur (rudianto.2010). Mortar dapat dibedakan menjadi 4 macam, yaitu :

1. Mortar Lumpur

Mortar lumpur diperoleh dari campuran pasir, lumpur/tanah liat dengan air. Pasir, tanah liat dan air tersebut dicampur sampai rata dan mempunyai kelecakan yang cukup baik. Jumlah pasir harus diberikan secara tepat untuk memperoleh adukan yang baik. Terlalu sedikit pasir menghasilkan mortar yang retak-retak setelah mengeras sebagai akibat besarnya susutan pengeringan. Terlalu

banyak pasir menyebabkan adukan kurang dapat melekat dengan baik. Mortar jenis ini digunakan sebagai bahan tembok atau tungku api di pedesaan.

2. Mortar Kapur

Mortar kapur dibuat dari campuran pasir, kapur, semen merah dan air. kapur dan pasir mula-mula dicampur dalam keadaan kering kemudian ditambahkan air. Air diberikan secukupnya untuk memperoleh adukan dengan kelecakan yang baik. Selama proses pelekatan kapur mengalami susutan sehingga jumlah pasir yang umum digunakan adalah tiga kali volume kapur. Kapur yang dapat digunakan adalah fat lime dan hydraulic lime.

3. Mortar semen

Mortar semen merupakan campuran semen, pasir dan air pada proporsi yang sesuai. Perbandingan volume semen dan pasir berkisar antara 1:2 sampai dengan 1: 6 atau lebih tergantung penggunaannya. Mortar semen lebih kuat dari jenis mortar lain, sehingga mortar semen sering digunakan untuk tembok, pilar, kolom atau bagian-bagian lain yang menahan beban. Mortar ini rapat air, maka juga sering digunakan untuk bagian luar dan yang berada dibawah tanah. Dalam adukan beton atau mortar, air dan semen membentuk pasta yang disebut pasta semen. Pasta semen ini selain mengisi pori-pori diantara butir-butir agregat halus, juga bersifat sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiranbutiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu masa yang kompak atau padat.

4. Mortar Khusus

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar kapur dan mortar semen dengan tujuan tertentu. Mortar ringan diperoleh dengan menambahkan asbestos fibres, jutes fibres (serat alami), butir-butir kayu, serbuk gergaji kayu, serbuk kaca dan lain sebagainya. Mortar khusus digunakan dengan tujuan dan maksud tertentu, contohnya mortar tahan api diperoleh dengan penambahan serbuk bata merah dengan alum inous cement, dengan perbandingan satu aluminous cement dan dua serbuk batu api. Mortar ini biasanya dipakai untuk tungku api dan sebagainya.

Didalam penggunaannya, mortar harus memenuhi standar untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Mortar yang baik harus memenuhi sifat-sifat sebagai berikut :

- Murah
- Tahan lama (awet) dan tidak mudah rusak oleh pengaruh cuaca
- Mudah dikerjakan (diaduk, diangkut, dipasang dan diratakan)
- Cepat kering dan keras
- Tahan terhadap rembesan air
- Tidak timbul retak-retak setelah dipasang

2.8 Parameter-Parameter Yang Mempengaruhi Kualitas Semen

1. Hilang Pijar/ *Lost Of Ignition* (LOI)

Hilang pada pemijaran adalah tes yang digunakan dalam analisis kimia anorganik khususnya dalam analisis mineral dengan jalan memijarkan contoh pada suhu tertentu, sehingga zat mudah terbang akan terlepas sampai pada posisi konstan. pengujian sederhana biasanya dilakukan dengan menempatkan beberapa gram bahan dalam wadah yang telah diketahui bobotnya kemudian dimasukkan kedalam tungku yang suhunya dapat dikontrol dan ditempatkan selama waktu tertentu. Setelah itu didinginkan dan ditimbang kembali, proses pemanasan dapat diulang untuk memastikan bahwa sudah tidak terjadi perubahan berat. Variasi dari pengujian ini adalah perubahan yang diakibatkan oleh suhu, hal ini disebut *Thermogravity* (Rudianto. 2010).

Penentuan hilang pijar (lost of ignition) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\% HP = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100\%$$

Sumber : SNI 15-2049-2015

Dimana : W1 = berat contoh awal (gr)

W2 = berat contoh sisa pijar (gr)

Hilang pijar dilaporkan sebagai hilangnya bagian dari suatu material atau oksida dari suatu mineral. Zat mudah terbang pada hilang pijar adalah air terikat dan karbon dioksida dari karbonat, dan ini dapat digunakan sebagai pengujian kualitas. Hilang pijar pada semen terutama disebabkan oleh terjadinya penguapan air Kristal yang berasal dari gypsum serta penguapan CO₂. Pada semen yang baru diproduksi, nilai hilang pijar berkisar antara 0,5 % - 0,8 % sesuai dengan jumlah Kristal yang terdapat di gypsum (Supatmo, Lilo. 2011).

2. Kehalusan/ *Blaine*

Kehalusan semen merupakan salah satu syarat mutu fisika semen karena akan menentukan luas permukaan partikel-partikel semen pada saat hidrasi. Semakin halus semen maka kekuatan, panas hidrasi, dan kebutuhan air per satuan berat semen akan semakin tinggi, serta reaksi hidrasi akan semakin cepat. Disamping itu, hal tersebut dapat menyebabkan semakin singkatnya settling time serta mudah terjadinya shrinkage sehingga menimbulkan keretakan pada konstruksi beton. Semen yang mempunyai kehalusan terlalu tinggi akan mudah menyerap air dan CO₂ dari udara. Jika semen terlalu kasar, maka kekuatan, plastisitas dan kestabilannya akan berkurang. Oleh karena itu untuk menjaga agar semen didapat dengan baik, kehalusannya harus dijaga (Supatmo, Lilo. 2011).

Kehalusan semen ini akan mempengaruhi konsistensi normal, dan waktu pengikat. Semakin halus suatu semen, semakin besar luas permukaannya, sehingga air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi normal semakin tinggi, reaksi hidrasi dan waktu pengikatan semakin cepat, serta panas hidrasi dan kuat tekan semakin tinggi. Namun bila semen memiliki kehalusan yang sangat tinggi, pengikatan akan terjadi dengan sangat cepat sehingga uap air dan CO₂ dari udara mudah terserap ke dalam semen. Akibatnya, penyusutan (*shrinkage*) akan lebih rentan terjadi nilai suhu tidak terkontrol. Penyusutan adalah pengurangan volume beton akibat terjadinya penguapan air yang cepat dalam semen. Pengaruhnya dalam fisik adalah mudahnya timbul retakan pada konstruksi beton. Sebaliknya, bila semen terlalu kasar, kuat tekan, plastisitas, dan kestabilannya akan rendah. Oleh karena itu, pada proses produksi, penentuan

kehalusan semen harus dipilih dengan hati-hati. Pada percobaan ini, kadar blaine masing-masing sampel semen dikondisikan $3200 \pm 50 \text{ cm}^2/\text{gr}$.

Pengujian kehalusan ini menggunakan alat *blaine*. Alat ini digunakan untuk mengukur ukuran partikel berdasarkan sifat porositas sampel semen. Porositas adalah perbandingan volume rongga didalam semen. Cara kerja alat ini berdasarkan ketinggian cairan dibutir platat dalam kedua kolom adalah sama. Cairan dikolom sebelah kanan dibuat lebih tinggi dari sebelahnya lalu dihitung berapa detik waktu yang diperlukan untuk mencapai tingkat yang sama. Penentuan kehalusan (Blaine) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$S = F \sqrt{t}$$

Sumber : SNI 15-2049-2004 (2012)

Dimana :

S = Kehalusan semen (cm^2/gr) F = Faktor korelasi (419,79)

3. Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah sifat kemampuan menahan atau memikul suatu beban tekan. Kekuatan tekan yang diukur adalah kekuatan tekan pasta, mortar dan beton terhadap beban yang diberikan. Kuat tekan dipengaruhi oleh komposisi mineral utama. C_2S memberikan kontribusi yang besar pada perkembangan kuat tekan awal, sedangkan C_2S memberikan kekuatan semen pada umur yang lebih lama. C_3A mempengaruhi kuat tekan sampai pada umur 28 hari dan selanjutnya pada umur berikutnya pengaruh ini semakin kecil.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur apabila dibebani dngan gaya desak tertentu. Pada umumnya beton yang baik adalah beton yang mempunyai kuat desak yang tinggi. Karena mutu beton hanya ditinjau dari kuat desaknya saja. Umur beton berpengaruh pada kuat desak beton

Pengukuran kuat tekan beton dilakukan dengan membuat benda uji pada saat pengadukan beton berlangsung. Benda uji berupa cetakan berbentuk kubus beton dengan ukuran sisi masing-masing 5 cm, benda uji ini kemudian ditekan dengan mesi penekan sampai pecah. Beban tekan maksimum yang diperlukan untuk

memecahkan benda uji dibagi dengan luas penampang kubus benda uji maka akan diperoleh nilai kuat tekan. Nilai kuat tekan dinyatakan dalam Mpa atau Kg/ cm² dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kuat tekan beton } f_c' = \frac{P}{A}$$

Dimana : f_c' = kuat tekan benda uji (Mpa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Faktor yang mempengaruhi kuat tekan yaitu :

1. Kualitas semen, meliputi kehalusan dan komposisi semen. Makin halus partikel-partikel semen akan menghasilkan kekuatan tekan makin tinggi.
2. Kualitas selain semen, meliputi kualitas agregat, kekuatan tekan agregat dan pasta, kekerasan permukaan, konsentrasi, ukuran agregat, water cement ratio, volume udara, cara pengerjaan seperti pengadukan, compacting, juga pengeringan dan umur mortar.