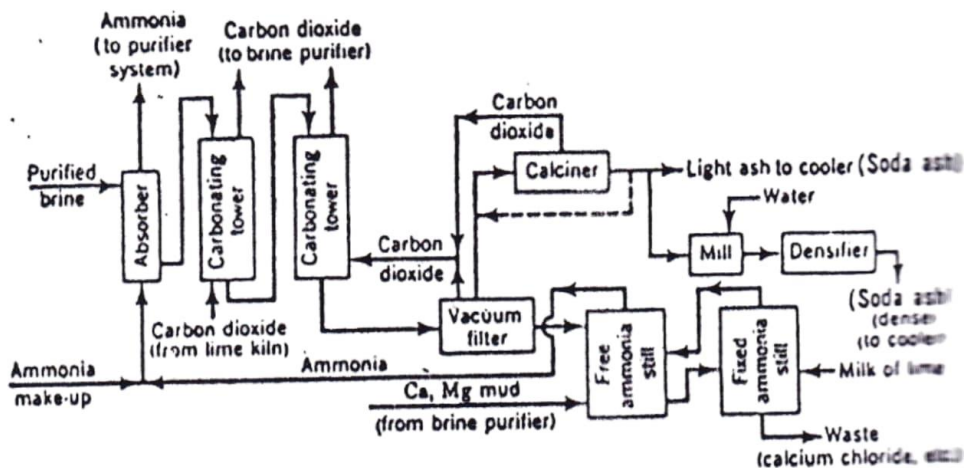


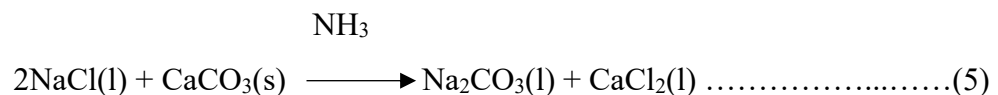
BAB II**SELEKSI DAN URAIAN PROSES****II.1 Macam-macam Proses**

Secara umum, terdapat tiga metode utama untuk memproduksi kalsium klorida, yaitu melalui proses solvay, pemurnian air garam, dan netralisasi. Secara ringkas macam- macam proses pembuatan kalsium klorida adalah sebagai berikut :

II.1.1 Proses Solvay

Gambar II.1 Blok Diagram Proses Solvay

Proses solvay merupakan proses pembuatan soda ash atau Na_2CO_3 dan menghasilkan produk samping CaCl_2 . Proses solvay melibatkan ammonia sebagai katalisatornya dan menghasilkan produk samping berupa CaCl_2 yang sangat encer yaitu sekitar 30-45%. Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

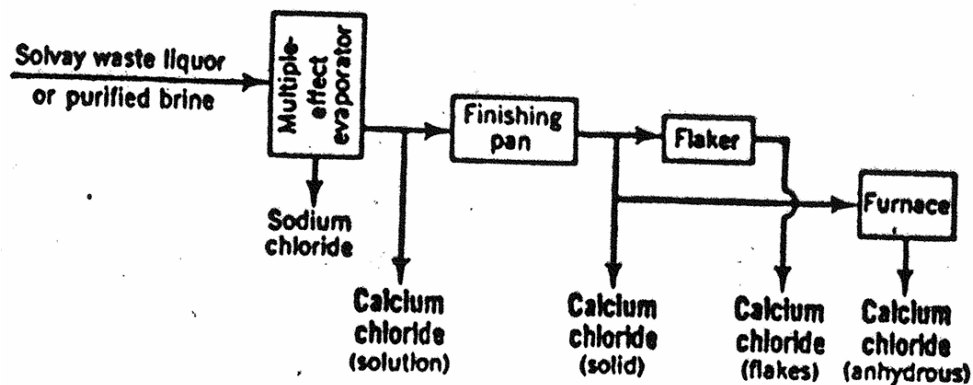


(Ullmann, 2002)

Karbon dioksida yang dibutuhkan untuk reaksi diproduksi dengan kalsinasi kalsium karbonat, dimana kalsium karbonat diubah menjadi kalsium oksida (CaO)

dan karbon dioksida (CO_2). Sodium bikarbonat (NaHCO_3) difilter dari larutan ammonia klorida (NH_4Cl), kemudian larutan direaksikan dengan kalsium oksida yang tertinggal dari pemanasan kalsium karbonat di langkah kedua. Ammonia dari reaksi di atas dikembalikan ke reaksi pertama. Sodium bikarbonat presipitasi dari reaksi pertama kemudian di ubah menjadi produk akhir, sodium karbonat (Na_2CO_3) dengan kalsinasi, memproduksi air dan karbon dioksida sebagai produk samping. Kalsium klorida yang dihasilkan memiliki kemurnian yang tidak cukup tinggi yaitu 75% (Faith, 1960).

II.1.2 Proses Pemurnian Air Garam



Gambar II.2 Blok Diagram Proses Pemurnian Air Garam

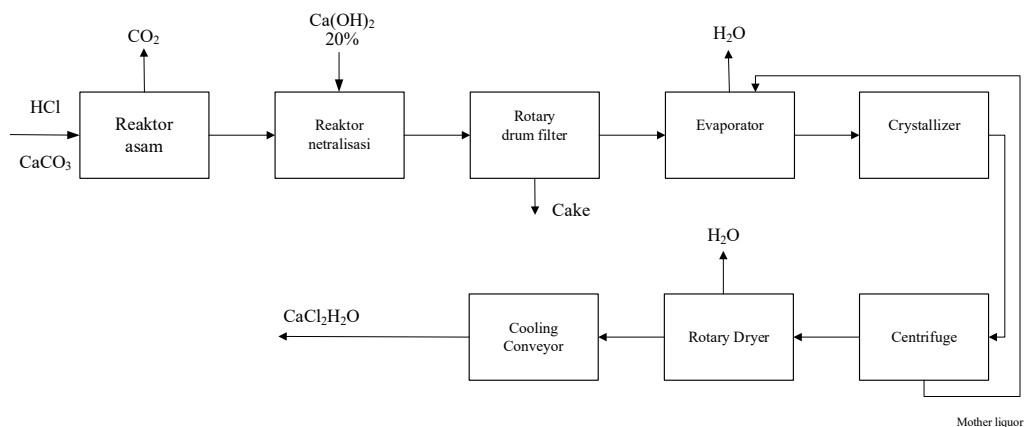
Proses ini merupakan proses yang paling sederhana dalam pembuatan kalsium klorida, tetapi kemurnian kalsium klorida dari proses ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan proses netralisasi (Tetra, 2010). Air garam alami dalam hal ini adalah air laut, mengandung kalsium, magnesium, natrium, klorida, bromide dan ion lainnya. Proses ini menggunakan bahan baku air garam murni, larutan air garam jenuh atau limbah proses solvay. larutan garam ditambahkan dengan gas klorin untuk mengoksidasi bromide ke bromin. Bromin tersebut kemudian ditiup keluar dari larutan dengan udara dan dikumpulkan sebagai bromin bebas atau sebagai bromide. Gas klorin, digunakan dalam proses pemurnian, tapi terbuang dengan pemanasan air garam sebelum kalsium klorida terisolasi. Pada kondisi ini, kalsium klorida dari air garam alam tidak berubah secara kimia. Larutan



tersebut kemudian ditambahkan dengan kalsium oksida untuk membuat larutan garam tersebut bersifat alkali. Kalsium oksida yang ditambahkan diperoleh dari bahan kalsium karbonat (CaCO_3) melalui proses pemanasan secara kalsinasi.

Ketika kapur ditambahkan ke larutan air garam, magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) yang tidak larut akan mengendap dan tersaring. Beberapa kalsium karbonat yang ditambahkan tetap berada dalam air garam sebanyak 0,2% dan terisolasi dengan produk kalsium klorida akhir. Larutan garam ini kemudian dipekatkan lebih lanjut melalui evaporasi. Karena natrium klorida kurang larut dibandingkan kalsium klorida, natrium klorida akan mengendap, dan kemudian disaring dan larutan kalsium klorida yang tersisa dipekatkan dan dikeringkan. Proses ini dapat menghasilkan gas bromine yang Sangat berbahaya bagi lingkungan dan juga kemurnian produk yang dihasilkan dengan produk ini sangatlah rendah yaitu kurang dari 10% (Faith, 1960).

II.1.3 Proses Netralisasi



Gambar II.3 Blok Diagram Proses Netralisasi

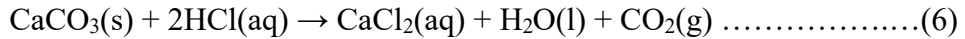
(US 4,704,265)

Proses pembuatan kalsium klorida dari kalsium karbonat dan asam klorida atau proses netralisasi merupakan proses yang paling sering digunakan dalam proses industri, selain ketersediaan bahan baku yang banyak dan murah. kemurnian produk yang dihasilkan juga lumayan tinggi. Proses netralisasi terjadi terdapat

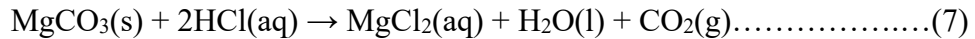


reaksi antara Kalsium karbonat direaksikan dengan larutan asam klorida menghasilkan kalsium klorida, karbon dioksida dan air.

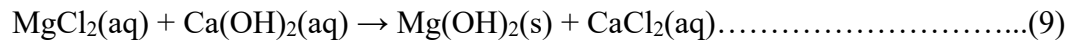
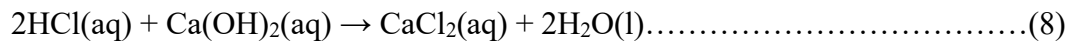
Reaksi utama :



Reaksi samping :

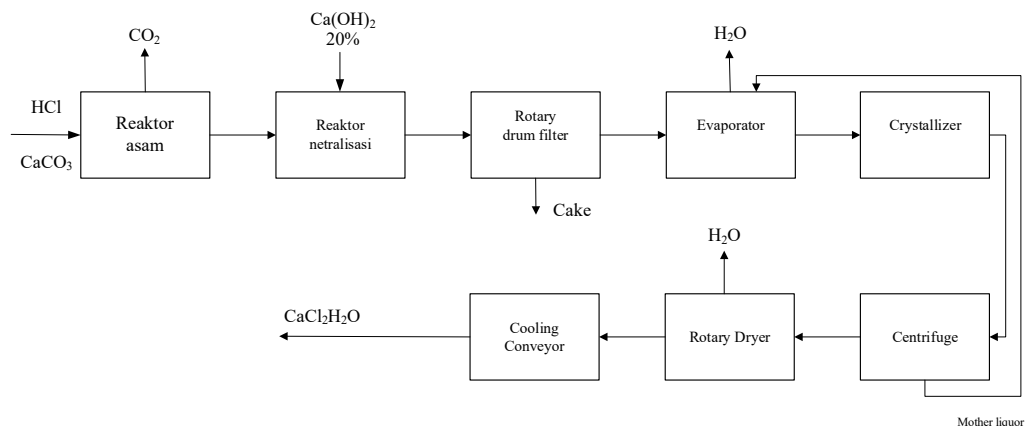


Di dalam tangki neutralizer, MgCl_2 dan sisa HCl direaksikan dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pada suhu 40°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 99% sehingga membentuk reaksi sebagai berikut:



$\text{Mg}(\text{OH})_2$ adalah padatan sehingga bisa dipisahkan dari larutan CaCl_2 di alat rotary drum filter (Faith, 1960). Penambahan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) digunakan untuk menetralkan dan mereaksikan asam klorida yang masih terkandung dalam larutan kalsium klorida, sehingga asam klorida akan bereaksi dengan kalsium hidroksida menjadi kalsium klorida, sehingga produk yang dihasilkan akan menjadi lebih murni (Tetra, 2016).

II.2 Seleksi Proses



Gambar II.4 Blok Diagram Dasar Pembuatan Kalsium Klorida dari Asam Klorida dan Kalsium Karbonat



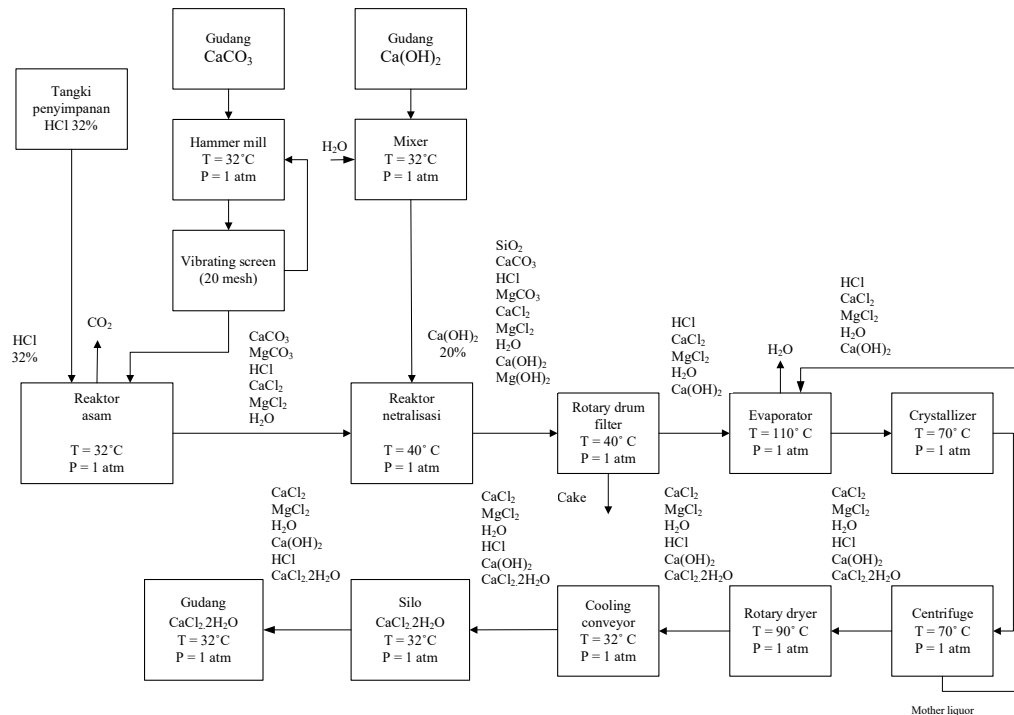
Tabel II.1 Pemilihan Proses Produksi CaCl_2

Parameter	Nama Proses		
	Solvay	Air garam	Netralisasi
Bahan baku	CaCO_3 dan NaCl	Air laut	CaCO_3 dan HCl
Katalis	NH_3	-	-
Suhu operasi	70°C	$40-60^\circ \text{C}$	$30-50^\circ \text{C}$
Tekanan operasi	1-2 atm	1 atm	1 atm
Yield	80-90%	Tidak menghasilkan CaCl_2 secara langsung	95- 98%
Konversi	97%	80%	99%
Kemurnian produk	10-15%	< 10%	78-98%

(Hasanah, 2024)

Berdasarkan tinjauan tabel diatas, maka dipilih proses yang paling efektif dalam pembuatan kalsium klorida dihidrat yaitu proses netralisasi, dengan beberapa alasan sebagai berikut :

1. Proses relatif sederhana dan kondisi operasi tidak terlalu ekstrim yaitu beroperasi pada suhu $30-50^\circ \text{C}$ dan tekanan 1 atm dan konversi yang tinggi yaitu 99%
2. Bahan baku tersedia melimpah atau mudah didapat dan harganya murah
3. Kemurnian produk CaCl_2 yang dihasilkan relatif lebih tinggi yaitu 78-98%
4. Biaya investasi rendah dan tidak menggunakan katalis sehingga dapat mengurangi biaya



Gambar II.5 Blok Diagram Pengembangan Pembentukan Kalsium Klorida dari Asam Klorida dan Kalsium Karbonat dengan Proses Netralisasi

II.4 Uraian Proses

Pra rancangan pabrik kalsium klorida dengan proses netralisasi ini, dapat dibagi menjadi 3 tahapan proses, yaitu :

1. Proses persiapan bahan baku
2. Proses reaksi antara kalsium karbonat dan asam klorida
3. Proses pembentukan dan pemurnian produk

II.4.1 Proses persiapan bahan baku

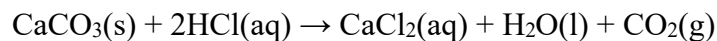
Kalsium karbonat berasal dari gudang penyimpanan yang berukuran 2,5 inch (6-10 cm) diangkut oleh belt conveyor menuju hammer mill untuk dihaluskan menjadi ukuran yang lebih kecil. Selanjutnya kalsium karbonat diayak menggunakan vibrating screen untuk mendapatkan kalsium karbonat dengan ukuran 20 mesh. Material yang tidak lolos ayakan di recycle ke dalam crusher untuk dihaluskan kembali. Sedangkan material yang lolos ayakan selanjutnya diangkut menggunakan bucket elevator menuju hopper, kemudian dari hopper menuju



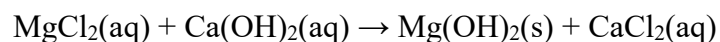
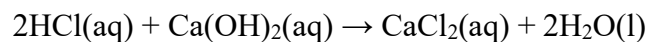
reaktor. Asam klorida yang digunakan sebagai bahan baku memiliki konsentrasi 32%, kemudian diumpankan ke reaktor asam menggunakan pompa. Bahan baku kalsium hidroksida dari silo diangkut oleh belt conveyor menuju mixer untuk dilarutkan dengan air hingga mencapai konsentrasi 20%, kemudian diumpankan menggunakan pompa menuju neutralizer.

II.4.2 Proses reaksi antara kalsium karbonat dan asam klorida

Dalam reaktor asam, kalsium karbonat dan asam klorida akan bereaksi menghasilkan CaCl_2 , MgCl_2 , CO_2 , dan H_2O dengan konversi sebesar 99%. Reaksi tersebut terjadi pada reaktor dengan kondisi operasi pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm kondisi isothermal, reaksi bersifat eksotermis karena membuang panas dari reaktor ke lingkungan untuk menjaga suhu reaktor tidak melebihi 32°C . reaksi yang terjadi pada reaktor, yaitu sebagai berikut :



Sisa asam klorida dan MgCl_2 dari reaktor kemudian dipompa menuju neutralizer (Krohn,1987). Terjadi proses netralisasi sisa asam dengan menambahkan larutan 20% dari tangki pelarutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, reaksi yang terjadi di dalam reaktor ini adalah :



(US 4,704,265)

Reaksi pembentukan kalsium klorida dihidrat berlangsung secara eksotermis pada reaktor netralisasi pada suhu 40° . Reaksi akan menghasilkan panas dan terjadi peningkatan temperatur reaktor sehingga suhu didalam reaktor dan neutralizer dipertahankan. Untuk mempertahankan temperatur reaktor asam dan reaktor netralisasi dilakukan dengan penambahan jaket pendingin dengan cooling water.

II.4.3 Proses pembentukan dan pemurnian produk

Produk dari reaktor neutralizer dialirkan menuju rotary drum vakum filter untuk memisahkan cake dengan filtrat. Hasil padatan akan ditampung di bak penampung cake, sedangkan filtrat diumpankan menuju evaporator untuk



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Kalsium Klorida Dari Asam Klorida Dan Kalsium Karbonat Dengan Proses Netralisasi 85.000 Ton/Tahun”

dilakukan pemekatan pada suhu 110°C hingga menghasilkan larutan jenuh dengan konsentrasi 70%. Produk keluaran evaporator dialirkan menuju crystallizer dengan suhu 70°C untuk mengkristalkan larutan kalsium klorida. Kemudian kristal basah tersebut dipisahkan dari mother liquor nya menggunakan alat centrifuge, dimana mother liquor direcycle ke evaporator dan kristal tersebut diangkut menuju rotary dryer untuk dikeringkan pada suhu 90°C untuk menghilangkan kandungan airnya. Setelah itu, kristal kering diangkut menuju cooling conveyor untuk didinginkan menjadi 32°C , selanjutnya diangkut menggunakan bucket elevator menuju silo. Produk berupa kristal kering $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ diangkut oleh bucket elevator menuju silo untuk disimpan pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm sebelum dikemas dan siap didistribusikan.