



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring masuknya era globalisasi, produk industri setiap negara dapat keluar masuk dengan lebih mudah yang menyebabkan persaingan antar setiap negara. Selain itu Indonesia juga sedang berada pada era perdagangan bebas, hal ini menuntut Indonesia untuk mampu bersaing dengan negara-negara lain di dunia khususnya dalam bidang perindustrian. Ditinjau dari keberadaan sumber daya alam yang cukup melimpah serta kebutuhan bahan baku kimia yang semakin meningkat setiap tahunnya, maka pendirian pabrik kalsium klorida sangat berpotensi untuk menyokong pertumbuhan ekonomi negara dan memperluas lapangan pekerjaan.

Kalsium klorida adalah senyawa anorganik dengan rumus kimia  $\text{CaCl}_2$ . Kalsium klorida banyak digunakan untuk bahan pengering dan meningkatkan kekuatan kertas pada industri pulp dan kertas, sebagai bahan pembantu pada industri keramik, sebagai pendingin dan *desiccant agent* pada industri petroleum, dan sebagainya. Kalsium klorida diproduksi dari batu kapur (kalsium karbonat) yang direaksikan dengan asam klorida (HCl). Kondisi geografis Indonesia banyak memiliki batuan kapur dan industri di Indonesia juga mampu menghasilkan asam klorida (HCl) yang merupakan bahan baku utama dalam pembuatan kalsium klorida.

Melihat potensi bahan baku yang memadai dan pemenuhan kebutuhan kalsium klorida Indonesia masih mengimpor dari negara lain maka pendirian pabrik ini sangat diperlukan. Pendirian pabrik kalsium klorida juga sejalan dengan program pemerintah Indonesia untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan impor, menaikkan devisa negara melalui ekspor dan menurunkan tingkat pengangguran.



## 1.2. Kapasitas Rancangan Pabrik

Kapasitas produksi dapat diartikan sebagai jumlah maksimum yang dapat diproduksi dalam satuan waktu tertentu. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan kapasitas pabrik kalsium klorida, antara lain:

### 1.2.1 Kebutuhan kalsium klorida

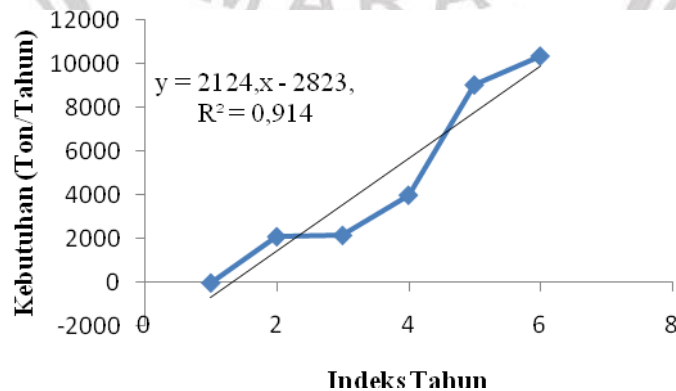
Kebutuhan kalsium klorida di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Berikut ini adalah daftar impor kalsium klorida di Indonesia yang ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor kalsium klorida di Indonesia

Indeks tahun (x)	Tahun	Import kalsium klorida (ton)
1	-	-
2	2010	2111,174
3	2011	2167,328
4	2012	4003,64
5	2013	9035,777
6	2014	10346,82

(sumber: Badan Pusat Statistik)

Prediksi kebutuhan kalsium klorida pada masa yang akan datang dapat diperoleh dari data impor kalsium klorida setiap tahunnya. Pabrik kalsium klorida direncanakan didirikan pada tahun 2023. Untuk penentuan kapasitas pabrik kalsium klorida dihitung dengan menggunakan metode linear pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 Grafik Impor  $\text{CaCl}_2$  di Indonesia Tahun 2010-2014



Proyeksi nilai permintaan kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) pada tahun 2023 dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear diperoleh persamaan:  $y=2124x-2823$ . Dengan memasukkan harga indeks tahun ke-n dalam persamaan tersebut di atas dapat ditentukan prediksi kebutuhan kalsium klorida di Indonesia. Dari hasil prediksi kebutuhan kalsium klorida di Indonesia pada tahun 2023 sebesar 29.037 ton. Dari prediksi tersebut dapat ditetapkan kapasitas produksi kalsium klorida di Indonesia 35.000 ton/tahun. Kelebihan dari produksi tersebut dapat digunakan untuk ekspor ke negara-negara tetangga dikawasan Asia terutama Asia Tenggara.

### 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan  $\text{CaCl}_2$  adalah batu kapur dan asam klorida (HCl). Batu kapur sebagai bahan baku proses produksi didapat dari PT Camco Omya Indonesia dengan kapasitas produksi 442.000 ton/tahun. Untuk bahan baku asam klorida (HCl) diperoleh dari PT. Industri Soda Indonesia (ISI) dengan kapasitas produksi 79.400 ton/tahun. Mengingat ketersediaan bahan baku yang murah dan memadai serta kebutuhan kalsium klorida yang besar, maka sangat prospektif bila didirikan pabrik kalsium klorida di Indonesia.

### 1.2.3 Kapasitas Rancangan Minimum

Kapasitas minimum beberapa pabrik kalsium klorida yang telah berdiri di dunia disajikan pada tabel 1.2.

Tabel 1.2. kapasitas minimum pabrik kalsium klorida di dunia

Nama Pabrik	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Chimcomplex S.A.Borzesti, Romania	12.000
National Chloride ( Kalifornia,USA)	20.000
Wilkinson ( Michigan,USA )	55.000
Vulcan Materials, kansas, USA	70.000
Tangshan Sanyou Group Ltd, China	100.000

(www.fundinguniverse.com)



Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain ketersediaan bahan baku batu kapur di Indonesia dari PT. Camco Omya Indonesia adalah sebesar 442.000 Ton/Tahun dan HCl dari PT. ISI dengan kapasitas 79.400 Ton/Tahun. Kapasitas pabrik kalsium klorida yang sudah beroperasi memiliki kapasitas 12.000 – 100.000 ton/Tahun, dengan demikian kapasitas pabrik 35.000 Ton/Tahun layak untuk didirikan.

### **1.3. Penentuan Lokasi Pabrik**

Letak geografis suatu pabrik memberikan pengaruh yang besar terhadap suksesnya usaha. Oleh karena itu dalam pemilihan lokasi pabrik dibutuhkan pertimbangan-pertimbangan yang didasarkan pada berbagai faktor baik dari segi ekonomis maupun teknis. Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik antara lain penyediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi, utilitas, dan tenaga kerja. Pada perancangan ini, lokasi pendirian pabrik kalsium klorida dipilih di Sidoarjo Jawa Timur dengan pertimbangan:

#### **a. Bahan baku**

Kriteria penilaian dititikberatkan pada kemudahan memperoleh bahan baku. Dalam hal ini bahan baku utama yaitu batu kapur dan asam klorida dapat diperoleh dari PT Camco Omya Indonesia dan PT ISI. Maka pabrik didirikan dekat dengan sumber bahan baku supaya dapat menghemat biaya transportasi, mengurangi resiko terjadinya kerusakan bahan baku dan lebih terjangkau dalam mengendalikan keamanannya, sehingga proses produksi akan lancar.

#### **b. Sarana utilitas**

Sarana utilitas yang meliputi penyediaan air, bahan bakar, dan listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN maupun swasta, sementara untuk sarana lain seperti air dapat diperoleh dari sungai, laut, dan danau. Maka sebaiknya



dipilih lokasi yang dekat dan akses mudah dengan sumber air dan bahan bakar sehingga operasi lebih ekonomis dan biaya produksi lebih murah karena rendahnya biaya transportasi.

c. Transportasi dan Infrastruktur

Sarana transportasi dan infrastruktur yang baik dapat menunjang kegiatan bisnis suatu pabrik kimia. Sarana-sarana transportasi tersebut misalnya, jalan yang nyaman dan aman untuk karyawan pabrik, alat transportasi bahan dan peralatan yang efisien, akses bandara serta pelabuhan pengiriman bahan dan peralatan yang cukup dan ekonomis, sehingga mempermudah akses tenaga kerja ataupun investor keluar masuk daerah.

d. Pemasaran produk

Daerah pemasaran merupakan variabel pertimbangan yang penting dalam penentuan lokasi pabrik. Suatu pabrik diusahakan dekat dengan daerah pemasaran produk, sehingga biaya distribusi akan lebih murah, dan transportasi produk akan lebih rendah resiko kerugian akibat hilang ataupun rusak di perjalanan.

e. Sumber Daya Manusia

Lokasi suatu pabrik kimia sangat tergantung pada tersedianya tenaga kerja yang ahli. Ditinjau dari segi ini, lokasi yang dipilih sebaiknya berada dekat dengan lingkungan pendidikan dan sekolah yang baik. Suatu pendidikan internal dan intensif (pelatihan, pendidikan kejuruan, dan pendidikan lanjutan) akan menghasilkan tenaga ahli yang diinginkan dan dibutuhkan oleh pabrik.

f. Faktor ekonomi, sosial dan hukum

Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik. Sehingga resiko gangguan terhadap pabrik, sabotase, dan lain



sebagainya menjadi minimal. Kondisi ekonomi dan hukum pada masyarakat yang stabil akan menguntungkan pabrik.

Berdasarkan faktor-faktor diatas, maka dipilih untuk mendirikan pabrik di Sidoarjo, Jawa Timur. Beberapa alasannya adalah sebagai berikut :

- a. Ketersediaan bahan baku yang dekat, karena pabrik berada di dekat produsen bahan baku. Sebagai bahan baku proses pembuatan kalsium klorida adalah batu kapur yang diperoleh dari PT. Camco Omya Indonesia dan asam klorida yang diperoleh dari PT. ISI yang terletak di Sidoarjo.
- b. Sidoarjo merupakan daerah yang mempunyai prospek yang baik sebagai daerah pengembangan industri dan sudah banyak industri yang berdiri di Sidoarjo, sehingga penyediaan listrik dari PLN dan bahan bakar dari SPBU sudah mencukupi.
- c. Sarana transportasi darat yang memadai serta terletak didekat pantai, dan dapat dibangun suatu pelabuhan. Sehingga, pemenuhan bahan baku maupun pemasaran produk dapat berlangsung dengan mudah.
- d. Prospek pemasaran baik dalam negeri maupun luar negeri akan lebih mudah dilakukan karena kawasan industri Sidoarjo berada di dekat jalur Pantai Utara Jawa yang merupakan jalur utama yang menghubungkan kota-kota besar maupun industri lain.
- e. Penyediaan air untuk proses, air pendingin dan untuk kebutuhan lainnya, tidak mengalami kesulitan, karena dekat dengan sungai dan laut.
- f. Banyak tersedia tenaga ahli karena pendidikan dan ekonominya cukup stabil. Sidoarjo juga merupakan daerah yang menarik para tenaga kerja dari luar daerah. Upah minimum kabupaten Sidoarjo cukup tinggi, yaitu sebesar Rp 3.577.428,68 pada tahun 2018.



- g. Kegiatan ekonomi, sosial kemasyarakatan dan hukum di Sidoarjo cukup stabil. Selain itu terdapat banyak pabrik disana, sehingga perijinan dan perundang-undangan tentang pendirian pabrik dan pelaksanaanya relatif mencerminkan iklim ramah investasi.
- h. Terletak dikawasan industri, sehingga dapat dibuat unit pengolahan limbah bersama, dan juga masyarakat sudah terbiasa dengan keberadaan pabrik dan menerima keberadaan pabrik.

#### 1.4. Tinjauan Pustaka

##### 1.4.1. Macam-macam proses pembuatan kalsium klorida

Proses pembuatan kalsium klorida dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu proses solvay, proses pembuatan dari batu kapur dan asam klorida, dan proses dengan pemurnian air laut.

- a. Proses Recovery reaksi samping pembuatan soda ash (proses *solvay*)

Proses *solvay* merupakan proses pembuatan *soda ash* dengan ammonia sebagai katalisatornya dan menghasilkan produk samping berupa  $\text{CaCl}_2$  yang sangat encer yaitu sekitar 30-45%. Persamaan reaksi yang terjadi:



(Ulmann Vol.6)

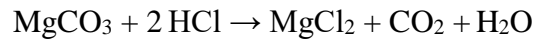
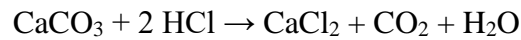
Amonia di *recycle* masuk ke proses,  $\text{CaCl}_2$  yang dihasilkan sebagai produk samping dikenal dengan *distiller waste*. Proses ini melibatkan banyak reaksi dan konsentrasi kalsium klorida yang dihasilkan rendah yaitu 10-15% (Tetra, 2016)

- b. Proses pembuatan dari Batu kapur dan asam klorida

Proses pembuatan kalsium klorida batu kapur dengan asam klorida merupakan proses yang paling umum digunakan di seluruh dunia, dan ketersediaan bahan baku yang banyak dan murah. Batu kapur yang direaksikan dengan larutan asam



klorida menghasilkan kalsium klorida, magnesium klorida, karbon dioksida dan air.



Konsentrasi asam klorida yang digunakan maksimum 37% dan konsentrasi kalsium klorida yang diperoleh sekitar 45% (Tetra, 2016).

c. Proses pembuatan dengan pemurnian air laut

Proses pembuatan kalsium klorida dengan pemurnian air laut merupakan proses yang paling sederhana. Pada proses ini air laut yang mengandung banyak mineral dimurnikan menjadi natrium klorida (NaCl), kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) dan magnesium klorida (MgCl<sub>2</sub>). Prinsip evaporasi digunakan untuk menghilangkan natrium klorida sedangkan magnesium klorida dihilangkan dengan penambahan batu kapur (Speight, 2002).

Proses pemurnian ini menghasilkan gas bromine yang sangat berbahaya bagi lingkungan dan kemurnian produk yang dihasilkan sangatlah rendah yaitu 10% (Tetra, 2016).

Perbandingan kelebihan dan kekurangan dari beberapa proses pembuatan kalsium klorida dapat dilihat pada tabel 1.3.

Meninjau kelebihan dan kekurangan dari ketiga proses tersebut maka dipilih proses produksi dengan mereaksikan batu kapur dan HCl, dengan pertimbangan antara lain:

- Bahan baku batu kapur yang digunakan adalah bahan yang murah dan banyak tersedia.





- Proses produksi reatif lebih sederhana dan ekonomis dengan mereaksikan batu kapur dan asam klorida (HCl), kemurnian kalsium klorida yang diperoleh lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses yang lain.

Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan kalsium klorida

No	Proses	Kelebihan	Kekurangan
1	Proses solvay	Biaya bahan baku murah	- Proses pembuatan $\text{CaCl}_2$ rumit - Biaya operasional mahal - Kalsium klorida diproduksi sebagai produk samping - Kemurnian $\text{CaCl}_2$ rendah
2	Proses pembuatan dengan mereaksikan batu kapur dan asam klorida	-Biaya bahan baku murah -Bahan baku mudah didapat -Kemurnian $\text{CaCl}_2$ relatif lebih tinggi	- Terdapat senyawa $\text{MgCl}_2$ dalam produk
3	Proses pembuatan dengan pemurnian air laut	-Proses lebih sederhana -Bahan baku murah dan mudah didapat -Kemurnian $\text{CaCl}_2$ sangat rendah	- Menghasilkan gas bromine - Kemurnian kalsium klorida lebih rendah

#### 1.4.2. Kegunaan Produk

Adapun kegunaan dari kalsium klorida dapat digunakan sebagai berikut ini:

- Sebagai bahan pembantu pada industri-industri pulp dan kertas
- Sebagai *precipitating agent* pada industri cat
- Industri farmasi
- Bahan pembantu pada industri keramik
- Sebagai *refrigerant dan desiccant* dalam industri makanan
- Sebagai bahan pembantu pada industri ban
- *Anti freezing agent*

( Kirk-Othmer )



### 1.4.3. Sifat fisika dan kimia

#### 1. Bahan baku

##### a. Batu kapur

###### Sifat fisis

- Rumus molekul :  $\text{CaCO}_3$
- Berat molekul : 100,09 gr/grmol
- Bentuk : padat
- Warna : putih – kuning
- *Specific Gravity* :  $2,711 \text{ kg/m}^3$
- Titik leleh (1 atm) :  $1339 \text{ }^\circ\text{C}$
- Kapasitas panas :  $0,21 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}$
- Kemurnian : 97,89%

(Perry's)

###### Sifat kimia

- Kalsium karbonat dalam suhu tinggi terdekomposisi menjadi  $\text{CaO}$  dan melepaskan  $\text{CO}_2$ .
- Kalsium karbonat yang terdekomposisi ( $\text{CaO}$ ) bereaksi dengan air membentuk  $\text{Ca(OH)}_2$ .
- Kalsium karbonat dapat terbentuk kembali dari reaksi  $\text{Ca(OH)}_2$  dengan  $\text{CO}_2$  yang ditandai dengan mengeringnya  $\text{Ca(OH)}_2$ .
- Kalsium karbonat dapat bereaksi dengan asam klorida membentuk kalsium klorida.

(Kirk and Orthmer)



## b. Asam Klorida (HCl)

### Sifat Fisis

- Rumus Molekul : HCl
- Berat Molekul : 36,45 gr / grmol
- Bentuk : cair
- Titik didih : 50,5 °C
- Densitas (118,16K) : 1,045 kg/l
- Temperatur kritis : 51,54 °C
- Tekanan Kritis : 8,316 psi
- Kapasitas panas : 60,378 J/mol K
- Panas peruraian (-111,2°C) : 1,9924 kJ/mol

(Perry's)

### Sifat kimia

- Asam klorida merupakan asam monoprotik yang berarti hanya dapat melepaskan satu ion H<sup>+</sup>.
- Asam klorida merupakan asam kuat yang secara sempurna terdisosiasi sempurna dalam air.
- Bereaksi dengan basa membentuk garam.
- Asam klorida dapat dibuat dengan mereaksikan asam sulfat dengan natrium klorida.

(Perry's)

## 2. Produk

### a. Kalsium klorida

#### Sifat-sifat fisis

- Rumus molekul : CaCl<sub>2</sub>



- Berat molekul : 110,99 g/mol
- Fase : padat
- Struktur kristal : Ortorombik
- Specific gravity : 2,16 g/ml
- Titik didih : 1670 °C
- Titik lebur : 772 °C
- Kemurnian : 95%

#### Sifat kimia

- Kalsium klorida dapat dielektrolisis untuk memberikan logam kalsium dan gas klor.
- Kalsium klorida bersifat higroskopis yang berarti dapat dengan mudah menyerap kandungan air.
- Kalsium klorida dapat dihasilkan dari reaksi kalsium karbonat dengan asam klorida.

(Kirk and Orthmer)

#### 1.4.4. Deskripsi proses

Kalsium klorida dapat dibuat dengan mereaksikan kalsium karbonat dan asam klorida. Proses tersebut banyak dilakukan karena batu kapur dan asam klorida mudah didapat dan murah. Dalam pembuatan kalsium klorida serbuk batu kapur dimasukkan kedalam reaktor dan direaksikan dengan larutan asam klorida 37%. Persamaan reaksi yang terjadi:



Reaksi tersebut terjadi pada temperatur 30°C dan tekanan 1 atm untuk mempermudah proses klorinasi hingga menghasilkan larutan CaCl<sub>2</sub> yang kemudian dikeringkan menjadi CaCl<sub>2</sub> padat (Tetra, 2016).