

BAB II

URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

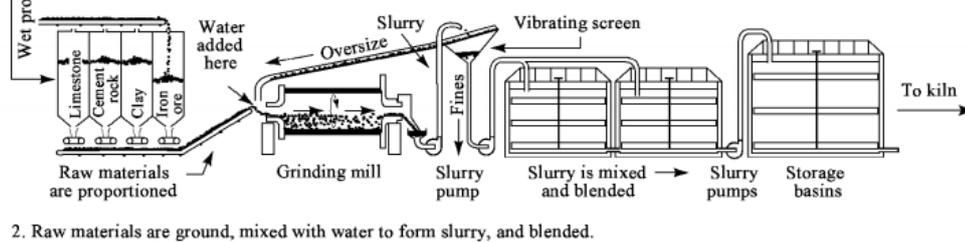
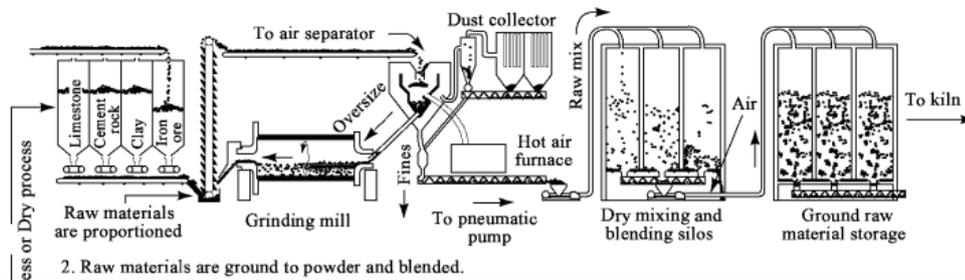
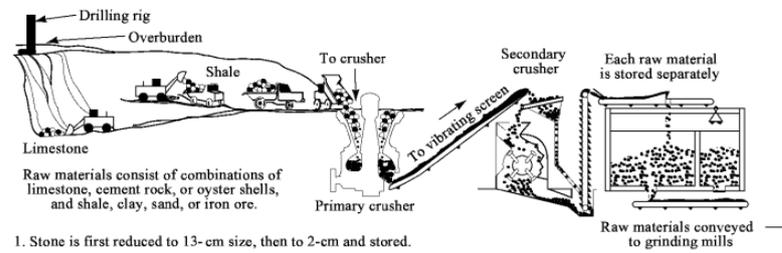
II.1 Macam – Macam Proses Pembuatan Semen Secara Umum

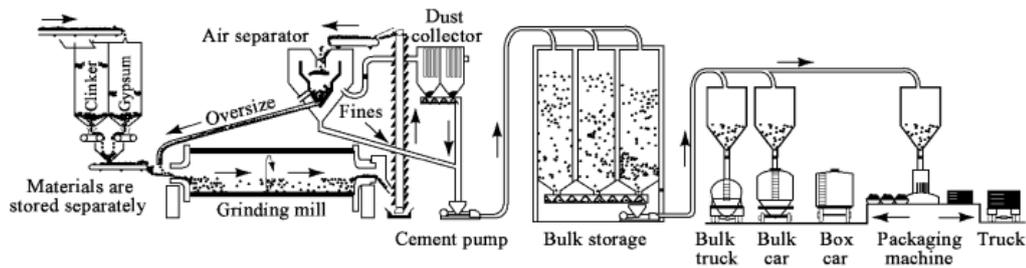
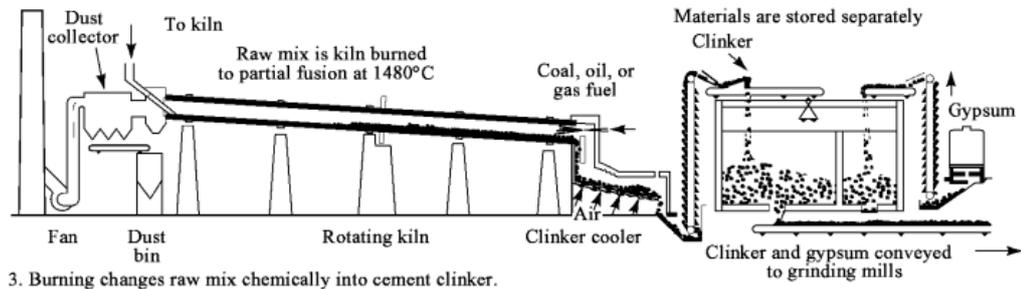
Proses pembuatan semen dapat dilakukan dengan dua metode proses yaitu sebagai berikut:

1. *Wet Process*
2. *Dry Process*

II.1.1 Wet Process

Pada proses ini, bahan mentah digiling hingga halus sesuai persentase yang dibutuhkan. Bahan berlempung dicuci dengan air secara menyeluruh untuk menghilangkan bahan organik. Bahan berkapur bubuk dan bahan berlempung yang telah dicuci ditambahkan ke dalam tangki proporsional. Setelah itu, bahan mentah tersebut dicampur dengan baik di pabrik penggilingan untuk membuat pasta atau *slurry*. *Slurry* dimasukkan ke dalam *rotary kiln* (Patel, 2023).





(Othmer, 2001)

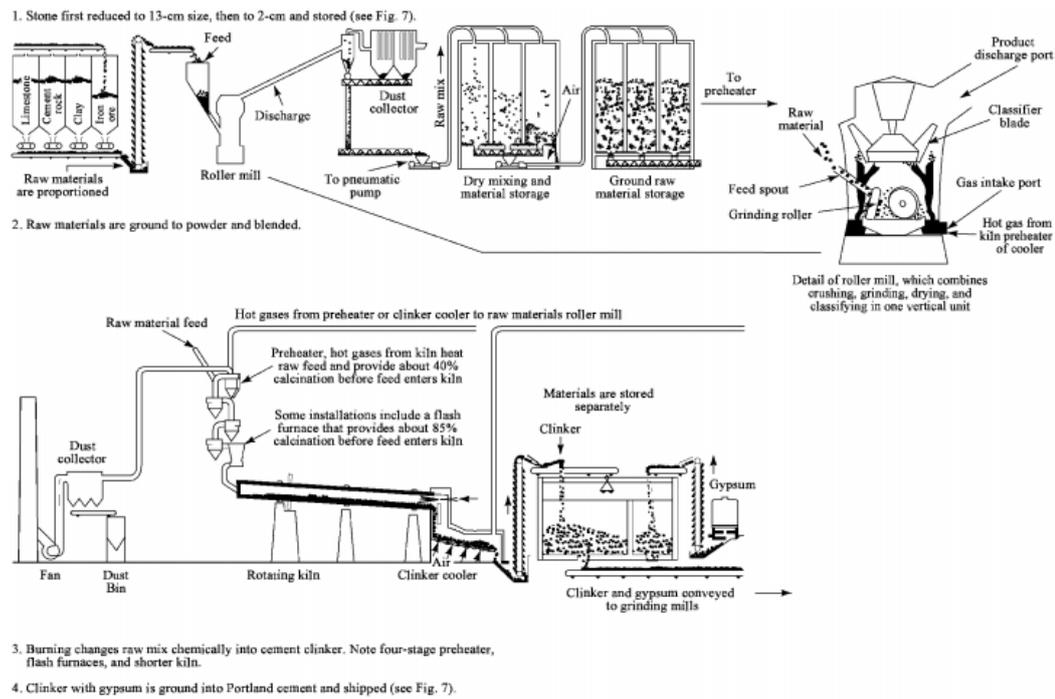
Gambar II.1 *Wet Process* dalam Pembuatan Semen

Tahap pertama *wet process* dengan pengecilan ukuran bahan baku dengan *crusher* atau *ball mill*. Proses penggilingan bahan baku terdiri dari dua tahap, yaitu *primary crusher* dan *secondary crusher*. Setelah digiling, setiap jenis bahan baku disimpan di tempat yang terpisah. Bahan baku kemudian di umpankan ke dalam *grinding mill*, sehingga campuran bahan baku yang dihasilkan berupa *slurry*. *Slurry* diaduk sehingga menghasilkan campuran homogen. *Slurry* yang sudah homogen dibakar untuk menghasilkan *clinker* lalu didinginkan dengan cooler. Bahan tambahan yang diperlukan untuk membuat *clinker* menjadi semen yaitu *gypsum* yang telah digiling. *Clinker* dan *gypsum* di campur dan digiling menggunakan *grinding mill* sehingga dihasilkan semen dalam bentuk bubuk dan siap di kemas.

II.1.2 *Dry Process*

Tahap pertama *dry process* dengan pengecilan ukuran bahan baku menggunakan *crusher* dan *ball mill*. Penggilingan dilakukan dengan dua tahapan yaitu *primary crusher* dan *secondary*. Setelah digiling, setiap jenis bahan baku disimpan ditempat terpisah. Pada *dry process raw material* berupa batu kapur, tanah liat dan lain – lain dihancurkan tanpa penambahan air, dikeringkan dan digiling di dalam *grinding mill*. Kemudian dilakukan pencampuran dengan *blending silo*

menggunakan sirkulasi udara yang kurat. Pada proses tersebut akan menghasilkan campuran abu insinerasi yang homogen dan diumpun ke *kiln*, didalam kiln akan dilakukan proses pembentukan *clinker*. Lalu di tambahkan dengan *gypsum*, pada penggilingan akhir untuk menghasilkan bentuk bubuk.



(Othmer, 2001)

Gambar II.2 *Dry Process* dalam Pembuatan Semen

Untuk membuat potongan-potongan kecil, bahan mentah dihancurkan dengan cara berputar penghancur. Mereka digiling menjadi bubuk halus di ball mill dan disimpan secara terpisah. Kemudian dicampur dengan baik dan selanjutnya dihaluskan dalam tube mill. Ini disebut '*dry raw mix*' dan dimasukkan ke dalam *rotary kiln* (Patel, 2023). Proses pencampuran dilakukan pada kondisi kering atau tanpa penambahan air, pada tahap pencampuran inilah yang membedakan proses kering dengan proses basah. Maka dari itu proses kering (*dry process*) tidak membutuhkan tambahan air.



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

II.2 Pemilihan Proses

Beberapa hal yang dipertimbangkan untuk menentukan proses pembuatan semen adalah sebagai berikut:

Tabel II.1 Pertimbangan Pemilihan Proses Pembuatan Semen

Aspek	Uraian
Kadar Air dalam Kiln	<i>Wet Process</i> , dalam proses basah umpan tanur berupa slurry dengan kadar air berkisar 25-40%. Kadar air yang cukup besar ini nantinya akan mengakibatkan dimensi kiln relatif lebih besar. Sedangkan <i>Dry Process</i> , sedikit kandungan air karena dalam proses penghancuran tidak perlu tambahan air. Panjang kiln lebih kecil dari proses basah.
<i>Power Supply</i>	Pasokan energi yang dibutuhkan pada proses basah lebih besar dari proses kering, karena membutuhkan energi yang besar untuk mengevaporasi kandungan air pada kiln.
<i>Raw Material</i>	Bahan yang sebageian besar batu kapur memiliki kandungan air yang sangat kecil dan tidak perlu penambahan air dalam jumlah besar untuk mengubahnya menjadi <i>slurry</i> karena akan mendapat dukungan dari kadar air bahan lain seperti tanah liat.
<i>Pre - Heater</i>	Proses basah cenderung lebih boros karena panas yang digunakan pada proses basah lebih besar untuk mengurangi kadar air. Sedangkan pada proses kering hanya menggunakan panas <i>suspension pre – heater</i> dan jauh lebih kecil.
Ekonomis	Berdasarkan pertimbangan ekonomis dry process lebih ekonomis. Karena pada wet process memiliki kadar air yang lebih tinggi sehingga dibutuhkan energi yang besar untuk mengurangi kadar air.

Berdasarkan pertimbangan yang diuraikan pada Tabel II.1 tentang pertimbangan proses pembuatan semen dengan *wet process* dan *dry process*. Maka kami memilih untuk menggunakan *dry process* tanpa tambahan air yang berlebih sehingga tidak memerlukan tambahan energi untuk mengurangi kadar air pada semen.



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

II.3 Proses Pembuatan Semen Terpilih

Proses pembuatan semen *Ordinary Portland Cement* (OPC) dengan *Dry Process* meliputi beberapa tahapan, diantaranya adalah:

1. Proses penyiapan bahan baku
2. Proses penggilingan awal
3. Proses pembakaran
4. Proses penggilingan akhir

II.3.1 Proses Penyiapan Bahan Baku

a. Batu Kapur

Batu kapur yang telah ditampung dari supplier tambang pada gudang penyimpanan (F-140) diumpangkan ke dalam *hammer mill* (C-142) menggunakan *belt conveyor* (J-141) untuk dihancurkan dari ukuran 31,5 mm, setelah keluar dari *hammer mill* (C-142) diumpangkan ke *ball mill* (C-145) menggunakan *belt conveyor* (J-143) untuk dilakukan penghalusan dan *screening* menjadi ukuran 10 mm. Selanjutnya ditampung pada *silo* penyimpanan bahan baku (F-132).

b. Tanah Liat

Tanah liat yang berasal dari supplier tambang yang ditampung pada gudang penyimpanan (F-120) diumpangkan menuju *ball mill* (C-123) menggunakan *belt conveyor* (J-121) untuk dilakukan panghalusan dan *screening* bahan baku dengan ukuran awal 11 mm menjadi ukuran sebesar 10 mm. Kemudian ditampung pada *silo* penyimpanan bahan baku (F-124).

c. Pasir Besi dan Pasir Silika

Pasir besi dengan ukuran 1 mm dan pasir silika dengan ukuran 1 mm dari supplier tambang ditampung pada gudang penyimpanan pasir besi (F-110) dan gudang penyimpanan pasir silika (F-120) maka langsung di angkut dengan *belt conveyor* (J-111) dan *belt conveyor* (J-131). Kemudian disimpan pada *silo* penyimpanan bahan baku pasir besi (F-112) dan *silo* penyimpanan bahan baku pasir silika (F-146).



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

II.3.2 Tahap Penggilingan Awal

Material yang berupa pasir silika, pasir besi, batu kapur, dan tanah liat keluar dari silo masing-masing kemudian ditimbang terlebih dahulu dengan *weight feeder* lalu diangkat oleh *belt conveyor* (J-150) menuju *bucket elevator* (J-151) untuk diumpankan pada *roller mill* (C-210) dihaluskan menjadi 5 mm. Sisa debu yang lolos akan diumpankan menuju *cyclone* (H-211) dan ditangkap oleh *electrostatic precipitator* (H-212) sebelum dilepaskan ke atmosfer. Produk dari *roller mill* (C-210) masuk ke dalam *blending silo* (F-310) untuk dilakukan proses homogenisasi. Setelah masuk kepada tahapan penggilingan awal maka akan melewati proses homogenisasi. Proses homogenisasi dilakukan bertujuan untuk memaksimalkan pencampuran dari *raw meal* dengan menggunakan teknik fluidisasi. Pada teknik fluidisasi, angin dihembuskan melewati *raw meal* yang berada di dalam silo. *Raw meal* yang sudah terfluidisasi berperilaku seperti liquid sehingga *raw meal* dapat bercampur. *Raw meal* yang keluar dari *blending silo* (F-310) diteruskan untuk proses pemanasan yang terjadi di 4 *stage pre-heater* dengan *Pre-heater 1* (E-313), *Pre-heater 2* (E-314), *Pre-heater 3* (E-315), dan *Pre-heater 4* (E-316).

II.3.3 Tahap Pembakaran

Pre-heater berfungsi untuk memanaskan material. *Pre-heater* di dalam pabrik ini menggunakan 4 stages. *Raw meal* masuk *pre-heater* pada suhu sekitar 60°C, lalu *raw meal* masuk kedalam *kiln* pada suhu 900 - 1000°C.

Tabel II.2 Suhu pada setiap stage di *preheater*

Stage	Suhu Gas yang Keluar
I	350°C
II	500°C
III	700°C
IV	800°C

Selanjutnya yang terjadi pada rotary klin (B-410), material yang keluar dari *pre-heater IV* (E-316) diumpankan ke dalam kiln (B-410) dengan suhu masuk

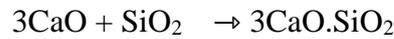


PRA RANCANGAN PABRIK

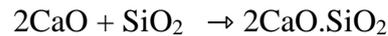
“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN FILLER DENGAN DRY PROCESS”

800°C dan keluar pada suhu sekitar 1500°C. Pada kiln akan melalui sebuah wilayah panas, kandungan *kiln feed* akan berubah, dimana akan terjadi seperti dibawah ini:

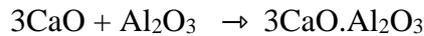
Reaksi pembentukan C₃S



Reaksi pembentukan C₂S



Reaksi pembentukan C₃AI



Reaksi pembentukan C₄AF



Lalu masuk ke dalam *clinker cooler* (E-420). *Clinker* panas yang keluar dari kiln dengan suhu sekitar 1500°C turun ke *clinker cooler* untuk pendinginan sampai suhu 150°C. Konversi dari reaksi pembentukan yaitu

Komponen	Konversi (%)
3CaO.SiO ₂	69-71
2CaO.SiO ₂	28-30
3CaO.Al ₂ O ₃	59-61
4CaAl ₂ Fe ₂ O ₁₀	65-67

II.3.4 Tahap Penggilingan Akhir

Clinker yang telah keluar dari proses pendinginan diumpkan menuju *bucket elevator* (J-423) untuk disimpan dalam *clinker silo* (F-424). Bahan tambahan yang digunakan yaitu gypsum dan fly ash, dimana gypsum berfungsi sebagai bahan aditif dan fly ash sebagai filler. Gypsum dan fly ash yang diperoleh dari supplier ditampung pada gundang penyimpanan gypsum (F-450) dan gudang penyimpanan fly ash (F-440). Fly ash dengan fisik padatan halus berukuran 0,02 mm diumpkan langsung menuju silo penampungan bahan tambahan (F-453) dengan belt conveyor (J-441). Sedangkan gypsum dilakukan penghalusan dan screening menggunakan ball mill (C-452) dengan ukuran 5 mm. Kemudian akan ditampung pada silo penampungan bahan tambahan (F-453) dengan belt conveyor (J-451). *Clinker*, gypsum, dan fly ash akan diumpkan bersama dengan belt conveyor (J-460) ke



PRA RANCANGAN PABRIK

“ORDINARY PORTLAND CEMENT (OPC) DARI FLY ASH SEBAGAI BAHAN *FILLER* DENGAN *DRY PROCESS*”

dalam ball mill (C-510) untuk digiling bersama-sama dengan clinker sehingga membentuk semen kasar. Di dalam *ball mill* semen kasar digiling kembali menjadi semen yang berukuran 200 mesh. Kemudian di distribusikan dengan *belt conveyor* (C-511).