



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam-macam Proses

Secara umum sintesa kalsium karbonat dapat dibuat dengan beberapa proses yaitu proses karbonasi (*solid-liquid-gas route*) dan metode kaustik soda (*liquid-liquid route*).

1. Proses *Calcium Chloride-Sodium Carbonate Double Decomposition (Calcium Chloride Process)*
2. Proses Lime-Soda
3. Proses Karbonasi

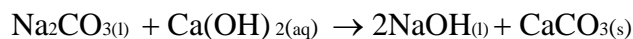
Perbedaan dasar dari proses tersebut berupa sumber ion karbonat yang akan bereaksi dengan ion kalsium untuk kemudian membentuk endapan presipitat kalsium karbonat. Pemilihan proses memiliki kelebihan dan kekurangan masing – masing, pada proses karbonasi endapan presipitat kalsium karbonat yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan metode lainnya akan tetapi dibutuhkan metode yang lebih kompleks disebabkan sumber ion karbonat berupa CO₂ dalam bentuk gas (Jimoh et al. 2018). Sedangkan pada metode lime-soda dan Kalsium-Klorida sumber ion karbonat berupa larutan Na₂CO₃ dalam fasa cair sehingga proses yang dilakukan lebih sederhana, kontrol proses yang lebih mudah dilakukan dan proses karbonasi dilakukan dalam satu tahap (untuk proses lime-soda).

Akan tetapi endapan produk berupa presipitat kalsium karbonat yang dihasilkan lebih rendah apabila dibandingkan dengan metode karbonasi (*solid-liquid-gas route*) dan kualitas PCC yang dihasilkan juga lebih rendah (Erdogan and Eken 2017). Pada proses komersial proses yang digunakan berupa metode karbonasi (*solid-liquid-gas route*) disebabkan endapan produk yang dihasilkan lebih tinggi.



A. Proses Pembuatan Presipitat Kalsium Karbonat Menggunakan Metode Lime Soda (*liquid-liquid route*).

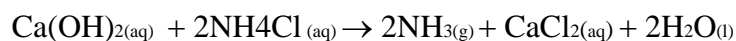
Proses *Lime-Soda*, disebut juga kaustisasi, merupakan metode klasik untuk menghasilkan soda kaustik (sodium hidroksida). Proses ini biasanya digunakan oleh pabrik alkali, dimana tujuan utamanya adalah *recovery* sodium hidroksida sedangkan *precipitated calcium carbonate* mentah hanya sebagai *by-product*.



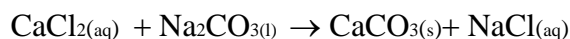
Pada proses ini bahan baku yang digunakan berupa CaO hasil kalsinasi dari batu kapur (komposisi CaCO₃ 85.0% - 97%) yang kemudian disuspensikan dalam air hingga terbentuk Ca(OH)₂. Kemudian suspensi Ca(OH)₂ ditambahkan dengan larutan Na₂CO₃ proses berjalan pada temperatur 65⁰C hingga terbentuk padatan CaCO₃. Kekurangan dari proses ini adalah kualitas PCC yang dihasilkan dari proses ini kurang baik karena distribusi ukuran partikel PCC sangat beragam serta kandungan residu Ca(OH)₂ yang cukup banyak menyebabkan rendemen produk PCC yang rendah.

B. Proses Calcium Chloride-Sodium Carbonate Double Decomposition (*Calcium Chloride Process*)

Pada proses *Calcium Chloride*, kalsium hidroksida direaksikan dengan amonium klorida membentuk gas amonia dan larutan kalsium klorida.



Setelah pemurnian, larutan ini direaksikan dengan sodium karbonat untuk menghasilkan endapan kalsium karbonat dan larutan sodium klorida.

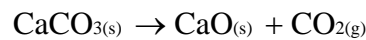


Proses ini merupakan yang paling sederhana, namun penggunaan kalsium klorida yang diperoleh dengan reaksi antara amonium klorida (aq) dan kalsium hidroksida (aq) dimana kedua bahan baku ini harganya cukup mahal menjadikan proses ini tidak ekonomis. Serta cukup berbahaya bagi keamanan pekerja.

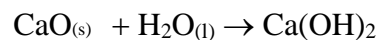


C. Proses Pembuatan Presipitat Kalsium Karbonat Menggunakan Metode Karbonasi (solid-liquid-gas route).

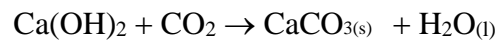
Pada proses ini bahan baku yang digunakan berupa CaO hasil kalsinasi dari batu kapur (komposisi CaCO₃ 85.0% - 97%)



Kemudian disuspensikan dalam air hingga terbentuk filtrat berupa Ca(OH)₂ (*slaking*) pada temperatur 30⁰C – 50⁰C .



Kemudian suspensi Ca(OH)₂ dipisahkan melalui unit pemisahan untuk menghasilkan Ca(OH)₂ susu (*milk lime*) kadar tinggi, selanjutny diumpankan menuju unit karbonator yang bertujuan untuk mereaksikan dengan gas CO₂ sebagai sumber ion karbonat menghasilkan padatan CaCO₃ (PCC).



Selanjutnya suspensi PCC air dan sejumlah impuritis dipisahkan melalui unit filtrasi dan pengeringan dengan produk berupa gumpalan padatan PCC kering. Padatan PCC kemudian diumpankan menuju unit pemecahan dan silo.

II.2. Pemilihan Proses

Berdasarkan uraian proses diatas maka dasar pemilihan proses dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Presipitat Kalsium Karbonat

Parameter	Metode Proses		
	Kalsium Klorida	Kaustik Soda	Karbonasi
Bahan Baku	Batu Kapur	Batu Kapur	Batu Kapur
Suhu Kalsinasi	Min 900 ⁰ C	Min 900 ⁰ C	Min 900 ⁰ C
Suhu Karbonasi	65 ⁰ C	65 ⁰ C	25 ⁰ C
Sumber Karbonat	Ion CaCl ₂	Na ₂ CO ₃	CO ₂
Kontrol dan Peralatan	Sederhana (pada tekanan atmosferik)	Sederhana (pada tekanan atmosferik)	Kompleks (diatas tekanan atmosferik)
Konversi PCC	80%	<90%	>90%



Dari uraian diatas, maka dipilih pembuatan kalsium karbonat dari menggunakan batu kapur dengan dengan metode karbonasi menggunakan gas CO₂, dengan beberapa pertimbangan:

- a). Bahan baku yang kontinu dan berlimpah pada daerah jawa tengah hingga jawa timur (tidak mengandalkan limbah pabrik lain)
- b). Yield pabrik lebih besar (mencapai 99%)
- c). Produk yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pasar

II.3. Uraian Proses

Proses pembuatan kalsium karbonat terdiri dari tiga tahapan utama:

1. Persiapan bahan baku
2. Proses reaksi
3. Pemurnian

2.3.1 Persiapan bahan baku

Bongkahan batu kapur dengan komposisi kalsium tinggi yang digunakan sebagai bahan baku dengan ukuran 1,5 - 2 cm dihancurkan dengan ball mill hingga berukuran 100 mesh. Kemudian dari unit penghancurkan umpan yang sudah diayak menuju unit kalsinasi (*rotary kiln*) untuk menghasilkan CaO dan CO₂ pada suhu kalsinasi 900 °C. Kiln yang digunakan pada tahap kalsinasi ini adalah jenis *rotary kiln*. *Rotary kiln* merupakan kiln yang paling umum, berbentuk silinder panjang, dimana di dalamnya *limestone* dan gas pembakar bertemu secara *counter current*.

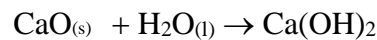


Kemudian produk hasil kalsinasi didinginkan menggunakan *rotary cooler*. Selain untuk mendekomposisi batu kapur menjadi CaO dan CO₂, kalsinasi juga berfungsi untuk menghilangkan bahan organik yang terdapat dalam batu kapur.



2.3.2 Proses Reaksi

Dari *rotary kiln* kemudian kalsium oksida diumpankan menuju hydrator untuk mengubah CaO menjadi Ca(OH)₂ pada temperatur 30°C dengan reaksi sebagai berikut.



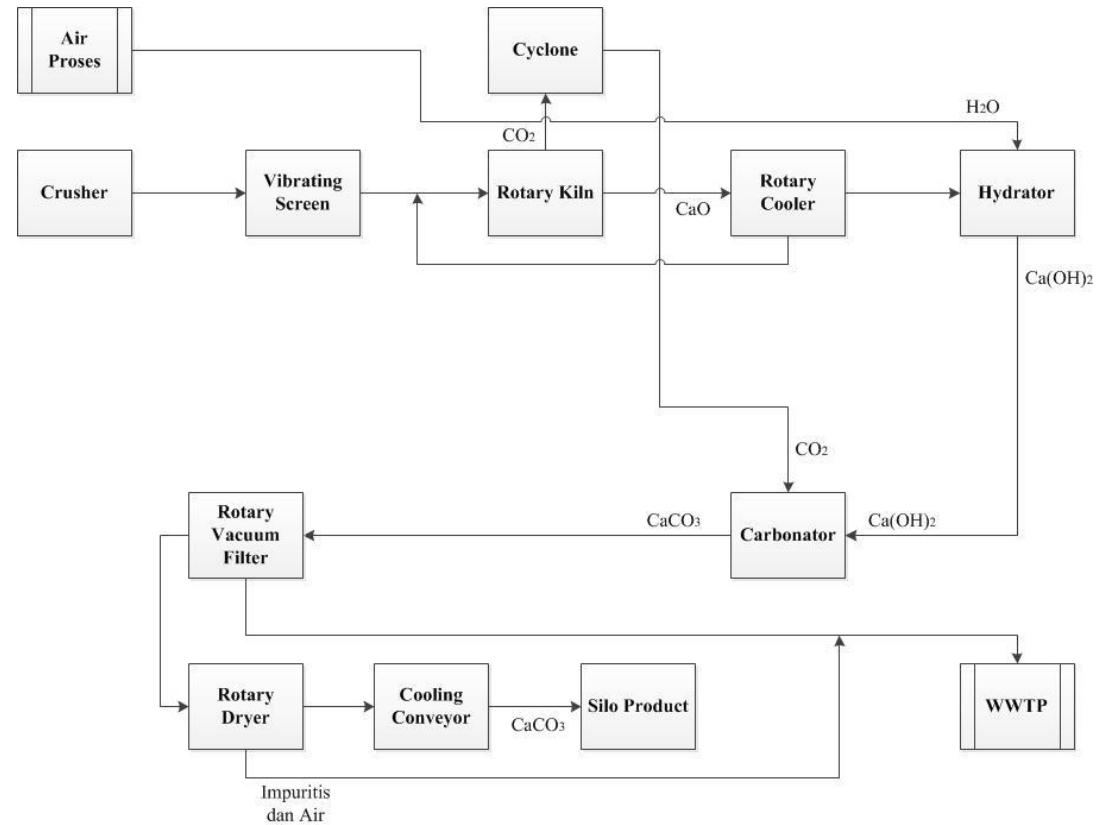
Dari hydrator, umpan menuju unit karbonasi untuk direaksikan dengan CO₂ dan membentuk padatan CaCO₃ dan H₂O pada suhu 70°C. Sumber gas CO₂ untuk tahap karbonasi biasanya berasal dari pembangkit energi, *recovery kiln*, atau *lime kiln*. Gas tersebut didinginkan dan di-*scrub* sebelum dikompres ke dalam reaktor karbonasi. Selama penggelembungan melewati *slurry*, gas CO₂ terlarut dalam air. Di dalam reaktor, mula-mula *slurry* memiliki pH 12 atau lebih, tetapi kemudian menurun selama reaksi berlangsung, terus menurun sehingga berada pada kesetimbangan pH 8 ±1. Dengan menggunakan reaktor bertekanan, laju reaksi keseluruhan lebih besar bila dibandingkan dengan reaktor atmosferis karena kelarutan karbon dioksida lebih tinggi bila tekanan dinaikkan. Tekanan yang disarankan untuk reaktor karbonasi adalah 2-3 bar. Reaktor bekerja secara *semibatch* dengan waktu tinggal 90 menit.

2.3.3 Pemurnian

Sisa air yang masih terkandung didalam produk padatan PCC kemudian dipisahkan dengan dua tahap pemurnian, pertama menggunakan *rotary drum vacuum filter* sehingga didapat kemurnian padatan PCC 87% kemudian tahapan pemurnian kedua berupa tahapan pengeringan dengan *rotary dryer* agar didapat produk PCC dengan komposisi kandungan air sebesar 0,55%. Padatan PCC kemudian dialirkan menuju silo produk.



II.3.1. Blok Diagram Alir

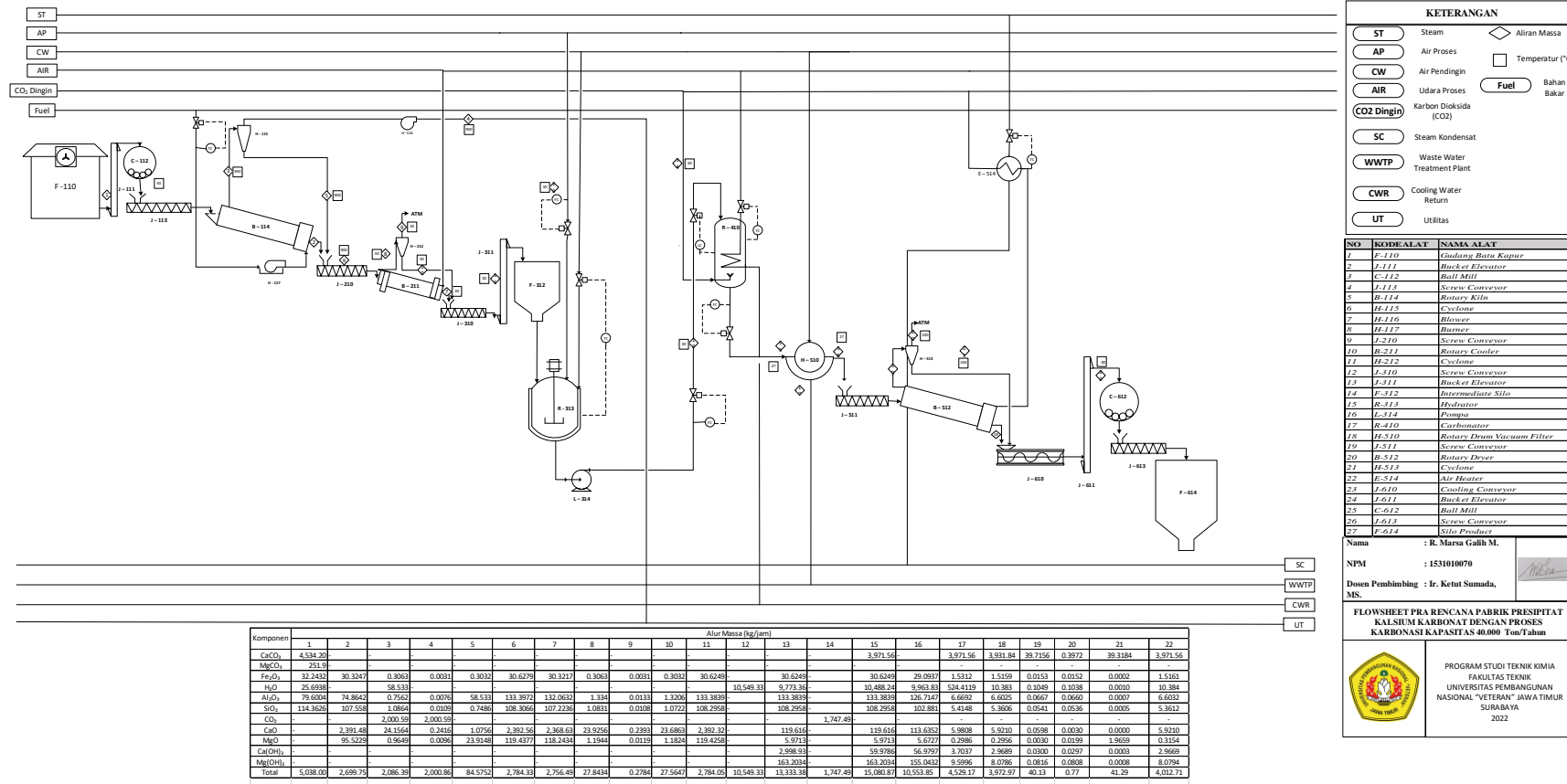


Gambar II.3.1.1 Blok Diagram Alir



PRA RENCANA PABRIK
BAB II : SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.3.2. Flowsheet Pengembangan Pabrik



Gambar II.3.2.1 Flowsheet Pengembangan Pabrik