

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia adalah negara besar dengan wilayah laut & darat yang cukup luas serta memiliki sumber daya alam yang melimpah. Saat ini Indonesia telah mengalami pembenahan dari berbagai sektor, mulai dari sektor kesehatan, pendidikan, kelautan, pertanian, energi dan industri. Pada sektor industri, Indonesia sudah cukup banyak memiliki pabrik atau industri yang berperan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, seperti industri pupuk, minyak & gas, batu bara, semen, makanan, minuman dan lain sebagainya.

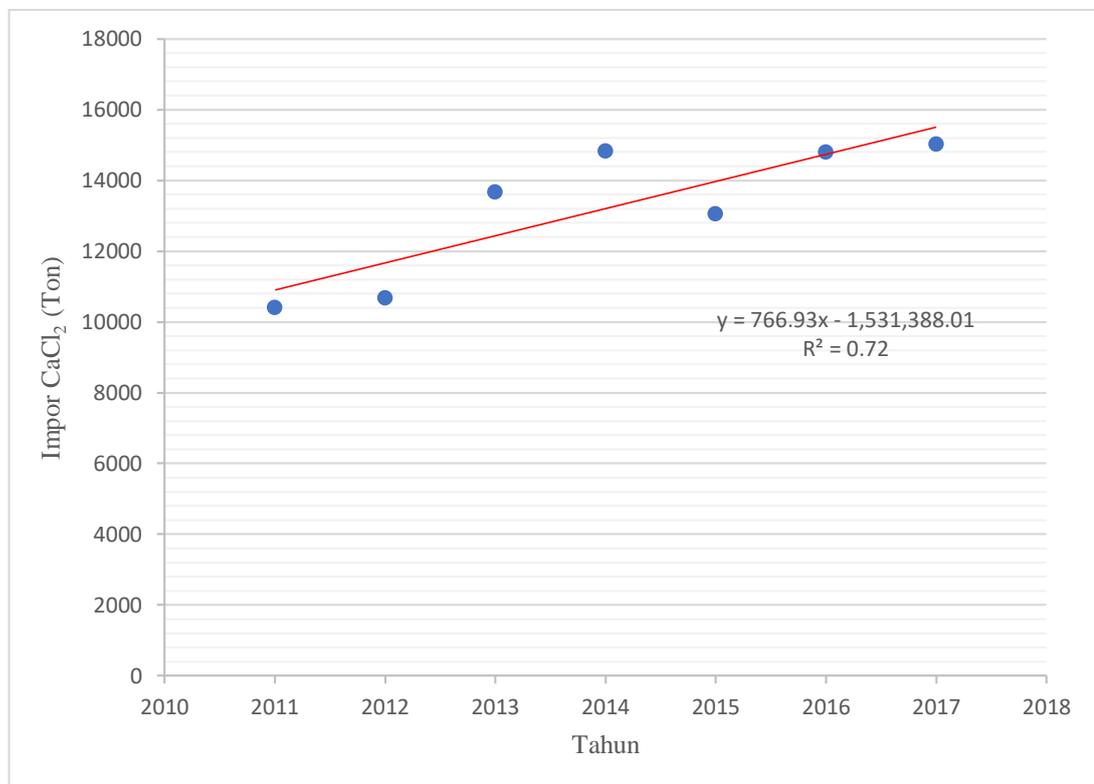
Di akhir tahun 2015, Indonesia dan negara ASEAN lainnya sudah menerapkan Masyarakat Ekonomi Asean (MEA), kondisi dimana nantinya memungkinkan suatu negara menjual jasa atau barang ke sesama negara Asia Tenggara lainnya dengan mudah. Dalam hal ini, sektor industri dalam negeri dituntut untuk bisa bersaing dengan industri luar yang akan memasarkan produk atau jasanya ke Indonesia.

Meskipun Indonesia memiliki banyak industri untuk memenuhi kebutuhannya sendiri, namun ada beberapa kebutuhan yang sampai saat ini masih impor dari negara lain bahkan dengan jumlah yang sangat besar. Salah satu dari produk impor itu sendiri adalah kalsium klorida.

Kalsium klorida dengan rumus kimia CaCl_2 adalah salah satu jenis garam yang terdiri dari unsur kalsium (Ca) dan klorin (Cl_2). Kalsium klorida memiliki

banyak kegunaan, diantaranya sebagai zat pengering (*dessicant*), sebagai zat pencair es (*de-icing*) dan penekanan titik beku, sebagai sumber ion kalsium dan zat aditif dalam industri makanan, pengendalian debu (*roadbed stabilization*), dan kegunaan lainnya (Kirk-Othmer,1998).

Kebutuhan kalsium klorida di Indonesia diperkirakan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Untuk memenuhi kebutuhan akan kalsium klorida sampai saat ini Indonesia harus mengimpor dari luar negeri. Berdasarkan data dari Biro Pusat Statistika (BPS), untuk impor kalsium klorida dari tahun 2011-2017 ditunjukkan pada Gambar 1.1.



(Sumber : Badan Pusat Statistik, Data Ekspor dan Impor)

Gambar 1. 1 Grafik data impor kalsium klorida di Indonesia

Dilihat dari data impor kalsium klorida dari tahun 2011-2017 dapat diprediksikan untuk kebutuhan kalsium klorida pada tahun 2023 dengan cara pendekatan regresi linear, sehingga didapatkan persamaan

$$y = 766,93x - 1.531.388,01$$

dimana : y = jumlah impor kalsium klorida (kg/thn)

x = tahun

Jadi untuk kebutuhan Indonesia akan kalsium klorida pada tahun 2023 diprediksi sekitar 20.111,38 ton/tahunnya.

Pasokan untuk kalsium klorida di Indonesia diimpor dari negara China, Jepang dan beberapa negara lainnya (Kementrian Perindustrian, 2018). Hal ini menjadi kesempatan yang cukup berpotensi untuk mendirikan pabrik kalsium klorida di Indonesia, selain bisa mengurangi biaya impor juga dapat menambah devisa negara apabila akan diekspor.

Beberapa pabrik di dunia yang memproduksi kalsium klorida dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Pabrik kalsium klorida di dunia dan jumlah kapasitasnya (ton/thn)

Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (ton/thn)
<i>General Chemical, Kanada</i>	10.000
<i>National Chloride (Kalifornia, USA)</i>	20.000
<i>Vulcan, Kansas</i>	37.000
<i>Wilkinson (Michigan,USA)</i>	55.000

(Sumber: [www. the innovation group.com](http://www.theinnovationgroup.com))

Untuk mencukupi kebutuhan kalsium klorida dalam negeri, maka pabrik yang didirikan harus memiliki kapasitas produksi yang optimal yaitu jumlah dan jenis produk yang dihasilkan harus dapat menghasilkan laba yang maksimal dengan biaya yang minimal. Dapat dilihat pada Tabel 1.1, bahwa pabrik kalsium klorida yang telah berdiri di beberapa negara memiliki kapasitas antara 10.000-55.000 ton/thn. Berdasarkan data kebutuhan dan kapasitas produksi pabrik yang terdapat di beberapa negara tersebut pabrik kalsium klorida ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2023 dengan mengambil kapasitas $\pm 50\%$ dari prediksi kebutuhan akan kalsium klorida pada tahun 2023 yaitu sebesar 10.000 ton/thn.

1.2. Tinjauan Pustaka

Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan garam berwarna putih yang mempunyai sifat higroskopis terhadap air dan memiliki kandungan panas yang besar hingga dapat mengikat air dan larut di dalamnya. Kemampuan kalsium klorida dalam mengikat air pun berbeda-beda tergantung jumlah mol hidrat yang terkandung di dalamnya. Kalsium klorida memiliki beberapa macam hidrat, seperti anhidrat, dihidrat, tetrahidrat dan hexahidrat. Kalsium klorida anhidrat memiliki rumus kimia $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi hingga 80-99 % berat, sedangkan kalsium klorida dihidrat memiliki rumus kimia $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi 75,49 % berat. (Tetra, 2016).

Kalsium klorida pada umumnya digunakan untuk zat pengering (*dessicant*), zat pencair es (*de-icing*), zat aditif dalam industri makanan, zat aditif dalam pemrosesan plastik dan pipa, sebagai sumber ion kalsium dan dapat digunakan dalam bidang kedokteran. Sebanyak 40% konsumsi kalsium klorida

adalah sebagai zat pencair es (*de-icing*), 20% untuk mengendalikan debu di jalanan pada saat musim panas, 20% untuk proses industri, khususnya dalam industri makanan, industri pemrosesan plastik, pipa dan semen, 10% digunakan dalam pengeboran minyak dan gas, 5% untuk pembuatan beton dan 5% untuk kegunaan-kegunaan lainnya (Ahfiladzum, 2011).

Terdapat dua macam proses pembuatan kalsium klorida yaitu secara alami dan sintetik. Secara sintetik terdiri dari proses asidifikasi dan solvay, sedangkan secara alami disebut juga sebagai proses natural. Penjelasan mengenai pembuatan bahan kalsium klorida adalah sebagai berikut:

1.2.1. Proses Reaksi Asidifikasi

Proses pembuatan kalsium klorida dari batu kapur dengan asam klorida merupakan proses yang paling sering digunakan dalam proses industri, selain ketersediaan bahan baku yang banyak dan murah, kemurnian produk yang dihasilkan juga lumayan tinggi. Batu kapur yang direaksikan dengan asam klorida menghasilkan kalsium klorida, karbon dioksida dan air.

Penambahan kalsium hidroksida digunakan untuk menetralkan dan meraksikan asam klorida yang masih terkandung dalam larutan kalsium klorida, sehingga asam klorida akan bereaksi dengan kalsium hidroksida menjadi kalsium klorida pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm dengan konversi 99% sehingga produk yang dihasilkan akan menjadi lebih murni.

Persamaan reaksi kimia:

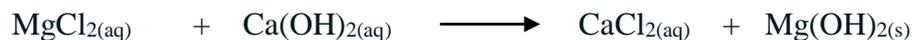
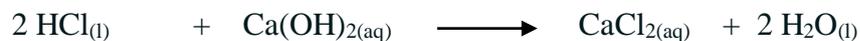


Batu kapur digunakan sebagai sumber kalsium karbonat. Di dalam batu kapur ada mineral lain selain kalsium, yaitu magnesium dan impuritis. Berdasarkan data dari Bahan Galian Industri (BGI) komposisi batu kapur adalah CaCO_3 99.19%, MgCO_3 0.3%, dan sisanya impuritis

Reaksi kimia impuritas:



Di dalam tangki *neutralizer*, MgCl_2 dan sisa HCl akan direaksikan dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pada suhu 40°C dan tekana 1 atm dengan konversi 80% sehingga membentuk reaksi sbb:



$\text{Mg}(\text{OH})_2$ adalah padatan sehingga bisa dipisahkan dari larutan CaCl_2 di alat *rotary drum filter*. (Faith, Keyes & Clark, 1955).

1.2.2. Proses Solvay

Bahan baku dasar yang dipakai adalah batu kapur, natrium klorida, dan soda abu dengan katalis amoniak (NH_3). Metode ini cukup kompleks karena melibatkan banyak reaksi dengan kemurnian produk kalsium klorida yang dihasilkan sekitar 55%. Proses solvay juga menghasilkan larutan *brine* yang perlu dimurnikan dengan banyak proses untuk mngendapkan garam lainnya.

Pada proses solvay menggunakan bahan baku ammonia (NH_3), soda abu, ekstrak garam. Kandungan garam-garam pada proses ini perlu dimurnikan untuk menghilangkan komponen kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan ion logam berat. Komponen garam tersebut mampu menciptakan kerak (*scaling*) pada tower dan

reaktor. *Brine* murni kemudian diumpangkan menuju absorber untuk menyerap kandungan ammonia dari dalam *brine*. *Ammonited brine* meninggalkan absorber dari atas pada suhu 20-25°C kemudian masuk dalam menara karbonat.

Produk samping yang dihasilkan berupa larutan *brine* yang kemudian dimurnikan lebih lanjut untuk mengendapkan komponen garam lainnya sehingga menghasilkan kalsium klorida (CaCl_2). Produk utama dari proses solvay adalah soda abu (Na_2CO_3) dengan CaCl_2 sebagai produk samping, sehingga kemurnian CaCl_2 yang dihasilkan tidak cukup tinggi sekitar 14-55% (Faith, Keyes & Clark, 1955).

1.2.3. Proses Pembuatan Kalsium Klorida dari Air Laut

Proses ini merupakan yang paling sederhana karena dilakukan dengan penguapan air laut dan elektrolisis untuk menghilangkan berbagai komponennya. Proses pemurnian dalam menghasilkan kalsium klorida dilakukan karena air laut juga mengandung ion kalsium, magnesium, klorida, natrium, bromida, dan ion lainnya dalam jumlah kecil. Prosesnya diawali dengan elektrolisis untuk menghilangkan ion-ion minor dengan menggunakan gas klorin. Setelah melalui proses elektrolisis, larutan air laut kemudian ditambah kalsium oksida (CaO) yang berasal dari batu kapur melalui pemanasan secara kalsinasi. Penambahan senyawa kapur kedalam air garam membuat magnesium hidroksida $\text{Mg}(\text{OH})_2$ akan terendapkan dan dapat dipisahkan.

Setelah dilakukan penambahan kapur, kemudian air laut tersebut dipisahkan lebih lanjut dalam proses evaporasi. Karena natrium klorida memiliki nilai K_{sp} (hasil kelarutan) yang lebih kecil dari kalsium klorida, maka NaCl akan

mudah terendapkan sehingga dapat difiltrasi. Sedangkan ion Ca^{2+} dalam kalsium klorida akan tetap terlarut sehingga kemudian akan dipekatkan dan dikeringkan. Kemurnian CaCl_2 yang diperoleh dari proses ini adalah sekitar 10-15% dari air laut yang tersisa. Oleh karena itu, proses ini kurang disukai karena memiliki tingkat kemurnian CaCl_2 yang sangat rendah yakni dibawah 10% sehingga kurang efisien. Keuntungan dan kerugian ketiga proses produksi CaCl_2 di jelaskan dalam Table 1.2. (Tetra, 2016)

Tabel 1. 2 Perbandingan proses produksi CaCl_2

	Asidifikasi	Solvay	Air laut
Bahan baku	<ul style="list-style-type: none"> • Batu kapur dan Asam klorida • Murah 	<ul style="list-style-type: none"> • Batu kapur dan air laut (katalis NH_3) • Cukup mahal 	<ul style="list-style-type: none"> • Air laut • Murah
Proses	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi dan operasi rendah dan kondisi operasi tidak terlalu ekstrim • Proses pembuatan lebih sederhana pada tekana 1 atm dan suhu 32-110°C dengan konversi sebesar 80-99% 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi dan operasi sangat mahal karena banyaknya proses dan instalasi alat • Proses pembuatan panjang dan rumit pada tekanan 1-7 atm dan suhu 32-250°C dengan konversi sebesar 97% 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya investasi dan proses sangat murah dan kondisi operasi tidak terlalu ekstrim • Proses pembuatan lebih sederhana dibandingkan dengan proses lainnya pada tekanan 1 atm dan suhu 32°C dengan nilai konversi sebesar 80%

Tabel 1.2 Perbandingan proses produksi CaCl_2 (Lanjutan)

Produk	<ul style="list-style-type: none">• Kalsium klorida (CaCl_2) sebagai produk utama dengan kemurnian 78%-98%	<ul style="list-style-type: none">• Kalsium klorida (CaCl_2) hanya diproduksi sebagai produk samping dengan kemurnian 14%-55%	<ul style="list-style-type: none">• Kalsium klorida (CaCl_2) sebagai produk utama dengan kemurnian 10-15%
--------	--	---	---

Berdasarkan data pada Tabel 1.2 diketahui bahwa proses asidifikasi menghasilkan produk kalsium klorida dengan kemurnian yang tinggi, selain itu dari segi proses cukup sederhana dan biaya investasi dan harga bahan baku cukup murah dibandingkan dengan proses lainnya. Maka, proses tersebut layak untuk dijalankan.