



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dalam era industrialisasi, pertumbuhan industri di Indonesia terutama industri kimia semakin mengalami peningkatan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Dengan adanya peningkatan industri kimia tersebut maka kebutuhan akan bahan baku, bahan-bahan kimia maupun tenaga kerja juga akan semakin meningkat. Salah satu bahan baku yang diperlukan adalah kalsium klorida yang mana banyak digunakan dalam industri pulp dan kertas, pestisida, farmasi dan makanan. Namun untuk memenuhi kebutuhan kalsium klorida tersebut Indonesia masih mengimport dari negara lain karena belum terdapat industri yang memproduksinya di Indonesia.

Kalsium klorida diproduksi dari batu kapur (kalsium karbonat) yang direaksikan dengan asam klorida (HCl) pada kondisi tertentu untuk dapat bereaksi menjadi kalsium klorida.

Dengan melihat kebutuhan kalsium klorida sebagai salah satu bahan kimia yang banyak dibutuhkan di Indonesia. Sedangkan kebutuhan tersebut masih harus mengimpor dari negara lain maka pendirian pabrik kalsium klorida perlu didirikan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan tersebut. Selain itu, pendirian pabrik ini diharapkan dapat :

1. Membuka lapangan ketenaga kerjaan yang baru sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat.
2. Menghemat devisa negara, karena dapat mengurangi biaya impor dari negara lain.



1.2. Kapasitas Perancangan Produksi

Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik Kalsium Klorida dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Kapasitas produksi pabrik Kalsium Klorida yang telah ada.
2. Data *eksport* dan *import* kalsium klorida.

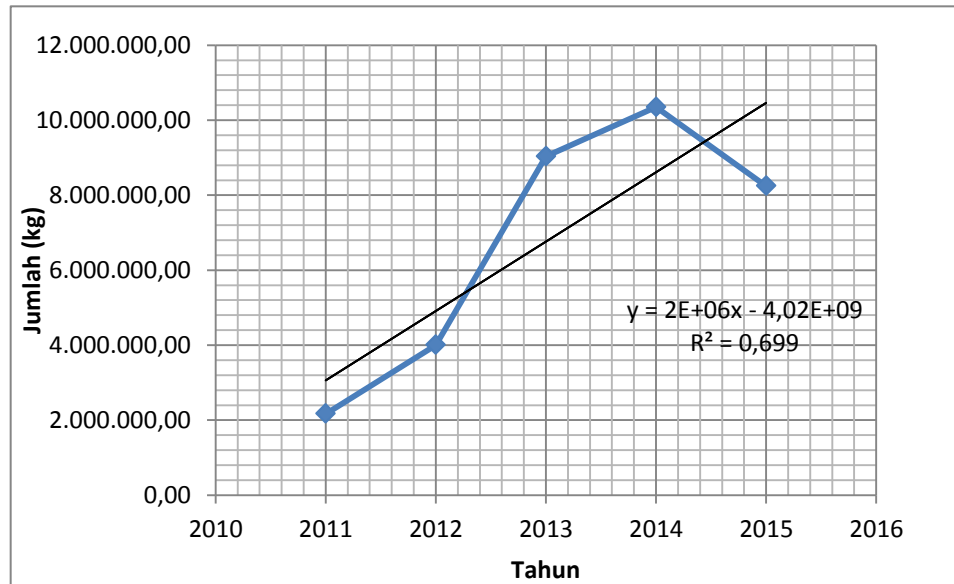
Kebutuhan kalsium klorida dalam negeri selalu terjadi peningkatan. Untuk memenuhi kebutuhan akan kalsium klorida sampai saat ini harus melalui *import* luar negeri.

Tabel 1. Data kebutuhan 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 *import* kalsium klorida Biro Pusat Statistik)

Data kebutuhan kalsium klorida hanya ada data *import* saja sedangkan data *eksport* dari negara indonesia tidak tersedia, dari hal itu dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik kalsium klorida perlu sekali untuk didirikan. Dari data diatas dibuat grafik linear untuk mengetahui persamaan untuk memperkiraan kebutuhan kalsium klorida pada tahun yang diinginkan. Grafik data kebutuhan kalsium klorida dari tahun 2011 sampai 2015 dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik 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 25.000 ton/tahun. Kelebihan dari produksi tersebut dapat digunakan untuk *eksport* ke negara-negara lain.

Tabel 2. 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

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan dan kelangsungan proses suatu pabrik, antara lain menyangkut ketersediaan bahan baku, pemasaran, ketenaga kerjaan, air, iklim, kebijakan dari pemerintah mengenai kawasan industri, maupun sarana komunikasi. Berdasarkan faktor-faktor tersebut maka pabrik kalsium klorida ini akan didirikan di Tuban, Jawa timur dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Sumber Bahan Baku

Penempatan 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. Tenaga Kerja

Tenaga kerja ahli (skilled labour) tidak mudah didapatkan di setiap daerah tapi biasanya banyak berada di daerah yang dekat dengan pusat pendidikan. Tenaga kerja merupakan hal yang cukup penting untuk menunjang kelancaran proses produksi. Pemerataan tenaga kerja serta pemberian ongkos dan gaji yang disesuaikan dengan tingkat pendidikan dan ketrampilan yang dimiliki.

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. Tersedianya Air

Wilayah Tuban merupakan kawasan industri oleh karenanya disana telah memiliki sumber air yang digunakan oleh beberapa industri



yang sudah ada. Untuk memenuhi kebutuhan air pabrik dapat mengambil dari sungai bengawan solo yang mengalir di wilayah tuban.

5. Tersedianya Fasilitas Transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku dan pemasaran produk kalsium klorida. Di tuban memiliki jalur transportasi darat yang dapat menghubungkan antara pabrik dengan bahan baku maupun pemasaran.

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.

Pemerintah telah menetapkan bahwa tuban merupakan kawasan industri, oleh karenanya karakter tanah, sarana pembuangan limbah, energi maupun ketersediaan air telah diperhitungkan oleh pemerintah. Sehingga pendirian pabrik di daerah tuban cukup nyaman.

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



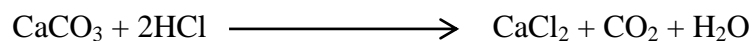
anhidrat memiliki rumus kimia $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi hingga 97 % berat sedangkan kalsium klorida dihidrat memiliki rumus kimia $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dengan konsentrasi 75,49 % berat. Konsentrasi kalsium klorida semakin menurun seiring dengan semakin 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 kloride berkisar 50,66 % berat dengan panas kelarutan dalam air sebesar (+) 15,8 kJ/mol. Kemurnian larutan kalsium kloride 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 Ca(OH)_2 digunakan untuk menetralkan dan meraksikan asam klorida yang masih terkandung dalam larutan kalsium klorida, sehingga asam klorida akan bereaksi dengan Ca(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 (Ca(Cl)_2) dan magnesium klorida (Mg(Cl)_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. (Tetra,2016)



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 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

Kalsium klorida dapat digunakan sebagai pemadat dan pengstabil tanah seperti kegunaannya sebagai pengontrol debu.

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 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 dan Produk.

1. Bahan Baku

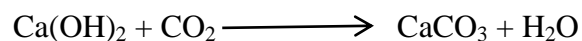
Batu Kapur (CaCO_3)

Sifat sifat Fisik

Rumus Molekul	CaCO_3
Berat Molekul	100,086 g/mol
Fase	Padat
Bau	tidak berbau
Massa jenis	2.711 kg/m^3
Titil leleh	$1339 \text{ }^\circ\text{C}$
Kelarutan dalam air	0,0013 g/100 mL (25°C)

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)

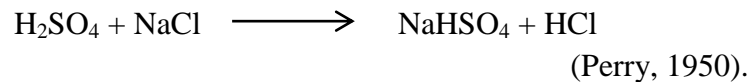
Sifat sifat fisik

Rumus Molekul	HCl
Berat molekul	36,461 gr/mol
Fase	Cair tidak berwarna



Bau	Berbau tajam
Massa jenis	1,159 kg/m ³
Konsentrasi	32%
Titik didih	84°C (1atm)
Sifat kimia	

- Asam klorida adalah asam monoprotik yang hanya dapat melepaskan satu ion H⁺.
- 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



2. Produk

Kalsium Klorida

Sifat sifat fisik

Rumus Molekul CaCl₂.H₂O

Berat Molekul 129,99

Fase Padat

Densitas 2,24

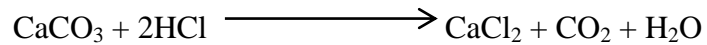
Titik Didih (1atm) 183°C

Sifat Kimia

- Kalsium klorida dapat dielektrolisis untuk membrikan logam kalsium dan gas klor.
- 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 batu kapur dan asam klorida sebagai berikut :

Batu kapur dihancurkan dengan crusher hingga ukuran $25\mu\text{m}$ - $60\mu\text{m}$. 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 1atm untuk mempermudah proses klorinasi hingga menghasilkan larutan CaCl_2 , yang kemudian dapat dikeringkan menjadi CaCl_2 padat (Tetra, 2016).