

## PROSES PRODUKSI SEMEN PORTLAND PT. SEMEN BATURAJA

Delian Aupanisa Riskiah<sup>a\*</sup> Safaruddin<sup>b</sup>,

<sup>a</sup>Prodi D3 Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negri Sriwijaya Palembang

<sup>b</sup>SMBR Learning Development

email : [safaruddintohir@gmail.com](mailto:safaruddintohir@gmail.com)

### ARTICLE HISTORY

#### Received:

20 September 2022

#### Revised

23 September 2022

#### Accepted:

02 October 2022

#### Online available:

29 October 2022

**Kata kunci:** Proses  
Produksi, PT. Semen  
Baturaja, Klinkerisasi.

**Keywords:** *Production  
Process, PT. Semen  
Baturaja, Clinkerization*

#### \*Correspondence:

Name : Delian Aupanisa  
Riskiah  
E-mail: [safaruddintohir@gmail.com](mailto:safaruddintohir@gmail.com)

### Abstrak

Proses pembuatan semen yang dilakukan pada PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk ini menggunakan proses kering (*Dry process*). Proses produksi ini dimulai dari penyediaan bahan mentah, penggilingan bahan mentah, pembakaran, pendinginan klinker, penggilingan klinker, dan pengantongan semen. Pada PT. Semen Baturaja terdapat tambang batu kapur (lime stone) dan tanah liat (clay). Kemudian penggilingan batu kapur dengan menggunakan *dobble hammer*, dan untuk tanah liat menggunakan *dobble roller hamer*. Yang terjadi pada alat raw mill yaitu pencampuran bahan, penghancuran, pengayakan, dan pemanasan. Pada proses kiln membentuk klinker yaitu salah satu bahan pembuat semen. Hasil dari proses klinkerisasi itu sendiri tidak hanya di salurkan langsung pada proses semen mill, tetapi klinker juga di salurkan ke baprik PT. Semen Baturaja di unit semen mill yg ada di Palembang. Jadi proses klinkerisasi sendiri hanya di lakukan di PT. Semen Baturaja yang berada di Baturaja. Proses produksi ini menggunakan bahan baku utama yaitu batu kapur (lime stone) dan juga tanah liat (clay). Pada produksi ini juga menggunakan bahan tambahan yaitu pasir besi dan pasir silika. Pada semen mill menggunakan *pozolan*, klinker, dan *gypsum*. PT. Semen Baturaja memproduksi 2 tipe semen yaitu semen OPC dan juga semen PCC, yang dibedakan oleh komposisi klinker yg ada pada semen sesuai dengan kebutuhan semen itu sendiri. PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk mulai beroperasi secara komersil mulai pada tanggal 1 Juni 1981 dengan kapasitas produksi 450.000 ton klinker per tahun dan untuk meningkatkan kapasitas produksi untuk memenuhi kebutuhan semen maka dilaksanakan optimalisasi produksi klinker secara berkala mulai dari optimalisasi proyek terak-I sampai optimalisasi proyek terak -II (OPT-I sampai OPT-II).

### Abstract

The cement manufacturing process is carried out at PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk uses a dry process. This production process starts from the supply of raw materials, grinding raw materials, burning, clinker cooling, clinker milling, and cement bagging. In PT. Semen Baturaja there are limestone mines (lime stone) and clay (clay). Then the grinding of limestone by means of a *dobble hammer*, and for clay using a *dobble roller hamer*. What happens to raw mill tools is material mixing, crushing, sifting, and heating. In the kiln process of forming clinker, which is one of the cement-making materials. The result of the clinkerization process itself is not only distributed directly to the cement mill poroses, but the clinker is also distributed to the coal cement PT. Baprik in the cement mill unit in Palembang. So the clinkerization process itself is only carried out in the Baturaja cement PT which is located in the limestone. This production process uses the main raw materials, namely limestone (lime stone) and also clay (clay). In this production, it also uses additional materials, namely iron sand and silica sand. In cement mills use *pozolan*, clinker, and *gypsum*. PT. Semen Baturaja produces 2 types of cement, namely OPC cement and also PCC cement, which are distinguished by the clinker composition present in cement according to the needs of the cement itself. PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk began commercial operations starting on June 1, 1981 with a production capacity of 450,000 tons of clinker per year and to increase production capacity to meet cement needs, optimization of clinker production was carried out periodically starting from optimization of slag-I projects to optimization of slag projects -II (OPT-I to OPT-II).

## 1. PENDAHULUAN

Berdirinya pabrik semen baturaja pada awal mulanya banyak sekali masalah produksi yang terjadi di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk, untuk mengatasi masalah yang dihadapi dalam proyek tersebut, pemerintah Republik Indonesia mengeluarkan Peraturan Pemerintah nomor: 10 tahun 1978 memutuskan untuk melakukan penyertaan modal di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk, dengan penanaman modal tersebut maka komposisi sahamnya menjadi Pemerintah RI 90%, PT. Semen Gresik (Persero) 6% dan Semen Padang (Persero) 4%.

Pada tahun 1992 sampai dengan 1994 dilaksanakan Proyek Optimalisasi I secara swakelola yang bertujuan untuk mencapai target produksi dengan cara mengatasi beberapa masalah peralatan, sekaligus memulai perencanaan untuk meningkatkan kapasitas menjadi dua kali lipat dari kapasitas sebelumnya. Pada tahun 1996, PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk melanjutkan pengembangan perusahaan melalui Proyek Optimalisasi II (OPT-II) untuk meningkatkan kapasitas produksi menjadi dua kali lipat sebesar 1.250.000 ton semen per tahun. Pada proses pengerjaannya proyek OPT-II memakan waktu yang cukup lama disebabkan adanya krisis moneter berkepanjangan sehingga proyek OPT-II baru dapat diselesaikan pada tahun 2001.

Setelah beberapa tahun berdiri, PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk mulai menunjukkan perannya dalam mempercepat laju pertumbuhan dan pengembangan di daerah Sumatera Selatan khususnya. Peran yang mampu diberikan PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk antara lain :

- a) Mendorong tumbuhnya lapangan usaha baru dalam bidang konstruksi dan bahan bangunan, seperti pembuatan bantalan beton kereta api, tiang listrik beton, genteng beton, besi beton, konblok, batako dan bahan bangunan lainnya.
- b) Meningkatkan pembangunan dalam berbagai sektor antara lain : sektor perhubungan, pertanian, pertambangan, industri, ekonomi, sosial dan berbagai sektor lainnya.

Ditinjau dari segi ekonomi pendirian pabrik PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk di Sumatera Selatan memberikan keuntungan antara lain sebagai berikut:

- a) Untuk memenuhi kebutuhan semen di daerah Sumatera Selatan khususnya dan membantu pengadaan semen di daerah Sumatera Selatan.
- b) Penghematan devisa negara dan membuka lapangan kerja untuk 500 orang dengan kata lain mengurangi pengangguran.
- c) Meningkatkan kapasitas dalam sektor perhubungan terutama sektor perkereta-apian untuk eksploitasi Sumatera Selatan.

Dalam penelitian ini kami memiliki tujuan penelitian yaitu:

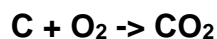
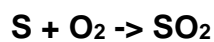
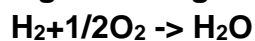
1. Memahami Proses Pembuatan semen
2. Memahami prinsip kerja alat pada proses pembuatan semen

3. Memahami bahan baku yang di gunakan dalam pembuatan semen

Dalam penelitian ini kami membatasi permasalahan yang menganalisa pada “Proses Produksi Semen Portland PT Semen batubara”.

## 2. METODE PENELITIAN

Dalam proses penyusunan laporan ini penulis menggunakan metode *literatur review*, dimana literatur yang di kumpulkan dari beragam sumber seperti jurnal, artikel ilmiah, dan jurnal yang terkait dengan proses pembuatan semen



Untuk pembentukan reaksi di gunakan rumus stokiometri

$$\text{Massa} = \text{BM} \times \text{Kmol}$$

$$\text{Kmol} = \text{Massa} / \text{BM}$$

Sedangkan untuk mencari Q panas

$$\text{Cp} = [\text{A} \cdot \text{T} + \text{B}/2(\text{T}^2) + \text{C}/\text{T}]$$

$$\text{Q} = \text{Cp} \times n$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan semen adalah batuan alam yang mengandung oksida-oksida kalsium, alumina, silika dan besi. Bahan baku tersebut terdiri dari tiga kelompok yaitu bahan baku utama, bahan baku penunjang (korektif) dan bahan baku tambahan.

#### 1) Bahan Baku Utama.

Bahan baku utama merupakan bahan baku yang mengandung komposisi kimia oksida-oksida kalsium, silika, dan alumina. Bahan baku utama yang digunakan yaitu batu kapur (*lime stone*) dan tanah liat (*clay*).

##### a) Batu Kapur (*Lime Stone*).

Calcium carbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) berasal dari pembentukan geologis yang pada umumnya dapat dipakai untuk pembuatan semen portland sebagai sumber senyawa kapur ( $\text{CaO}$ ).

##### b) Tanah liat (*Clay*)

Tanah liat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) merupakan bahan baku semen yang mempunyai sumber utama senyawa silika, senyawa alumina, dan senyawa besi.

Bahan baku utama pembuatan semen memiliki sifat-sifat fisika seperti yang ditunjukkan pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Sifat – Sifat Fisika Bahan Baku Utama

Sifat–Sifat Bahan Baku	Komponen Bahan Baku	
	Batu Kapur	Tanah Liat
Rumus Kimia	$\text{CaCO}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O} \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Berat Molekul	100,9 gr/mol	794,4 gr/mol
Densitas	2,71 gr/ml	2,9 gr/ml
Titik Leleh	1339 °C	Terurai pada 1450 °C
Warna	Putih keabu-abuan	Coklat kemerah-merahan
Kelarutan	Larut dalam air, $\text{NH}_4\text{Cl}$	Tidak larut dalam air, asam, dan pelarut lainnya

Sumber : Perry, R.H, Tahun 1989

## 2. Bahan Baku Tambahan

Bahan baku tambahan adalah bahan baku yang ditambahkan pada terak atau klinker untuk memperbaiki sifat – sifat tertentu dari semen yang dihasilkan. Bahan baku tambahan yang biasa digunakan untuk mengatur waktu pengikatan semen adalah *Gypsum*. Berikut adalah sifat fisik dan kimia dari *gypsum* yang berperan sebagai bahan baku tambahan dalam proses pembuatan semen agar dapat tercampur.

Tabel 2. Sifat – Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku Tambahan

Sifat – Sifat Bahan	<i>Gypsum</i>
Rumus kimia	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	172,17 g/mol
Densitas	2,32 g/ml
Titik leleh	128 °C
Titik didih	163 °C
Warna	Putih
Kelarutan	Larut dalam air, gliseril, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan garam $\text{NH}_4$

Sumber : Perry, R. H, tahun 1989

### 3. Bahan Baku Penunjang (Korektif)

Bahan baku korektif adalah bahan tambahan pada bahan baku utama apabila pada pencampuran bahan baku utama komposisi oksida–oksidanya belum memenuhi persyaratan secara kualitatif dan kuantitatif.

Pada umumnya, bahan baku korektif yang digunakan mengandung oksida silika, oksida alumina dan oksida besi yang diperoleh dari pasir silika (*silica sand*) dan pasir besi (*iron sand*).

#### a) Pasir silika (*silica sand*)

Pasir silika digunakan sebagai bahan pengkoreksi kadar  $\text{SiO}_2$  dalam tanah liat yang rendah. Umumnya pasir silika yang ada di Indonesia memiliki komposisi  $\text{SiO}_2$  minimum 90%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  antara 0,01 - 0,4%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ , dengan warna putih, putih kecoklatan, atau putih kemerahan.

**Tabel 3. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Pasir Silika**

Sifat – Sifat Bahan Baku	Komponen Pasir Silika
Rumus Kimia	$\text{SiO}_2$
Berat Molekul	60,06 gr/mol
Densitas	1,32 gr/ml
Titik Leleh	1710 °C
Titik Didih	2230 °C
Warna	Coklat keputihan
Kelarutan	Larut dalam air, alkali, tidak larut dalam HF

Sumber : Perry, R.H, Tahun 1989

#### b) Pasir besi (*iron sand*)

Pasir besi digunakan sebagai pengkoreksi kadar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang biasanya dalam bahan baku utama masih kurang. Pasir besi adalah sejenis pasir dengan konsentrasi besi yang signifikan. Hal ini biasanya berwarna abu-abu gelap atau berwarna kehitaman. Pasir ini terdiri dari magnetit,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , dan juga mengandung sejumlah kecil titanium, silika, mangan, kalsium dan vanadium.

**Tabel 4. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Pasir Besi**

Sifat – Sifat Bahan Baku	Komponen Pasir Besi
Rumus Kimia	$\text{Fe}_2\text{O}_3$
Berat Molekul	159,7 gr/mol
Densitas	5,12 gr/ml
Titik Leleh	Teruarai pada 1560 °C
Warna	Hitam
Kelarutan	Tidak larut dalam air, larut dalam HCl

Sumber : Perry, R.H, Tahun 1989

#### 4. Bahan Baku *Additive*

Pada proses produksi semen baturaja selain hanya mengandung bahan baku utama, tambahan dan korektif, juga ditambahkan bahan *additive* yang terdiri dari:

a) *Fly Ash*.

*Fly ash* merupakan bahan baku *additive* dalam proses pembuatan semen, yang diperoleh dari sisa pembakaran batubara. Manfaat dari penambahan *fly ash* pada semen dikarenakan *fly ash* mempunyai sifat *pozzolanic* dimana dapat bereaksi dengan kapur pada suhu kamar dengan bantuan media air sehingga akan terbentuk senyawa yang bersifat sebagai pengikat. *Fly ash* yang digunakan di produksi PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk berasal dari PLTU Bukit Asam, Muara Enim.

b) *Trass*.

*Trass* merupakan bahan baku *additive* pada pembuatan semen baturaja yang berasal dari batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang disebabkan oleh pelapukan dan pengaruh dari kondisi air bawah tanah. *Trass* berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan karena mudah sekali mengeras pada saat terjadi kontak langsung dengan air. *Trass* yang digunakan pada produksi semen baturaja berasal dari tambang rakyat Muara Dua, OKU Selatan.

c) *Lime Stone*

*Lime stone* juga dimanfaatkan sebagai bahan *additive* pembuatan semen. Tujuan dari penambahan *lime stone* adalah untuk mengurangi penggunaan klinker. Dengan penggunaan klinker maka kapasitas produksi akan meningkat.

### Pembahasan

Proses pembuatan semen yang dilakukan pada PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk ini menggunakan proses kering (*Dry process*). Proses produksi ini dimulai dari penyediaan bahan mentah, penggilingan bahan mentah, pembakaran, pendinginan klinker, penggilingan klinker, dan pengantongan semen.

#### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku yang dibutuhkan dalam pembuatan semen antara lain batu kapur, tanah liat, pasir silika dan pasir besi. Untuk penyediaan bahan baku utama yaitu batu kapur dan tanah liat, PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk melakukan penambangan sendiri. Dimana lokasi penambangan batu kapur PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk  $\pm$  1200 meter dari pabrik, dengan luas area 51,5 ha, sedangkan lokasi penambangan tanah liat terletak  $\pm$  1400 meter arah barat daya dari pabrik dengan luas area 27,4 ha.



Sedangkan untuk penyediaan bahan baku lainnya PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk dibeli langsung dari luar.

## 2. Penambangan Bahan Baku (*Minning*)

### a) Penambangan Batu Kapur

Metode penambangan yang dilakukan di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk bersifat tambang terbuka. Metode ini dipakai karena deposit batu kapur di PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk terletak pada daerah yang mendatar, sehingga tempat kerjanya (*front*) digali kearah bawah sehingga membuat cekungan (*pit*). Metode penambangan seperti ini disebut "*Pit Type Quarry*".

Alat-alat perlengkapan penambangan batu kapur adalah sebagai berikut :

- a) Bor tipe *Rotary Drill* dengan diameter 4 in
- b) Mobil kompresor
- c) *Hydraulic Exavator*
- d) *Rear Dump Truck* HD 200 dan HD 300
- e) Alat-alat bantu antara lain :
- f) *Bulldozer*
- g) Pompa listrik
- h) *Greader*
- i) *Wheel loader*

Kegiatan penambangan batu kapur yang dilakukan PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk meliputi:

#### 1) *Clearing*.

*Clearing* adalah kegiatan pembersihan semak belukar maupun bongkahan–bongkahan batu dan tanah humus di bagian atas lokasi yang menghalangi penambangan. Tanah humus di bagian atas harus ditimbun pada tempat tertentu dan ditanami rumput agar tidak terjadi erosi, sehingga kelak dapat dipakai sebagai reklamasi bekas – bekas penambangan.

#### 2) *Stripping of Over Burden*.

*Stripping of Over Burden* merupakan salah satu tahapan dalam proses penambangan dengan melakukan kegiatan pengupas tanah penutup yang mempunyai ketebalan lebih kurang 4 meter dengan menggunakan alat gali *Bulldozer Backhoe* UH 20. Lapisan tanah selanjutnya digali dan dimuat ke dalam *Dump Truck* HD 200 kemudian dibuang ke tempat pembuangan di sebelah tenggara *front*.

#### 3) *Drilling* (Pengeboran).

*Drilling* merupakan suatu proses sebelum melakukan penambangan batu kapur dengan melakukan pengeboran terlebih dahulu guna pembuatan lubang ledak (*Blast Hole*). Jenis alat yang digunakan pada *front* penambangan batu kapur ada tiga jenis yaitu :

a) *Jack Hammer*.

Digunakan untuk bongkahan-bongkahan (*Boulder*) yang terdapat pada bagian atas dari batu kapur untuk memudahkan operasi.

b) *Wagon Drill dan Rotary Drill*.

*Wagon Drill dan Rotary Drill* digunakan bila permukaan batu kapur sudah cukup rata dan dioperasikan untuk pembuatan lubang ledak. Geometri lubang ledak PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk terdiri dari *burden* 2,5 meter, kedalaman lubang ledak bor rata-rata 7 meter, posisi kemiringan lubang 80° dan *spacing* 3 meter. Jika pengeboran telah selesai, dilanjutkan dengan pengisian lubang ledak dengan bahan peledak.

4) *Blasting* (Peledakan).

*Blasting* merupakan proses peledakan batu kapur yang bertujuan untuk melepaskan batuan dari induknya. Perlengkapan yang digunakan pada umumnya adalah *detonator* listrik, sumbu ledak, *booster* dan *blasting mechine*. Bahan peledak yang biasa digunakan adalah tipe ANFO yang merupakan bahan peledak campuran Ammonium Nitrat dengan bahan bakar solar.

5) *Loading* (Pemuatan).

Merupakan rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengambil dan memuat material ke dalam alat angkut. Alat muat yang dipakai antara lain *Hydraulic Shovel, Back Hoe, Whell Loader*. Setelah batu kapur digali dengan alat muat lalu dimasukkan ke *Dump Truck*.

6) *Hauling* (Pengangkutan).

Merupakan serangkaian proses penambangan yang dilakukan untuk mengangkut batu kapur menuju proses *crushing*. Alat angkut yang digunakan adalah *Dump Truck* dengan kapasitas 15 sampai 35 ton.

b) Penambangan Tanah Liat (*Clay*). Berbeda dengan batu kapur, penambangan tanah liat tidak membutuhkan proses *drilling* dan *blasting* karena tanah liat tidak berada jauh dari permukaan tanah sehingga dapat langsung diambil. Proses penambangan *clay* terdiri dari:

1) *Clearing*.

Sebelum penambangan tanah liat, dilakukan pembersihan atau pembabatan semak belukar dan tumbuhan penutup yang berada di permukaan lokasi yang menghalangi proses penambangan. Alat yang digunakan adalah *bulldozer* tipe D7G.

2) *Stripping*.

Pengupasan tanah penutup permukaan lokasi penambangan dengan *Bulldozer Backhoe* tipe PC 400 dan D7G.

3) *Loading*.

*Loading* adalah proses pemuatan tanah liat ke dalam bak *dump truck*. Pemuatan ini menggunakan *excavator shovel* tipe E450.

4) *Hauling*.



*Hauling* merupakan proses pengangkutan tanah liat dari tambang menuju ke proses penghancuran dan penghalusan tanah liat. Alat angkut yang digunakan adalah *dump truck* dengan kapasitas angkut 15 sampai dengan 35 ton.

### 3. Penghalusan Bahan Baku (*Crushing*)

#### 1) Pemecahan Batu Kapur (*Lime Stone Crusher*).

Batu kapur yang diangkut dari tambang dengan *Dump Truck* dituangkan ke dalam *lime stone hopper*. Selanjutnya batu kapur dimasukkan ke dalam alat pemecah (*single shaft hammer crusher*) oleh *appron feeder*. Prinsip kerja dari alat pemecah berdasarkan putaran (*rotation*) dan pukulan (*impact*) dari *hammer* yang membentuk *impact wall lining*. Produk yang lolos dari saringan (*grate basket*) masuk *discharge steel conveyor*, sedangkan material jatuhan dari *appron feeder* ditampung oleh *drag chain* dan masuk *discharge steel conveyor*. Selanjutnya batu kapur tersebut diangkut dengan melalui rangkaian seri *belt conveyor* dicurahkan dengan membentuk layer – layer ke tempat penumpukan yang dibagi dua bagian yaitu *storage I* dan *II*. *Storage I* berkapasitas 1700 ton dan *storage II* berkapasitas 1400 ton. *Storage* batu kapur dan tanah liat dilengkapi dengan *stacker* dan *reclaimer* yang berfungsi untuk menata dan mengambil bahan baku menuju *belt conveyor* untuk dimasukkan ke proses selanjutnya.

#### 2) Pemecahan Tanah Liat (*Clay Crusher*).

Dengan alat angkut *Dump Truck*, tanah liat dari tambang diangkut dan dituangkan ke dalam *clay hopper*. *Apron feeder* yang dilengkapi dengan 1 speed mentransfer tanah liat ke *Double Roller Crusher*. Prinsip kerja *Double Roller Crusher* adalah dengan cara ditekan oleh dua buah *roller* yang putarannya berlawanan arah. Pada *roller* tersebut dilengkapi dengan kuku baja (*teeth*) untuk membantu memecah tanah liat yang keras. Untuk menampung jatuhan material dari *appron feeder* dipasang *drag chain*. Material yang telah dihancurkan selanjutnya dimasukkan ke dalam *stock pile* tanah liat dengan alat transport *belt conveyor*. *Stock pile* tanah liat ada 2, *stock pile I* dan *II* sama-sama berkapasitas 7000 ton.

### 4. Penggilingan Bahan Baku

#### 1) Penggilingan *Raw Meal*.

Penggilingan bahan mentah adalah cara untuk memperkecil ukuran bahan mentah menjadi lebih kecil atau membuat luas permukaan material menjadi lebih. Tujuan dari penggilingan bahan mentah ini adalah untuk mendapatkan campuran bahan mentah yang homogenik dan untuk mempermudah terjadinya reaksi kimia pada saat *klinkerisasi*. Selain penggilingan, material juga harus mengalami

pengeringan dengan media pengeringannya berupa gas panas yang berasal dari *hot gas generator* ataupun dari *kiln exhaust gas*.

Bahan mentah utama yang terdiri dari batu kapur dan tanah liat digaruk dengan menggunakan *reclaimer* dari *stock pile* masing masing, kemudian bahan koreksi yang berupa pasir silika dan pasir besi dicampurkan dengan bahan mentah utama dalam sebuah *belt conveyor* untuk diumpankan kedalam sebuah *vertical mill*. Di dalam *vertical mill* keempat bahan mentah yang telah tercampur dengan porsi tertentu itu mengalami proses penggilingan dan pengeringan.

Selanjutnya material yang telah halus diisap dengan sebuah *fan*. Untuk mendapatkan produk *vertical mill* bahan mentah atau *raw meal* yang memiliki kehalusan sesuai dengan standar, maka material yang terhisap harus melewati separator terlebih dahulu dan selanjutnya dipisahkan dari gas panas dengan menggunakan empat buah *cyclone*.

*Raw meal* yang telah terpisah dari gas panas selanjutnya dimasukkan ke *CF Silo (Continuous Flow Silo)* dengan menggunakan alat transport berupa *fluxo slide* dan *belt elevator*. Didalam *CF Silo*, *raw meal* akan dihomogenisasikan dan di simpan serta siap di umpankan ke *kiln*. Produk atas dari *cyclone separator* adalah uap air, gas panas dan sebagian debu yang terikat pada waktu pemisahan di transportasi ke *Electric Precipitator*. Di dalam *Electric Precipitator* debu ditangkap oleh elektroda-elektroda yang bertegangan tinggi. Debu yang terkumpul ini dikembalikan lagi ke *CF Silo*. Sedangkan gas panas dari kiln, uap air dan sebagian debu tidak tertangkap oleh elektroda-elektroda *Electric Precipitator* ditransportasikan ke cerobong (*stack*) dengan bantuan *fan*.

## 2) Penggilingan *Raw Coal*.

*Raw coal* diperoleh dari PT. Bukit Asam (Persero) ditumpuk dalam *dome storage*, selanjutnya *reclaimer* akan menggaruk batubara untuk dijatuhkan kedalam *belt conveyor*. Kemudian oleh *bucket elevator* material dibawa ke *raw coal silo*. Proses penggilingan *raw coal* diawali dengan sistem pemanas (*heating up*), yang bertujuan untuk mempersiapkan kondisi operasi *coal mill* dengan cara memasukkan gas panas dari *kiln* hingga tercapai temperatur tertentu dan harus dilakukan dengan benar agar tidak membahayakan sistem operasi alat.

Setelah kondisi panas telah memenuhi persyaratan segera *raw coal* dimasukkan ke dalam *coal mill* melalui *twin paddle*. Di dalam *coal mill*, *raw coal* masuk di antara *table* dan *roller* membentuk ketebalan tertentu akibat adanya *bed contact* dengan gas panas, sehingga mengalami proses pengeringan. Hasil dari penggilingan *raw coal* kemudian dihisap oleh *jet pulse filter* untuk dipisahkan antara *coal* halus dengan gas panas. *Coal* halus ditangkap oleh *filter* kemudian disimpan dalam *bin* sebagai produk *coal mill* yang siap untuk digunakan pada proses pembakaran, sedangkan gas panasnya dibuang melalui

*stack* (prinsip kerjanya sama dengan *raw material* semen pada *vertical mill*).

Keberhasilan proses penggilingan batubara selain dari segi kuantitas juga ditinjau dari kualitasnya, yaitu kadar air dan kehalusan *fine coal* produk *coal mill* standar air maksimal 9 %, agar tidak merugikan proses pembakaran, sedangkan kehalusan batubara dibatasi maksimum 20 % yang lolos ayakan 90  $\mu$ .

Pemanasan awal *Raw Meal* (*Preheating*). Pada produksi satu semen baturaja memiliki beberapa alat *preheater* yang disebut *string A* dan *string B*. *String A* terdiri dari 5 buah *cyclone* dengan 2 *cyclone* seri pada bagian atasnya dan *string B* terdiri dari empat buah *cyclone* yang disusun paralel. Pada *string B* terdapat satu buah kalsiner yang berfungsi untuk kalsinasi *lime stone* untuk membentuk CaO .

Pada kalsiner, *string A* dan *string B* inilah terjadi proses *preheater raw meal* sebelum masuk ke dalam proses pembakaran di *kiln*. Proses ini bertujuan untuk menaikkan suhu *raw meal* perlahan sampai dengan temperatur 900 °C juga untuk mendapatkan CaO konversi hingga 80 % ini berguna untuk mengurangi beban kiln guna meningkatkan efisiensi pembentukan klinker pada *kiln*..

*Preheater* ini mendapatkan *suply* panas dari gas panas yang terjadi di *kiln* serta gas panas yang berasal dari proses pembakaran di kalsiner. Pada *preheater* ini juga terjadi proses *drying* untuk mengurangi persentase air sebelum masuk *kiln* sehingga tidak mengganggu stabilitas temperatur dalam *shell kiln* tersebut.

## 5. Proses Klinkerisasi

Proses klinkerisasi merupakan proses pembuatan klinker dengan membutuhkan panas yang sangat tinggi yaitu antara 650 – 850 Kcal/kg klinker, dan proses ini sebagian besar terjadi didalam *kiln* selain hanya terjadi dalam *cyclone IV* dan *calciner*. Proses klinkerisasi pada *kiln* terdiri atas empat bagian atau *zone* yaitu:

### 1) *Calcining zone*.

Pada bagian ini *raw meal* yang berasal dari *preheater* akan terjadi proses pemanasan hingga suhu kurang lebih 1200°C, dan sebelumnya *shell kiln* harus dilapisi dengan *brick* jenis alumina. Tujuan dari proses dalam *calcining zone* adalah untuk mengurai unsur-unsur reaktif yang terkandung dalam *raw meal*.

### 2) *Transition Zone*.

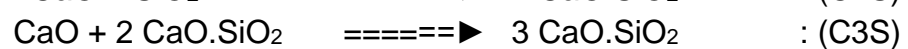
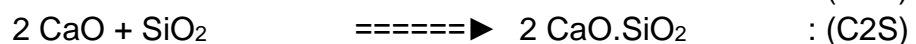
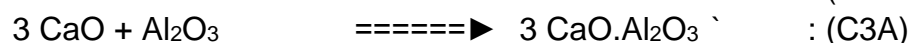
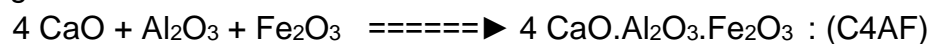
Material yang berasal dari *calcining zone* akan keluar dan akan dimasukkan ke dalam bagian *transitin zone*. Pada bagian ini material akan mengalami proses pemanasan hingga kurang lebih 1500 °C, yang disertai dengan mulai terjadinya proses reaksi antara CaO dengan unsur-unsur seperti SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> secara sedikit

demis sedikit. Material pada *transition zone* berubah wujud menjadi cair sebelum nantinya akan dimasukkan kembali ke dalam proses *sintering zone*.

### 3) *Sintering Zone*.

Material yang telah melalui bagian *transition zone* akan masuk ke dalam bagian *sintering zone* untuk mendekati sumber panas yang berasal langsung dari *burner*, pemanasan yang terjadi di bagian ini mencapai kurang lebih 1800°C. Menyebabkan terjadinya proses pelelehan seluruh material dan reaksi maksimum antara CaO dengan unsur-unsur SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> membentuk mineral *compound* senyawa utama klinker yaitu C<sub>2</sub>S (*belite*), C<sub>3</sub>S (*alite*), C<sub>3</sub>A (*celite*) dan C<sub>4</sub>AF (*felite*). Reaksi ini yang disebut dengan reaksi klinkerisasi. Lapisan yang terpasang pada dinding *kiln* adalah *brick* jenis *basic* yang mempunyai sifat dapat mengikat *coating*, sehingga *kiln shell* lebih terlindung terhadap perlakuan panas yang sangat tinggi.

Reaksi-reaksi yang terjadi pada proses klinkerisasi adalah sebagai berikut:



Sistem perpindahan panas yang terjadi pada *kiln* merupakan sistem perpindahan panas melalui sistem radiasi. Sehingga apabila temperatur yang dihasilkan dari *burner* tidak memenuhi standar maka klinker yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar.

### 4) *Cooling Zone*.

Material yang telah berbentuk di dalam bagian *sintering zone* kemudian akan masuk ke dalam *cooling zone* untuk mengalami proses perubahan fasa. Material akan menjauhi *burner gun* dan temperatur diturunkan menjadi kurang lebih 1200°C. Adanya gerakan rotasi yang terjadi pada *kiln* menyebabkan material dalam fasa cair akan menjadi butiran-butiran klinker. Proses ini menandakan proses akhir yang terjadi di dalam *kiln*, dimana material selanjutnya akan masuk ke dalam peralatan pendingin.

Kualitas dari klinker dapat diukur dengan mengetahui kadar CaO bebas, (*free lime*) yang terkandung didalam klinker, dengan batas maksimum kurang lebih 1,5%. Kadar CaO juga harus diperhatikan, tidak boleh terlalu rendah karena dapat membahayakan peralatan dan boros energi.

Pembentukan klinker dilakukan pada *kiln*. *Kiln* adalah alat berbentuk tabung silinder horizontal dengan kemiringan lima derajat, dimana posisi *feed* masuk dibuat lebih tinggi dari keluarannya. *Kiln feed* mengalir dengan adanya bantuan perputaran dan kemiringan

*kiln*. *Kiln* juga diputar untuk mempercepat terjadinya reaksi pembentukan klinker. Api panas yang berasal dari *burner* dikontakkan secara *counter current* dengan *kiln feed*. Pembakaran pada *burner* menggunakan bahan bakar batubara. Batubara yang telah dihaluskan di *coal mill* dialirkan dengan menggunakan *blower* menuju ke *burner*. Sedangkan oksigen didapat dari udara yang berasal dari *grate cooler*. Batubara yang dipakai berasal dari PT. Bukit Asam (Persero) di Tanjung Enim dan dibawa dengan kereta api.

## 6. Proses Quenching

*Quenching* adalah proses pendinginan klinker secara mendadak. Klinker didinginkan dari suhu kurang lebih 1200°C menjadi 100-200°C. Dimana klinker panas yang keluar dari *kiln* akan masuk kedalam *grate plate* dibagian depan (*mulden plate*) yang membentuk suatu tumpukan (*bed*), dan selanjutnya udara bebas dihembuskan melalui sejumlah *fan* menembus lubang lubang yang terdapat pada *grate plate* sehingga terjadilah proses pendinginan klinker. Proses pendinginan ini disertai dengan gerakan *grate plate* yang maju mundur mengakibatkan klinker terdorong kebagian belakang menuju *outlet*. Klinker yang halus akan lolos melalui lubang *grate plate* dan akan ditampung di dalam *hopper*, selanjutnya akan dikeluarkan melalui *drag chain*. Sedangkan dengan ukuran besar akan dipecah oleh *crusher* saat melewatinya. Selanjutnya semua klinker diangkut oleh alat *transport* menuju *storage place* (silo).

Proses *quenching* dapat dikatakan berhasil dengan cara melihat dari keadaan temperatur klinker dan temperatur udara sisa, jika temperatur klinker lebih tinggi dari pada temperatur udara sisa pendinginan yang lebih rendah maka proses *quenching* tidak baik, juga sebaliknya. Udara sisa dari pendinginan klinker akan dimanfaatkan kembali untuk udara pembakaran pada proses *raw mill*, *cement mill*, dan *coal mill*.

## 7. Proses Penggilingan Cement

Pada PT. Semen Batutaja (Persero) Tbk di pabrik baturaja terdapat 2 unit penggilingan semen (*cement mill*). Pada *cement mill* satu penggilingan menggunakan *tube mill* dan *cement mill* dua menggunakan alat *vertikal cement mill*. Penggilingan pada *cement mill* merupakan proses akhir dalam pembuatan semen. Pada proses ini dihasilkan semen yang siap jual di pasaran. Pada penggilingan semen tidak terjadi reaksi kimia, reaksi kimia terhenti sampai pembentukan klinker. Penggilingan klinker dilakukan dengan tujuan untuk memperluas media kontak klinker juga untuk menghomogenisasikan antara klinker



dengan bahan additifnya. Pada proses penggilingan semen ditambahkan *gypsum*, *lime stone* dan juga *fly ash*.

*Gypsum* pada semen memiliki fungsi untuk mengontrol waktu pengerasan semen pada saat bereaksi dengan air. *Lime stone*, *trass* atau *fly ash* merupakan bahan *additive* yang ditambahkan untuk mengurangi pemakaian klinker namun tidak mengurangi kualitas dari semen itu sendiri dan diharapkan menambah kualitas dari semen.

Pada *cement mill* I, proses penggilingan menggunakan *Hydraulic Roller Press* (HRP) sebagai *semi finish grinding* dan *tube mill* sebagai *finish mill*. Klinker, *gypsum* dan *lime stone* dicampurkan sebelum menuju HRP. HRP menggiling *feed* menjadi serpihan yang akan digiling dan dihaluskan lebih lanjut di *tube mill*. Pada *tube mill*, material masuk digiling dengan *grinding media (ball mill)* yang saling bertumbukan satu sama lain secara linier di dalam *mill*. Pada *cement mill* satu tidak menggunakan gas panas dari kilen karena pada *cement mill* satu panas sudah tercukupi dengan adanya tumbukan antara *ball mill*.

Pada *cement mill* II menggunakan *vertical cement mill* sebagai penggiling. *Vertical cement mill* memiliki empat buah *roller* yang digunakan untuk menggiling klinker, *gypsum* serta bahan *additive* lainnya. Pada operasional *cement mill* terdapat aliran panas yang masuk ke *vertikal cement mill* yang berasal dari *kiln*. Aliran panas dari *kiln* itu memiliki fungsi *drying* pada semen sehingga meminimalisasi kandungan air dalam semen. Semen yang telah terbentuk dari homogenisasi klinker, *lime stone* dan *fly ash* dan memiliki ukuran yang sesuai disebut *Fine product*. *Fine produk* dihisap *main filter* untuk dipisahkan dari gas. Di dalam *main filter*, gas panas akan keluar dari sistem. *Fine product* yang jatuh dibagian bawah akan dialirkan dengan *fluxos lide* menuju *silo*.

#### 4. KESIMPULAN

Proses pembuatan semen yang dilakukan pada PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk ini menggunakan proses kering (*Dry process*). Proses produksi ini dimulai dari penyediaan bahan mentah, penggilingan bahan mentah, pembakaran, pendinginan klinker, penggilingan klinker, dan pengantongan semen.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Nafgiri. Yogyakarta.
- Anonim. 2005. Departemen Produksi PT. Semen Baturaja (Persero)
- Agus, Yulianto. 1995. *Proses Produksi PT. Semen Batuturaja*. Tugas Akhir Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta
- George. 1996. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. Terjemahan M. Sahari Besari. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.



- Hara. 1986. *Teknologi Pembuatan Semen Portland*. PT. Semen Cibinong Tbk. Bogor.
- Houston. 1972. *Kualitas Batubara Indonesia Arti Pada Pemanfaatannya*. WEC. Jakarta.
- Muhammad Angga Saputra, Rendotian Anugrah, & safaruddin. (2022). MENGHITUNG NILAI EFISIENSI THERMAL PADA ALAT GRATE COOLER PT. SEMEN BATURAJA II (PERSERO) TBK. *Jurnal Multidisipliner Bharasumba*, 1(03 October), 413–421. Retrieved from <https://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/bharasumba/article/view/289>
- Vinsensius Galih Adi Kurniawan. (2022). ANALISIS PERSEDIAAN BAHAN BAKU PASIR BESI DI PT.SEMEN BATURAJA. *Jurnal Multidisipliner Kapalamada*, 1(03 July), 406–411. Retrieved from <https://azramedia-indonesia.azramediaindonesia.com/index.php/Kapalamada/article/view/279>