

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Uraian Proses.

#### II.1.1 Tahapan Proses Pembuatan Semen

1. Penyediaan bahan baku
2. Pengolahan bahan baku
3. Pembakaran bahan baku
4. Penggilingan klinker dan gypsum
5. Penggilingan akhir
6. Pengemasan

##### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan adalah batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ), tanah liat, ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{Si}_2\text{O}_3$ ), pasir besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), pasir silica ( $\text{SiO}_2$ ), dan gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) sebagai bahan retarder.

Sebagai bahan koreksi digunakan :

- a. *Hight grade limestone*, untuk tambahan CaO
- b. Bauxite, untuk kekurangan  $\text{Al}_2\text{O}_3$
- c. Quartz, untuk kekurangan  $\text{SiO}_2$
- d. Iron ore atau phirite, untuk kekurangan  $\text{FeO}_3$

Sebagai bahan tambahan digunakan :

- a.  $\text{CaF}_2$  dapat ditambahkan ke Raw mix untuk memperbaiki pembakaran
- b. Basr furnace, slag, fly ash, natural pozzolan

##### 2. Pengolahan Bahan Baku

Bahan baku berupa batu kapur, tanah liat, pasir silica, dan pasir besi diolah menjadi campuran feed kering untuk umpan rotary kiln.

Proses pengolahan ada 3 bagian yaitu :

- a. *Storage* batu kapur
- b. Pengertian tanah liat (tanah liat dikeringkan dalam rotary kiln untuk menurunkan kadar air.

c. *Roller mill*

Alat mill berfungsi sebagai penggilingan, pengeringan, serta penyampuran material yaitu batu kapur, tanah liat, pasir silika dan pasir besi.

3. Pembakaran Bahan Baku

Alat – alat yang digunakan pada proses pembakaran :

a. Rotary Kiln

Rotary kiln berupa silinder panjang berbentuk horizontal. Rotary kiln terbagi 4 zona :

1) Zona Penguapan

Pada zona ini terjadi pemanasan awal dan penguapan air bebas dengan suhu 250-300°C terdapat rantai yang berguna untuk :

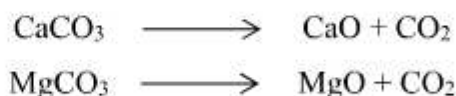
- Membantu mentransfer panas
- Membantu mengalirkan material
- Filter

2) Zona Pengeringan

Proses pengeringan terjadi pada suhu 350-500°C

3) Zona Kalsinasi

Pada zona ini suhu berkisar antara 500-1000°C dan terjadi penguapan zat CO<sub>2</sub>



4) Zona Pembakaran

Pada zona ini suhu berkisar antara 1000-1450°C dan terjadi reaksi klinkerisasi CaO yang tidak tereaksi pada saat klinkerisasi akan terjadi CaO bebas (Free Lime)

b. Clinker Cooler

Alat ini berfungsi untuk mendinginkan terak yang keluar dari kiln.

Cooler dibagi menjadi 2 bagian :

- Bagian bawah dihubungkan langsung dengan blower untuk menarik udara dingin
- Bagian atas berhubungan langsung dengan letak panas

#### 4. Penggilingan Klinker dan Gypsum

Dalam proses ini, hasil penggilingan berupa klinker atau terak ditambahkan gypsum untuk semen tipe OPC sedangkan gypsum ditambah trass untuk semen tipe PPC. Setelah itu digiling di finish mill.

#### 5. Penggilingan Akhir

Alat yang digunakan pada proses ini adalah VRM. VRM bertujuan untuk menggiling campuran klinker dan bahan baku tambahan yang ditambahkan sampai menjadi semen. Alat ini dilengkapi dengan air separator yang berfungsi sebagai pemisah material kotor dan halus. Material yang halus ditarik masuk ke silo. Suhu material yang masuk  $80^{\circ}\text{C}$  dan suhu material yang keluar adalah  $120^{\circ}\text{C}$ .

#### 6. Pengemasan

Pada tahap ini, pendistribusian semen dibagi menjadi 2, yaitu melalui curah dalam bentuk kemasan atau bag. Yang kemudian pendistribusiannya bisa melalui jalur darat maupun laut menggunakan kapal.

### **II.1.2 Proses Pembuatan semen**

#### 1. Proses Basah

Pada proses basah material digiling dengan kadar air 20-27%. Alur yang memenuhi syarat dimasukkan ke dalam kiln untuk dibakar dengan air panas sebesar 1200-1300 KKal/kg klinker.

Keuntungan :

- a. Umpan kiln lebih homogen
- b. Tidak dipengaruhi oleh fluktuasi kadar air
- c. Kadar alkali klorida dan sulfat tidak menimbulkan gangguan penyempitan dalam saluran

Kerugian :

- a. Kiln yang digunakan relatif lebih panjang 22 dibanding proses kering
- b. Rata rata kapasitas lebih besar
- c. Butuh pemanas biasa produksi yang tinggi

2. Proses Semi Basah

Proses ini dikenal juga sebagai *shaff kiln* proses, dimana umpan tepung baku (*Slurry*) dicampur langsung dengan batu bara dan air, sehingga membentuk *cake*. *Cake* tersebut diumpankan ke dalam tanur tegak. Proses pengeringan, pemanas awal kalsinasi terjadi secara berurutan dalam tanur, kebutuhan panas pada proses ini sekitar 250 kkal/kg klinker.

3. Proses Kering

Proses ini ditentukan prinsip *preblending* dengan system homogenisasi dan draw. Dimana umpan tanurnya berupa butiran tepung baku berkadar air 0,1 – 1%. Penguapan air prokalsinasi dilaksanakan disuspensi *preheater*. Pada tanur putar dilaksanakan kalsinasi sisa dan pembentukan mineral. Sedangkan kebutuhan panasnya sekitar 700-800 kkal/kg klinker.

Keuntungan :

- a. Kiln yang digunakan relatif lebih pendek
- b. Pemakaian bahan bakar lebih hemat
- c. Pemakaian panas lebih sedikit dan efisien

Kerugian :

- a. Banyak menimbulkan debu
- b. Campuran tepung baku kurang homogen dibanding dengan proses basah sehingga mutu semen kurang baik
- c. Flukruasi kadar air sangat mengganggu operasi karena material lengket di inlet.



#### 4. Proses Semi Kering

Pada proses ini umpan tepung dengan kadar air 100 – 50% dibentuk berupa butiran, yang kemudian dijadikan umpan prapemanasan. Kebutuhan panas pada proses semi kering adalah sekitar 850-900 kkal/kg klinker.

### II.1.3 Sifat – Sifat Semen

#### 1. Sifat Fisika

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 hidrasi *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, *concentrate mix* dan *curing condition*.

d. Konsistensi

Konsistensi semen adalah kemampuan semen mengalir setelah bercampur dengan air. Alat pengujinya adalah *vicat*.

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

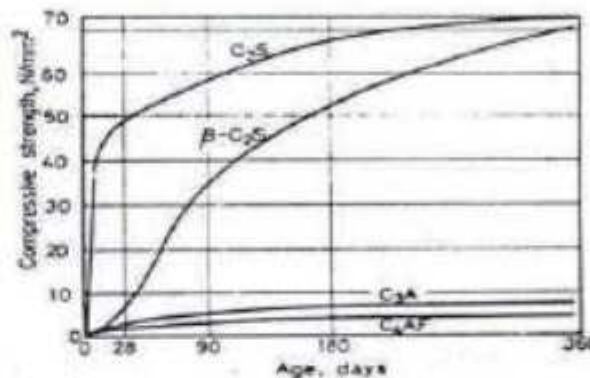
Pengikatan adalah timbulnya gejala kekakuan pada semen. Semen yang bereaksi dengan air pada awalnya membentuk lapisan yang bersifat plastis dan lama-kelamaan akan membentuk kristal. Waktu mulai terbentuknya kristal atau timbulnya kekakuan pada semen disebut *initial set*. Setelah melalui tahap ini rongga yang ada di dalam semen terisi oleh senyawa-senyawa hidrat dan membentuk titik-titik kontak yang menghasilkan kekakuan.

Proses ini berlangsung hingga semua rongga terisi kristal dan akan semakin kaku akhirnya tercapai *final set*. Selanjutnya proses pengerasan secara tetap (*hardening*) mulai terjadi. Faktor-faktor yang mempengaruhi semen adalah *temperatur*, rasio semen dengan air, karakteristik semen, kandungan dan kereaktifan  $SO_3$ , jumlah dan reaktifitas  $C_3S$  serta kehalusan semen. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeras ditunjukkan melalui analisa *setting time*. Analisa *setting time* dapat menunjukkan normal atau tidaknya reaksi hidrasi semen. Alat pengujinya adalah alat *vicat* dan *gillmore*.

f. 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. Pengaruh komponen-komponen penyusun terak terhadap kuat tekan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar II.1.1. Grafik Hubungan Antara Komponen Penyusun Semen Dengan Kuat Tekan.

g. Densitas

Densitas semen tidak berpengaruh pada kualitas, tetapi sangat diperlukan dalam perhitungan.

h. *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.

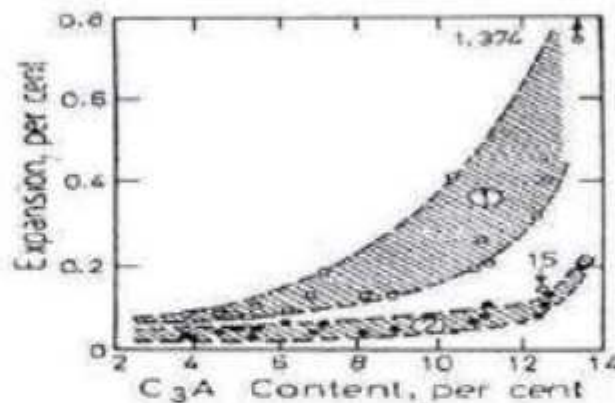
i. *Soundness*

*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:



- Reaksi antara  $C_3A$  dengan  $SO_3$  yang membentuk *ettringite* ( $C_6AS_3H_{32}$ )
- Hidrasi free lime, yaitu reaksi  $CaO$  dengan  $H_2O$
- 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 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar II.1.2. Grafik Hubungan Reaksi  $C_3A$  Dengan Sulfat Terhadap Efek Ekspansi

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa daerah kurva 1 menunjukkan pengaruh dari reaksi  $C_3A$  dengan sulfat terhadap efek ekspansi setelah satu tahun dan kurva 2 setelah satu bulan.

j. Konsistensi

Konsistensi semen adalah kemampuan semen mengalir setelah bercampur dengan air. Alat pengujinya adalah *vicat*.

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

Pengikatan adalah timbulnya gejala kekakuan pada semen. Semen yang bereaksi dengan air pada awalnya membentuk lapisan yang bersifat plastis dan lama-kelamaan akan membentuk kristal. Waktu mulai terbentuknya kristal atau timbulnya kekakuan pada semen



disebut *initial set*. Setelah melalui tahap ini rongga yang ada di dalam semen terisi oleh senyawa – senyawa hidrat dan membentuk titik–titik kontak yang menghasilkan kekakuan. Proses ini berlangsung hingga semua rongga terisi kristal dan akan semakin kaku akhirnya tercapai *final set*. Selanjutnya proses pengerasan secara tetap (*hardening*) mulai terjadi. Faktor–faktor yang mempengaruhi semen adalah suhu, rasio semen dengan air, karakteristik semen, kandungan dan kereaktifan  $SO_3$ , jumlah dan reaktifitas  $C_3S$  serta kehalusan semen. Waktu yang dibutuhkan untuk mengeras ditunjukkan melalui analisa *setting time*. Analisa *setting time* dapat menunjukkan normal atau tidaknya reaksi hidrasi semen. Alat pengujinya adalah alat *vicat* dan *gillmore*.

## 2. Sifat Kimia

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.

### I. Reaksi kimia dan perubahan yang terjadi setiap kenaikan suhu

#### a) Pengurangan kadar air

Pada  $100^{\circ}C$  Terjadi proses pengurangan kadar air.

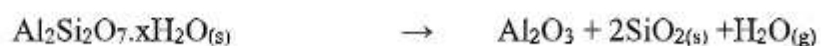
Reaksi :



#### b) Proses pelepasan air hidrat *clay* (tanah liat)

Pada  $500^{\circ}C$  terjadi proses air kristal akan menguap. Pelepasan kristal ini terjadi pada kristal hidrat dari tanah liat.

Reaksi :



c) Proses kalsinasi

Pada 700°C – 900°C terjadi tahapan penguapan CO<sub>2</sub> dari *limestone* dan mulai kalsinasi.

Reaksi :



d) Reaksi pembentukan senyawa semen C<sub>2</sub>S

Pada 800°C – 900°C terjadi pembentukan *calcium silikat*, sebenarnya sebelum suhu 800°C sebagian kecil sudah terjadi pembentukan garam *calcium silikat* terutama C<sub>2</sub>S.

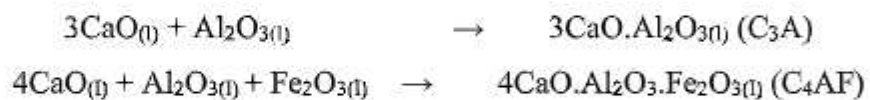
Reaksi :



e) Reaksi pembentukan senyawa semen C<sub>3</sub>A dan C<sub>4</sub>AF

Pada 1095°C – 1205°C terjadi pembentukan *calcium aluminat* dan *calcium alumina ferrit*.

Reaksi :



f) Reaksi pembentukan senyawa semen C<sub>3</sub>S

Pada 1260°C-1455°C terjadi pembentukan *calcium silikat* terutama C<sub>2</sub>S mulai menurun karena membentuk C<sub>3</sub>S.

Reaksi :



## II. Hidrasi Semen

Jika semen dicampur dengan air maka akan terjadi reaksi dengan komponen-komponen yang ada dalam semen dengan air yang reaksinya disebut reaksi hidrasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi hidrasi adalah kehalusan semen, jumlah air, temperatur dan komposisi kimia. Hasil dari reaksi-reaksi ini adalah senyawa hidrat.

Di dalam semen, gypsum berfungsi untuk memperlambat *setting* (pengeringan). *Gypsum* terutama bereaksi dengan  $C_3A$  membentuk *ettringite* yang akan melapisi  $C_3A$  dan menahan reaksi  $C_3A$ , lapisan ini akan pecah dan akan digantikan dengan lapisan yang baru sampai seluruh *gypsum* habis bereaksi. Bila kadar gypsum dalam semen terlalu tinggi maka jumlah lapisan yang melindungi  $C_3A$  akan semakin banyak dan waktu pengerasan semakin lama.

Walau gypsum dapat memperlambat pengerasan semen namun kandungan *gypsum* dibatasi (berdasarkan jumlah  $SO_3$ ). Karena bila kelebihan  $SO_3$  di dalam semen akan menyebabkan ekspansi sulfat yang menimbulkan keretakan pada beton. Kandungan maksimum  $SO_3$  dalam semen 1,6 – 3%..

### III. *Durability*

*Durability* adalah ketahanan semen terhadap senyawa-senyawa kimia, terutama terhadap senyawa sulfat. Senyawa sulfat biasanya terdapat di dalam air laut dan air tanah. Senyawa ini menyerang beton dan menyebabkan ekspansi volume dan keretakan pada beton.

Mineral  $C_3A$  adalah komponen semen yang paling reaktif terhadap senyawa sulfat yang ada dalam air dan membentuk *High Calcium Sulfaluminate Hydrat* ( $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H_2$ ). Oleh karena itu semen untuk pelabuhan harus mempunyai kadar  $C_3A$  yang rendah.

### IV. Kandungan alkali dalam semen

Kandungan *alkali* ( $Na_2O$  dan  $K_2O$ ) dalam semen cukup menguntungkan yaitu mengatur pelepasan *alkali* pada proses hidrasi dan dalam bentuk senyawa *alkali sulfat* dapat meningkatkan kekuatan awal semen (10% dalam waktu 28 hari) Tetapi kandungan *alkali* dalam semen dibatasi < 0,6 % (dalam bentuk  $Na_2O$ ) karena kandungan alkali yang besar dapat menimbulkan fenomena ekspansi alkali. Alkali bereaksi dengan agregat yang terdapat dalam campuran beton.



#### V. Panas Hidrasi

Panas hidrasi adalah panas yang ditimbulkan saat semen bereaksi dengan air. Besarnya panas hidrasi tergantung dari komposisi semen dan kehalusan dari semen serta temperatur proses. Alat pengujinya adalah Bomb kalorimeter.

Tabel 1. Panas Hidrasi

Komponen	Senyawa Hidrasi yang terbentuk	Panas Hidrasi (kj/kg)
C <sub>3</sub> S (+H)	C-S-H + CH	520
B – C <sub>2</sub> S (+H)	C-S-H + CH	260
C <sub>3</sub> A (+CH+H)	C <sub>4</sub> AH <sub>19</sub>	1160
C <sub>3</sub> A (+H)	C <sub>3</sub> AH <sub>6</sub>	910
C <sub>3</sub> A (+CSH <sub>2</sub> +H)	C <sub>4</sub> ASH <sub>12</sub>	1140
C <sub>3</sub> A(+CSH <sub>2</sub> +H)	C <sub>6</sub> AS <sub>3</sub> H <sub>32</sub>	1670
C <sub>3</sub> AF (+CH+H)	C <sub>3</sub> (A <sub>2</sub> F)H <sub>6</sub>	420

#### VI. Kelembaban Semen

Kelembaban semen akan berakibat :

- Menurunkan *specific gravity*
- Terjadi *false set*
- Terbentuknya gumpalan – gumpalan
- Menurunnya kualitas semen
- Bertambahnya *loss on ignition*
- Bertambahnya *setting time* dan *hardening*
- Penurunan tekanan

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

#### VII. *Free lime* (Kapur bebas)



Sifat kimia lain semen adalah kandungan *free lime* yang dimilikinya. *Free lime* adalah kapur (CaO) yang tidak bereaksi selama pembentukan terak. Kadar CaO di dalam semen dibatasi maksimal 1 %. Kadar *free lime* yang tinggi membuat beton memiliki kuat tekan yang rendah (akibat ekspansi kapur bebas) membentuk gel yang akan mengembang (*swelling*) dalam keadaan basah sehingga dapat menimbulkan keretakan pada beton.

#### VIII. *LOI (Loss On Ignition)*

*LOI* adalah hilangnya beberapa mineral akibat pemijaran. Senyawa yang hilang akibat pemijaran adalah air dan CaO. Kristal-kristal tersebut mudah terurai mengalami perubahan bentuk untuk jangka waktu yang panjang, sehingga dapat menimbulkan kerusakan beton setelah beberapa tahun. Oleh karena itu kadar *LOI* perlu diketahui agar penguraian mineral dalam jumlah yang besar dapat dicegah.

### II.1.4 Fungsi Semen

Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir - butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting. Semen yang digunakan untuk pekerjaan beton harus disesuaikan dengan rencana kekuatan dan spesifikasi teknik yang diberikan

### II.1.5 Macam-Macam Semen

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

#### 1. *Semen Portland*

Merupakan semen hidrolis yang diperoleh dengan menggiling terak yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, bersama bahan tambahan biasanya digunakan gypsum.

Berdasarkan banyaknya presentase kadar masing-masing komponen ASTM (*American Society of Testing Material*) C 150 – 95 membagi lima macam type semen portland. Berikut adalah 5 tipe semen *portland*, yaitu :

a. *Ordinary Portland Cement* (Semen Tipe 1)

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.

b. *Moderate Heat Cement* (Semen Tipe 2)

Semen ini digunakan dalam situasi yang memerlukan kalor hidrasi yang tidak terlalu tinggi atau untuk bangunan beton biasa yang dapat terkena aksi sulfat. Kalor yang dilepas saat semen ini mengeras tidak boleh lebih dari 295 joule/gram sesudah 7 hari dan 335 joule/gram sesudah 28 hari.

c. *High Early Strength Cement* (Semen Tipe 3)

Semen dengan kekuatan awal tinggi yang terbentuk dari bahan baku yang mengandung perbandingan gamping-silika lebih tinggi dari yang digunakan untuk semen type I, dan penggilingannya pun lebih halus dari type I. Semen ini mengandung trikalsium silikat lebih banyak dari *semen portland* biasa. Hal ini disamping kehalusannya menyebabkan semen ini lebih cepat mengeras dan lebih cepat mengeluarkan kalor.

d. *Low Heat Cement* (Semen Tipe 4)

Semen portland dengan kalor-rendah, persen kandungan C<sub>3</sub>S dan C<sub>3</sub>A lebih rendah. Akibatnya persen tetra kalsium aluminoforit (C<sub>4</sub>AF) lebih tinggi karena adanya Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang ditambahkan untuk mengurangi C<sub>3</sub>A. Kalor yang dilepas pun tidak boleh lebih dari 250 dan 295 joule/gram masing-masing sesudah 7 dan 28 hari, dan kalor hidrasinya adalah 15 - 35 % dari kalor hidrasi semen biasa/HES.

e. *Sulfat Resistance Cement* (Semen Tipe 5)

Semen *portland* tahan sulfat adalah semen yang karena komposisinya atau cara pengolahannya, lebih tahan terhadap sulfat daripada keempat jenis lainnya. Semen type V ini digunakan bila penerapannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Semen ini mengandung C<sub>3</sub>A lebih rendah dari ketiga semen lain. Akibatnya kandungan C<sub>4</sub>AF-nya lebih tinggi.

2. Semen Putih

Semen putih dibuat untuk tujuan dekoratif bukan untuk tujuan konstruktif, misalnya untuk bangunan arsitektur. Pembuatan semen ini membutuhkan persyaratan bahan baku dan proses pembuatan yang khusus, misalnya bahan mentah mengandung oksida besi dan oksida mangan yang sangat rendah yaitu dibawah 1%.

3. Semen Anti Bakteri

Semen ini pada dasarnya adalah Semen Kalsium Aluminat yang dibuat dengan melebur campuran batu kapur dan bauksit. Bauksit ini biasanya mengandung oksida besi, silika dan magnesium. Semen ini mengeras sangat cepat dan banyak digunakan pada daerah pelabuhan, namun semen ini tidak tahan terhadap sulfat.

4. Semen Anti Bakteri

Semen campuran yang homogen antara semen *portland* dengan



*anti bacterial agent* seperti *germicide*. Bahan tersebut ditambahkan untuk *self disinfectant* beton terhadap serangan bakteri dan jamur yang tumbuh. Biasa digunakan pada pembuatan kolam, kamar mandi. Semen ini mempunyai sifat yang sama dengan semen *portland type I*.

#### 5. Semen *Pozzoland*

Semen ini diperoleh dengan menggiling terak. Semen *portland* dengan *trass* sebagai bahan *pozzolannya*. Jenis semen ini diproduksi untuk pengecoran beton massa, irigasi, bangunan di tepi laut dan tanah rawa yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi rendah.

#### 6. *Water Proofed Cement*

Semen dari campuran yang homogen antara Semen *Portland* dengan *Water Proofing agent* dalam jumlah kecil seperti kalsium, aluminium atau lainnya. Semen ini dipakai untuk konstruksi beton yang berfungsi sebagai penahan tekanan hidrolis, misalnya tangki penyimpan cairan kimia.

#### 7. *Oil Well cement*

Semen *Portland* yang dicampur dengan bahan *retarder* seperti asam borat, casein, lignin, gula atau organik hidroxid acid. Fungsi *retarder* untuk mengurangi kecepatan pengerasan semen, sehingga adukan dapat dipompakan dalam sumur minyak atau gas. Umumnya semen ini digunakan pada *primary cementing*.

## II.2 Uraian Tugas Khusus

Pegujian dan perbandingan Semen Mansory dengan Semen PCC.

### A. Latar Belakang Masalah dan Penyelesaian

Semen telah dikenal sejak zaman dahulu dengan ditemukannya semacam batuan alam yang dapat di kalsinasi menghasilkan suatu produk yang akan mengeras ketika dicampur kan dengan air dahulu bangsa Mesir kuno menggunakan semen sebagai pembuat Pyramid sedangkan bangsa Yunani dan Romawi



menggunakan abu vulkanik yang bercampur dengan batu kapur dan menjadikannya semen. Pada era globalisasi sekarang semen sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia diantaranya untuk membuat bangunan seperti jalan rumah perkantoran gedung pusat perbelanjaan pusat hiburan dan lain-lain. Oleh sebab itu tingkat kebutuhan akan produksi semen dari hari ke hari semakin besar hal ini ditinjau dari sisi kualitas maupun kuantitasnya. Dikarenakan banyak konsumen / pasar dari semen ini menyebabkan pihak konsumen industry semen berkembang dengan sangat cepat dan banyak perusahaan semen baru kemunculan pabrik pabrik semen baru didirikan semuanya berlomba-lomba tersebut agar memperoleh pasar yang luas di tengah-tengah masyarakat dari persaingan yang timbul tersebut pada akhirnya yang kuatlah yang akan keluar sebagai pemenang. industry semen agar dapat berkembang lebih jauh dibandingkan industry lainnya

Dari adanya semen baru ini tentu saja kita harus bisa mengetahui kenapa semen ini ada, dan apa juga bedanya dengan semen yang pernah ada. Sehingga kami disini akan membandingkan sebuah produk semen masonry dan semen PCC yang telah ada sebelumnya.

## **B. Jenis Semen Yang Diuji**

### **1. Semen Mansory**

Dynamix Masonry merupakan produk semen khusus untuk aplikasi non struktural seperti pasangan (bata, keramik, batako) plesteran, acian, profil dan sudut. Masonry hadir sebagai pilihan konsumen untuk mendapatkan kualitas bangunan bermutu dengan harga terjangkau. Dynamix Masonry memiliki keunggulan berupa dry control agent, inovasi untuk menghasilkan adukan yang lebih pulen, waktu kering yang pas dan daya rekat yang baik. Sehingga pekerjaan cepat selesai dan memberikan hasil yang tahan lama.

Penggunaan produk aplikasi yang tepat guna akan memberikan keuntungan maksimal, tidak hanya efisien dari segi biaya pembangunan, Dynamix Masonry juga membantu pemilik rumah atau proyek untuk membangun dengan lebih cepat

dan bangunan lebih tahan lama. Bagi tukang atau kontraktor, tentunya ini berarti membantu meningkatkan produktifitas dan mengurangi perbaikan.

## 2. Semen PCC

Semen PCC (Portland Composite Cement) adalah semen hidrolis yang terbuat dari penggilingan terak (dinker) semen portland dengan gipsium dan bahan pozzolan dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan

anorganik lainnya. Semen PCC ini dapat digunakan untuk berbagai macam kontruksi umum pada berbagai macam mutu beton pada bangunan perumahan, bangunan bertingkat, jembatan, jalan raya, landasan pacu pesawat udara, bendungan, bangunan irigasi, pembuatan acian dan bahan bangunan dan lain-lain.

Semen ini lebih mudah dalam pengerjaannya dan menghasilkan permukaan beton/plester yang lebih rapat dan lebih halus untuk proses pembangunan, suhu beton/panas hidrasi lebih rendah dan tidak mudah retak. Semen PCC lebih tahan terhadap serangan sulfat sehingga aman untuk bangunan. Semen ini juga lebih kedap air, permukaan acian lebih halus dan lebih ramah terhadap lingkungan karena lebih mengurangi gas CO<sub>2</sub> ke udara dan juga mengurangi energi bahan bakar batu bara dan bahan baku dengan optimalisasi penggunaan klinker.

## C. Pengujian Semen

### 1. Uji XRF

Uji XRF dilakukan untuk mengetahui Komposisi kimia di dalam semen ditetapkan dengan menggunakan alat X-ray fluorescence (XRF). Komposisi kimia blended cement meliputi oksida logam seperti SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, dan SO<sub>3</sub>. Penambahan aditif batu kapur yang ditambahkan pada blended cement. Dimana hasil dari XRF semen masonry dan pcc yang kami uji sebagai berikut ini :

LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
PT. CEMINDO GEMILANG  
GRESIK, JAWA TIMUR

Kandungan	Masonry(%)	PCC(%)
SiO <sub>2</sub>	18.6	17.3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.4	4.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.4	2.3
CaO	56.1	60.4
MgO	2.8	2.3
SO <sub>3</sub>	2.5	1.7

Dari uji XRF ini telah menjelaskan bahwasanya komposisi kandungan semen masonry dan semen pcc tidak berbeda jauh, dimana kandungan senyawa SiO<sub>2</sub> pada semen masonry dan PCC hanya berbeda 1.3% saja, sedangkan untuk senyawa Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tidak ada perbedaannya atau sama. Untuk senyawa Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hanya berbeda 0.1% saja, pada senyawa MgO terdapat perbedaan sebesar 0.5%, pada senyawa SO<sub>3</sub> terdapat perbedaan sebesar 0.8%. sedangkan untuk senyawa CaO perbedaannya cukup tinggi yaitu sebesar 4.3%.

## 2. Uji Loss On Ignition

Loss on Ignition adalah parameter yang digunakan dalam analisa semen dengan cara memanaskan sampel semen pada suhu tinggi berkisar 950°C. Menurut National Lacustrine Core Facility (2013), uji ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan bobot air dan senyawa organik. Selain itu, analisa ini bertujuan untuk mengendalikan jumlah limestone filler dalam semen Akibat pemanasan pada suhu tinggi, ada sebagian massa sampel yang hilang karena terbebaskan menjadi gas. Komponen tersebut antara lain air (moisture) serta gas CO<sub>2</sub> sebagai senyawa yang dihasilkan dari dekomposisi CaCO<sub>3</sub>. Uji Loss on Ignition juga digunakan sebagai pengujian zat yang akan terbebaskan sebagai gas pada saat terpanaskan atau dibakar. Apabila nilai Loss on Ignition semakin tinggi pada kiln feed maka berarti



semakin sedikit kiln feed yang berubah menjadi klinker. Dalam pengujian yang didapatkan hasil seperti tabel di bawah ini :

Semen	Loss on Ignition	Standart Loss on Ignition
Masonry	12.25 %	11.5%
PCC	14 %	13.0%

Dari tabel di atas dapat kita lihat bahwasanya hasil pengujian Loss on Ignition pada semen masonry dan semen PCC sedikit melebihi dari standart yang telah ditetapkan oleh pihak perusahaan. Hal ini berkemungkinan terjadi dikarenakan terdapat galat pada bahan yang dikarenakan semen yang digunakan bukan semen baru ataupun galat pada saat penimbangan yang tidak akurat, cawan yang digunakan mengandung zat pengotor selain semen, serta waktu pemijaran yang singkat maupun terlalu lama. Oleh sebab itu pengujian yang diperoleh menjadi kurang akurat. Akan tetapi perbedaan dari Loss on Ignition dari semen masonry dan PCC tidaklah jauh berbeda Hal ini disebabkan karena kandungan  $\text{CaCO}_3$  pada semen masonry yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan semen PCC. Kandungan kalsium karbonat berlebih dapat bereaksi dengan asam sulfat membentuk zat cair dan gas yang membuat ketahanan semen menyusut.

### 3. Uji Insoluble

Insoluble dalah zat pengotor yang tetap tinggal setelah semen tersebut direaksikan dengan asam klorida (HCl), dan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Insoluble residue perlu dibatasi untuk mencegah tercampurnya Semen Portland dengan bahan-bahan alami lainnya yang tidak dapat dibatasi dari persyaratan fisika (Syafri, 1996). Dimana pengujian insoluble merupakan parameter atau batasan yang menyatakan kandungan zat pengotor yang terdapat dalam semen. Zat impuritis tersebut tetap tertinggal meskipun telah dilarutkan dalam larutan asamklorida (HCl) serta natrium hidroksida (NaOH). Zat pengotor ini dapat berupa  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  serta oksida lain yang terkandung di dalam sampel semen.



**LAPORAN PRAKTEK KERJA LAPANGAN  
PT. CEMINDO GEMILANG  
GRESIK, JAWA TIMUR**

Semen	Insoluble	Standart insoluble
Masonry	7 %	8%
PCC	4 %	5%

Dari hasil uji yang didapatkan dapat diketahui bahwasanya kandungan insoluble dalam semen masonry sebesar 7% dan pada semen PCC sebesar 4% dimana ini menandakan semen yang kami uji masih layak digunakan karena tidak melebihi standart maximum yang ditetapkan. Adapun penyebab yang menjadi perhatian jika analisa tidak memberikan hasil yang diharapkan antara lain adalah: Penimbangan yang tidak akurat, Cawan yang digunakan mengandung zat pengotor selain semen, Pemanasan dan pelarutan sampel semen yang tidak merata, Penyaringan serta pembilasan sampel yang tidak optimal, Temperatur furnace yang tidak optimum, Waktu pemijaran yang singkat maupun terlalu lama.

#### 4. Uji Freeline

Uji Freeline merupakan pengujian batu kapur yang tertinggal dalam semen dalam keadaan bebas, dikarenakan batu kapur tersebut tidak bereaksi dengan senyawa-senyawa asam selama proses klinkerisasi. Hal ini dapat terjadi karena ukuran partikel kiln feed tidak cukup halus, pembakaran klinker kurang sempurna, kandungan CaO yang terlalu tinggi dalam kiln feed, dan dekomposisi mineral klinker selama proses pendinginan. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian kadar freeline dalam semen masonry dan semen PCC :

Semen	Freeline	Standart Freeline
Masonry	0.61%	2%
PCC	0.58%	2%

Dari hasil pengujian didapatkan bahwasanya kandungan freeline dari semen masonry dan semen PCC tidak berbeda jauh yaitu sebesar 0.61% dan 0.58% dimana kandungan ini telah sesuai dengan standart yang ditetapkan yaitu kurang dari 2%.

### 5. Uji Setting Time

Uji Setting time merupakan pengujian waktu ikat beton dimana ini merupakan suatu proses yang bertahap, maka setiap definisi dari waktu pengikatan beton harus diperlakukan secara tidak tetap. Pada metode uji dengan ketahanan penetrasi ini waktu yang dibutuhkan mortar untuk mencapai nilai-nilai ketahanan penetrasi yang telah ditentukan untuk menetapkan dari waktu pengikatan beton. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan waktu ikat awal dan waktu ikat akhir dari binder beton geopolimer. Standar pengujian setting time adalah SNI-03-6825-2002 tentang Metode pengujian waktu ikat menggunakan alat vicat untuk pekerjaansipil. Waktu ikat awal akan ditentukan dari grafik penetrasi waktu, yaitu dimana penetrasi jarum vicat mencapai nilai 25 mm. Berikut ini merupakan hasil dari pengujian setting time dari semen masonry dan semen PCC :

Semen	Setting Time	
	Awal	Akhir
Mansory	06.50	12.45
PCC	07.00	13.00