



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring dengan berkembangnya globalisasi, produk industri setiap negara dapat keluar masuk dengan lebih mudah yang menyebabkan persaingan antar setiap negara. Hal ini dikarenakan setiap negara berusaha untuk memasarkan produk seluas-luasnya, selain untuk mendapatkan keuntungan yang sebesar-besarnya hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan setiap negara dan terjadinya hubungan kerjasama yang saling menguntungkan. Begitu pula dengan Indonesia yang berusaha untuk memenuhi kebutuhan industri terutama kalsium klorida yang banyak digunakan dalam industri pulp dan kertas, pestisida, farmasi dan makanan. Namun untuk memenuhi kebutuhan kalsium klorida tersebut Indonesia masih mengimpor dari negara lain karena belum adanya industri yang memproduksi di Indonesia.

Kalsium klorida pada umumnya diproduksi dari kalsium karbonat (batu kapur) yang direaksikan dengan asam klorida (HCl) pada kondisi tertentu untuk dapat bereaksi menjadi kalsium klorida. Melihat dari kondisi geografis Indonesia yang banyak memiliki batuan kapur dan industri di Indonesia yang mampu menghasilkan asam klorida (HCl) yang merupakan bahan baku utama dalam pembuatan kalsium klorida.

Melihat banyaknya kegunaan kalsium klorida dalam berbagai bidang dan perkembangan industri di Indonesia yang membutuhkan produk ini sebagai bahan baku, maka pendirian pabrik ini sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan. Selain itu, pendirian pabrik ini diharapkan dapat :



1. Membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat.
2. Menghemat devisa negara, karena dapat mengurangi biaya impor dari luar negeri.

1.2. Kapasitas Perancangan Produksi

Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik Kalsium klorida mempertimbangkan sebagai berikut :

1. Kapasitas produksi pabrik kalsium klorida yang telah ada.
2. Data ekspor dan impor kalsium klorida.

Kebutuhan kalsium klorida dalam negeri terus meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan akan kalsium klorida sampai saat ini harus melalui impor luar negeri.

Tabel 1. Data Impor kalsium klorida.

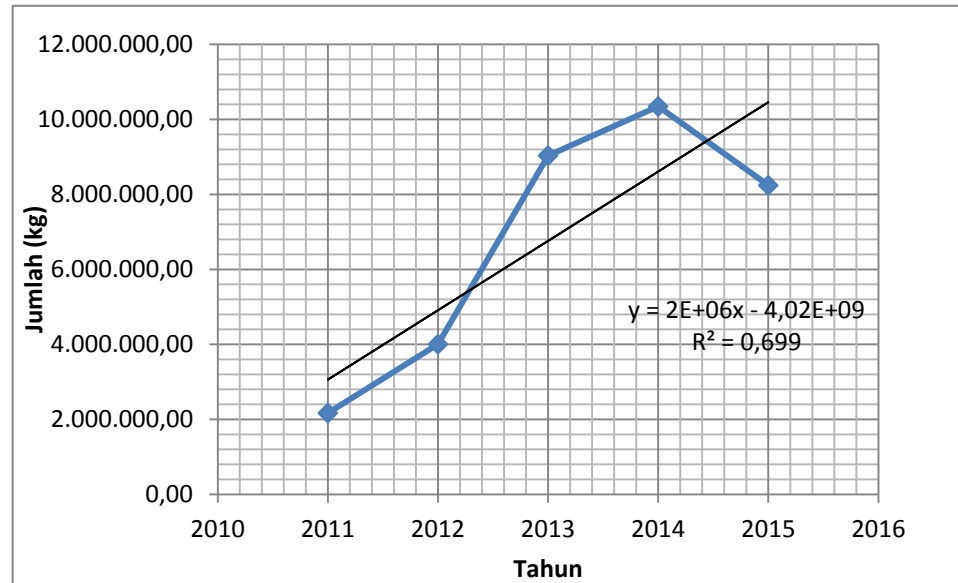
No	Tahun	Kebutuhan/ tahun (kg)
1	2011	2.167,328.00
2	2012	4.003,640.00
3	2013	9.035,777.00
4	2014	10.346,822.00
5	2015	8.243,054.00

(Data impor kalsium klorida Biro Pusat Statistik)

Akan tetapi data ekspor dari negara Indonesia tidak tersedia, hal ini membuktikan bahwa perusahaan kalsium klorida di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan kalsium klorida di Indonesia, sehingga peluang pendirian pabrik kalsium klorida memiliki potensi yang besar untuk dapat berkembang. Dari data diatas dibuat grafik linear untuk mengetahui persamaan untuk menghitung perkiraan kebutuhan kalsium klorida pada tahun



yang diinginkan. Grafik data kebutuhan kalsium klorida dari tahun 2011 sampai 2015 dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Import kalsium klorida tahun 2010-2015

Dari grafik tersebut diperoleh persamaan $y=2E+06x-4,02E+09$ sehingga kebutuhan kalsium klorida dapat diketahui sebesar 19.000 ton pada tahun 2020. Dari prediksi tersebut dapat ditetapkan kapasitas produksi kalsium klorida di Indonesia sebesar 20.000 ton/tahun. Kelebihan dari produksi tersebut dapat digunakan untuk ekspor ke negara-negara tetangga dikawasan Asia terutama Asia Tenggara.

Selain itu penentuan kapasitas produksi pabrik kalsium klorida dapat ditentukan berdasarkan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi yang dapat dilihat pada tabel 2 berikut :



Tabel 2. Kapasitas Pabrik Kalsium Klorida yang telah beroperasi

No	Negara	Kapasitas (ton)
1	Kanada	20.100
2	Meksiko	17.800
3	Jerman Barat	6.900
4	Swedia	4.800

(Kirk and Orthmer, 1991).

1.3. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam perancangan pabrik, hal ini menyangkut keberhasilan dan operasi pabrik kedepan. Pabrik kalsium klorida ini akan didirikan di Tuban, Jawa timur dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Ketersediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik dipilih dekat dengan sumber bahan baku, untuk bahan baku kalsium karbonat didapatkan dari batu kapur di daerah Tuban, sedangkan untuk asam klorida (HCl) diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik yang berada di Gresik.

2. Ketersediaan Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan hal yang penting untuk menunjang proses produksi. Untuk tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia yang dapat ditinjau dari aspek pendidikan yang memadai, pemerataan tenaga kerja serta pemberian ongkos atau upah tenaga kerja yang memadai dapat ditinjau dari pendidikan, keterampilan serta kebijakan pemerintah daerah tersebut

3. Ketersediaan Listrik dan Bahan Bakar

Ketersediaan listrik dan bahan bakar merupakan hal yang penting guna operasional produksi. Untuk kebutuhan listrik pabrik dapat dipenuhi



oleh PLN dan Pabrik sendiri. Sedangkan untuk bahan bakar dapat dipenuhi dari banyak SPBU yang berada disekitar Tuban.

4. Ketersediaan Air

Tuban sebagai kawasan industri karena telah memiliki sumber air. Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik dapat dipenuhi dari sungai Bengawan Solo mengalir melalui Tuban.

5. Transportasi

Tuban yang ditetapkan sebagai kawasan industri telah dilengkapi dengan sarana transportasi yang cukup memadai untuk kepentingan proses produksi maupun pemasaran. Tuban yang berada di jalur Pantai Utara Jawa memiliki Sarana transportasi darat yang dapat menghubungkan lokasi industri ke sumber bahan baku maupun ketempat pemasaran produk.

6. Pemasaran

Besar kecilnya pasar yang dikuasai oleh suatu perusahaan akan mempengaruhi perkembangan pabrik dimasa yang akan datang. Pabrik kalsium klorida ini didirikan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Sehingga pemasaran produk ke konsumen akan lebih mudah dilakukan baik dalam negeri maupun luar negeri karena kawasan industri Tuban yang berada di dekat Jalur Pantai Utara Jawa yang merupakan jalur utama yang menghubungkan kota-kota besar maupun industri lain.

7. Kebijakan Pemerintah.

Tuban telah ditetapkan oleh pemerintah sebagai kawasan industri, sehingga karakter tanah, sarana pembuangan limbah, energi dan ketersediaan air sudah diperhitungkan oleh pemerintah. Sehingga pendirian pabrik di daerah tersebut tidak menimbulkan masalah.



1.4. Tinjauan Pustaka

Kalsium klorida (CaCl_2) merupakan garam berwarna putih mempunyai sifat higroskopis terhadap air dan memiliki kandungan panas yang besar hingga dapat mengikat air dan larut didalamnya. Kemampuan kalsium klorida dalam mengikat air pun berbeda-beda tergantung jumlah mol hidrat yang terkandung didalamnya. 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 97 % berat sedangkan kalsium klorida dihidrat memiliki rumus kimia $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi 75,49 % berat. Konsentrasi kalsium klorida semakin menurun seiring dengan semakin banyaknya jumlah mol hidrat (H_2O), sedangkan kemampuan kalsium klorida dalam mengikat air semakin menurun seiring dengan bertambahnya jumlah mol hidrat dalam kalsium klorida. Untuk kalsium klorida hexahidrate misalnya konsentrasi kalsium klorida berkisar 50,66 % berat dengan panas kelarutan dalam air sebesar (+) 15,8 kJ/mol. Kemurnian larutan kalsium klorida yang dikomersialkan biasanya hanya berkisar antara 30-97 % berat (Tetra, 2016).

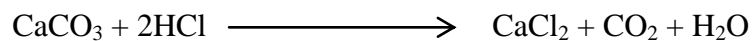
Dalam pembuatan kalsium klorida (CaCl_2) secara komersial menggunakan 2 jenis proses yaitu proses pembuatan kalsium klorida dari batu kapur dan asam klorida dengan konsentrasi produk sekitar 30% dan proses pemurnian air garam, namun kemurnian kalsium klorida yang dihasilkan kurang dari 10%. Pemilihan proses biasanya ditentukan berdasarkan ketersediaan bahan baku, energi yang digunakan dan kriteria produk yang dihasilkan (Tetra, 2016).



1.4.1. Pemilihan Proses

1. Proses Netralisasi dari batu kapur dan asam klorida (HCl).

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 direaksikan dengan asam klorida menghasilkan kalsium klorida, karbon dioksida dan air.



Penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ digunakan untuk menetralkan dan meraksikan asam klorida yang masih terkandung dalam larutan kalsium klorida, sehingga asam klorida akan bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ menjadi kalsium klorida CaCl_2 sehingga produk yang dihasilkan akan menjadi lebih murni (Tetra,2016).

2. 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_2) dan magnesium klorida (MgCl_2). Prinsip evaporasi digunakan untuk menghilangkan Natrium Klorida sedangkan Magnesium klorida dihilangkan dengan dengan penambahan batu kapur (Speight,2002).

Selain itu 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%.. Kelebihan dan kekurangan masing-masing proses dalam pembuatan kalsium klorida dapat dilihat dalam dalam tabel 3 dibawah ini:



Tabel 3. Kelebihan dan kekurangan masing-masing proses dalam pembuatan kalsium klorida.

No	Proses	Kelebihan	Kekurangan
1	Proses Netralisasi dari batu kapur dan asam klorida	<ul style="list-style-type: none">• Bahan baku Murah dan mudah didapat.• Konversi tinggi	<ul style="list-style-type: none">• Proses Lebih rumit
2	Proses pembuatan dengan pemurnian air garam	<ul style="list-style-type: none">• Proses lebih sederhana• Bahan baku murah dan mudah didapat.	<ul style="list-style-type: none">• Konversi rendah.• Menghasilkan gas bromine• Proses rumit untuk menghasilkan kemurnian yang tinggi

1.4.2. Kegunaan Produk

Kalsium klorida memiliki kegunaan yang cukup luas baik dalam bidang industri maupun untuk kebutuhan sehari sehari, antara lain (Garrent, 2004) :

1. Pencair Es (*Deicing*)

Kalsium klorida biasanya digunakan untuk mengurangi dan mencairkan es maupun salju, selain itu juga digunakan untuk mencegah pembekuan pada komoditas massal. Dibandingkan NaCl maupun $MgCl_2$, kalsium klorida lebih efisien digunakan untuk mencairkan es, karena dengan konsentrasi kalsium klorida 30,22% mampu mencairkan es hingga suhu $-49,8^{\circ}C$. Selain itu kalsium klorida juga digunakan sebagai zat anti pembekuan dalam pertambangan.



2. Pengontrol Debu

Karena sifatnya yang menyerap dan mempertahankan air, ketika digunakan dalam permukaan jalan berdebu dan tidak beraspal, kalsium klorida dapat mengkondisikan debu pada permukaan, sehingga terbentuk permukaan jalan yang padat.

3. Pemadat dan Stabilisasi Tanah

Dengan cara yang sama seperti pengontrol debu, kalsium dapat membuat permukaan tanah menjadi lebih padat dan stabil.

4. Dalam Industri makanan

Kalsium klorida juga digunakan zat pengawet dalam sayuran kalengan. Dalam pemrosesan kacang kedelai menjadi tahu dan dalam memproduksi pengganti kaviar dari jus sayuran atau buah. Dalam pembuatan bir, kalsium klorida digunakan untuk memperbaiki kekurangan mineral dalam air pembuatan bir yang dapat mempengaruhi rasa dan reaksi kimia selama proses pembuatan bir. Kalsium klorida juga ditambahkan dalam susu olahan untuk mengembalikan keseimbangan kalsium yang hilang selama pemrosesan dan untuk menjaga keseimbangan protein dalam kasein pada pembuatan keju.

5. Dalam Bidang Kesehatan

Kalsium klorida dapat disuntikkan sebagai terapi intravena untuk pengobatan hipokalsemia, yaitu penyakit berkurangnya kadar kalsium dalam tubuh.

6. Dalam Bidang Industri

Dalam industri petro kimia kalsium klorida dapat digunakan untuk menghilangkan zat terlarut dalam larutan hidrokarbon. Kalsium klorida juga dapat digunakan untuk menghilangkan kandungan fluoride dan zat-zat lain yang tidak diinginkan dalam limbah industri seperti fosfat dan sulfat.



1.4.3. Sifat-sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku serta Produk.

1. Bahan Baku

Batu Kapur (CaCO_3)

Sifat sifat Fisik

Rumus Molekul	: CaCO_3
Berat Molekul	: 100,086 kg/kmol
Fase (1 atm)	: Padat
Bau	: Tidak berbau
Massa jenis	: 2711 kg/m^3
Titil leleh (1 atm)	: $1339 \text{ }^\circ\text{C}$
Kelarutan dalam air (25°C)	: $0,013 \text{ kg/m}^3$

Sifat Kimia

- Kalsium karbonat dalam suhu tinggi terdekomposisi menjadi CaO dan melepaskan CO_2 .
- Kalsium karbonat yang terdekomposisi (CaO) bereaksi dengan air membentuk Ca(OH)_2 .
- Kalsium karbonat dapat terbentuk kembali dari reaksi Ca(OH)_2 dengan CO_2 yang ditandai dengan mengeringnya Ca(OH)_2 .



- Kalsium karbonat dapat bereaksi dengan asam klorida membentuk kalsium klorida.

(Kirk and Orthmer, 1991).

Asam Klorida (HCl)

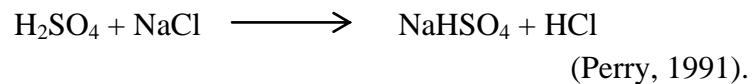
Sifat sifat fisik

Rumus Molekul	: HCl
Berat molekul	: 36,461 kg/kmol



*Prarancangan Pabrik Kalsium Klorida dari Kalsium Karbonat dan Asam Klorida
Kapasitas 20.00 Ton/Tahun*

Fase	: Cair tidak berwarna
Bau	: Berbau tajam
Massa jenis	: 1159 kg/m ³
Konsentrasi	: 32%
Titik didih (1 atm)	: 84°C
Sifat kimia	
a	Asam klorida merupakan asam monoprotik yang berarti hanya dapat melepaskan satu ion H ⁺ .
b	Asam klorida merupakan asam kuat yang secara sempurna terdisosiasi sempurna dalam air.
c	Bereaksi dengan basa membentuk garam
d	Asam klorida dapat dibuat dengan mereaksikan asam sulfat dengan natrium klorida



2. Produk

Kalsium Klorida

Sifat sifat fisik

Rumus Molekul : CaCl₂·H₂O

Berat Molekul : 129,99

Fase : Padat

Densitas : 2240 kg/m³

Titik Didih (1 atm) : 183°C

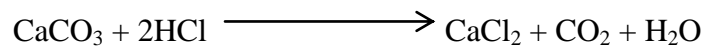
Kemurnian : 97 %

Sifat Kimia

- a Kalsium klorida dapat dielektrolisis untuk memberikan logam kalsium dan gas klor.



- b Kalsium klorida dapat memiliki perubahan entalpi yang sangat tinggi dari solusi.
- c Kalsium klorida bersifat higroskopis yang berarti dapat dengan mudah menyerap kandungan air.
- d Kalsium klorida dapat dihasilkan dari dari reaksi kalsium karbonat dengan asam klorida

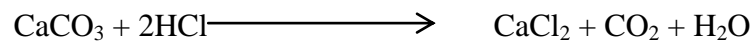


(Kirk and Orthmer,1991).

1.4.4. Deskripsi Proses

Deskripsi proses dalam proses pembuatan kalsium klorida (CaCl_2) dari kalsium karbonat dan asam klorida sebagai berikut :

kalsium karbonat yang diperoleh dari batu kapur yang berbentuk bongkahan dihancurkan terlebih dahulu dengan *crusher* hingga ukuran 25 μm -60 μm . Kemudian dimasukkan kealam reaktor dan direaksikan dengan larutan asam klorida(HCl) 32% Adapaun reaksi yang terjadi saat proses klorinasi adalah sebagai berikut :



Reaksi tersebut terjadi pada temperatur 60°C dan tekanan 1 atm untuk mempermudah proses klorinasi hingga menghasilkan larutan CaCl_2 , yang kemudian dikeringkan menjadi CaCl_2 padat (Tetra, 2016).