



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring dengan perkembangan teknologi dan kemajuan jaman, pembangunan disegala bidang haruslah diperhatikan. Pembangunan ekonomi yang baik serta pengembangan industri sebagai salah satu jalan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa, termasuk diantaranya adalah industri kimia, baik yang menghasilkan produk jadi maupun produk antara yang dapat diolah lebih lanjut harus senantiasa diusahakan. Pembangunan dan pengembangan industri kimia yang menghasilkan produk antara ini dinilai penting karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya akan mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor bahan-bahan tersebut.

Salah satu produk antara yang perlu dipertimbangkan adalah sodium nitrat (NaNO_3). Sodium nitrat merupakan kristal bening tidak berwarna dan tidak berbau. Bahan kimia ini mempunyai sifat-sifat antara lain mudah larut dalam air, gliserol, amoniak, dan alkohol serta mempunyai titik lebur pada temperatur 308°C . Pada prarancangan pabrik kimia NaNO_3 sebelumnya Sulistyarini (2006) mempunyai kapasitas prarancangan sebanyak 50.000 ton/tahun, dalam prosesnya belum ada metode pemisahan produk samping NOCl dan Cl_2 . Prarancangan pabrik NaNO_3 oleh Andirio (2006) dengan bahan baku NaOH dan HNO_3 mempunyai kapasitas rancangan 45.000 ton/tahun. Prarancangan pabrik kimia NaNO_3 oleh Yuningsih dan Utami (2011) mempunyai kapasitas rancangan 30.000 ton/tahun. Kebutuhan NaNO_3 yang ada di Indonesia semakin bertambah sehingga dapat dipastikan semakin lama kebutuhan NaNO_3 akan semakin meningkat. Salah satu bahan baku pembuatan NaNO_3 adalah sodium klorida (NaCl) dan asam nitrat (HNO_3). Sodium nitrat merupakan bahan kimia intermediat (bahan antara) yang selanjutnya dapat diolah dalam pembuatan pupuk yang mengandung senyawa nitrogen, pembuatan kaca, pembuatan kalium nitrat dan masih banyak lagi.

Kebutuhan NaNO_3 di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan banyaknya industri yang menggunakannya, karenanya pendirian pabrik ini



dipandang perlu untuk memenuhi kebutuhan NaNO_3 di dalam negeri dan diharapkan juga dapat memberikan kesempatan bekerja bagi generasi bangsa Indonesia.

1.2 Kapasitas Pabrik

Dalam penentuan kapasitas prarancangan pabrik NaNO_3 ini didasarkan pada 3 pertimbangan.

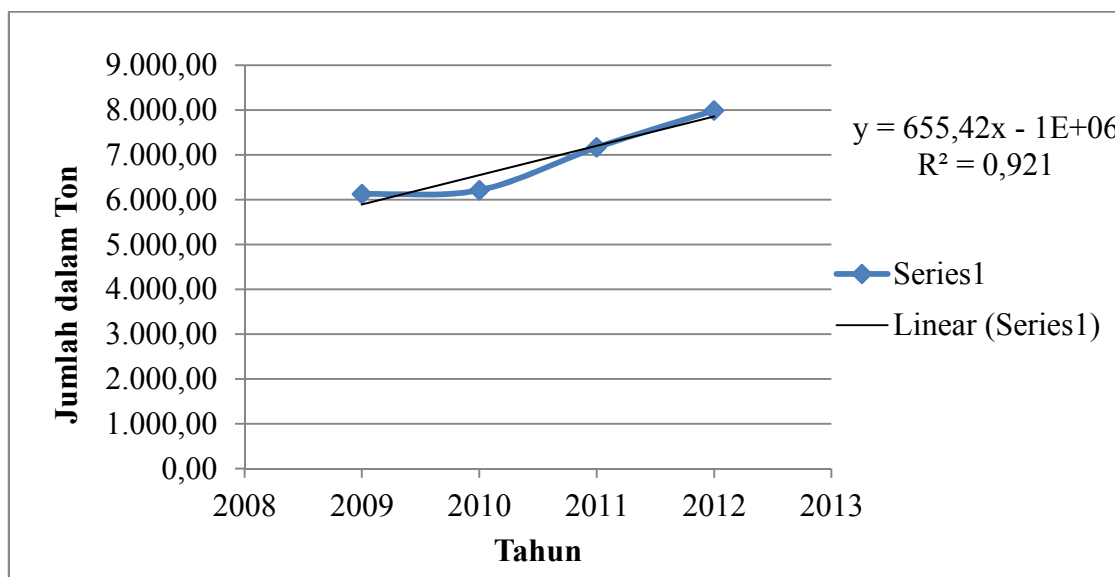
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Sodium Nitrat di Indonesia

Kebutuhan NaNO_3 di Indonesia diketahui dimulai tahun 2009 semakin meningkat setiap tahun dan untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Indonesia mengimpor dari luar negeri. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik mengenai impor NaNO_3 di Indonesia pada tahun 2009-2012 pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data impor NaNO_3 di Indonesia

Tahun	Jumlah dalam ton
2009	6.119,486
2010	6.209,147
2011	7.161,591
2012	7.986,723

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2013)



Gambar 1 Data impor NaNO_3 di Indonesia

Dari data statistik impor dapat dibuat grafik yang menunjukkan tren kebutuhan NaNO_3 di Indonesia setelah tahun 2009 cenderung mengalami peningkatan tiap tahunnya.



Dengan pendekatan *Least Square* didapatkan persamaan garis lurus yaitu $y = 655,42x - 1E+06$ dengan x adalah tahun dan y adalah jumlah NaNO_3 dalam ton. Berdasarkan persamaan garis tersebut, maka dapat diprediksikan kebutuhan NaNO_3 di Indonesia pada tahun 2020 sebesar 323.948 ton, sehingga untuk mengurangi impor perlu dibangun pabrik NaNO_3 dengan kapasitas rancangan 55.000 ton/tahun, dengan 3 pertimbangan.

1. Kebutuhan NaNO_3 di dalam negeri yang semakin meningkat setiap tahunnya.
2. Membuka peluang bagi industri lain untuk berdiri dan meningkatkan kapasitas produksi bagi pabrik yang berbahan baku NaNO_3 .
3. Memberikan keuntungan dan membuka peluang ekspor untuk produk yang berlebih sehingga akan meningkatkan cadangan devisa negara.

Kebutuhan NaNO_3 di Indonesia mengalami kenaikan. Dapat dipastikan semakin tahun kebutuhan NaNO_3 akan semakin meningkat. Dengan demikian, produksi NaNO_3 dapat memenuhi kebutuhan di Indonesia dan juga dapat di ekspor ke negara-negara tetangga.

1.2.2 Kapasitas Pabrik Minimal dan Maksimal di Luar Negeri

Dalam memproduksi NaNO_3 tentunya harus diperhitungkan kapasitas produksi yang menguntungkan. Kapasitas produksi secara konvensional yang telah ada dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Kapasitas produksi sodium nitrat konvensional

Pabrik	Proses	Kapasitas (ton/tahun)
Deepak Nitrit Ltd.Bombay	Sintesis	40.000
Qena Disriq Egypt	Shank	113.000
Amerika	Sintesis	210.000
Maria Elina	Gugenheim	520.000
Pedro de Valvidia	Gugenheim	750.000

Sumber : (Kirk dan Othmer, 1997)

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku NaNO_3 adalah NaCl dan asam HNO_3 . Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pada pabrik NaNO_3 dengan kapasitas 55.000 ton/tahun ini, maka HNO_3 dapat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek. Sedangkan NaCl dapat berasal dari garam industri yaitu perusahaan umum atau badan usaha di Tangerang,



seperti contohnya dari PT Garam Gunung Mas di Tiga Raksa, Tangerang. Ketersediaan bahan baku ini dirasa sudah cukup untuk memenuhi kebutuhan bahan baku untuk pabrik ini. Sehingga untuk pemenuhan kebutuhan bahan baku tidak perlu dikhawatirkan.

1.3 Lokasi Pabrik

Letak geografis sebuah pabrik mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap keberhasilan dan eksistensi perusahaan. Beberapa faktor dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pabrik, antar lain: faktor utama yang meliputi ketersediaan bahan baku, letak pasar, transportasi, tenaga kerja, dan utilitas, serta faktor pendukung, meliputi kemungkinan perluasan areal pabrik, tanah, peraturan daerah, keadaan masyarakat, rencana masa depan, ketersediaan air, terdapatnya fasilitas *service/maintenance*, terdapat fasilitas pembelanjaan, biaya dari tanah dan bangunan (gedung), perumahan yang ada dan fasilitas-fasilitasnya dan iklim. Dengan memperhitungkan hal tersebut, maka lokasi pabrik NaNO_3 ini dipilih di Cilegon, Banten, dengan 9 pertimbangan.

1. Penyediaan bahan baku

Asam nitrat sebagai bahan baku pembuatan NaNO_3 diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek. Sedangkan NaCl diperoleh dari garam industri di Tiga Raksa, Tangerang, Banten. Orientasi pemilihan ditekankan pada jarak lokasi sumber bahan baku dengan pabrik cukup dekat.

2. Letak pabrik terhadap daerah pemasaran

Pemilihan lokasi di Cilegon dinilai tepat, karena Cilegon merupakan kawasan industri yang membuat jarak antara pabrik yang memproduksi dengan pabrik yang membutuhkan NaNO_3 cukup dekat. Selain itu, Cilegon adalah daerah yang strategis untuk pendirian suatu pabrik, karena dekat dengan kota Jakarta sebagai pusat perdagangan Indonesia.

3. Transportasi

Sarana transportasi yang baik sangat diperlukan untuk menunjang kemajuan suatu industri. Kawasan industri Cilegon dekat dengan pelabuhan Merak, juga telah ada sarana transportasi jalan raya, sehingga akan mempermudah sistem pengiriman bahan baku dan produk.



4. Tenaga kerja

Ketersediaan tenaga kerja yang terampil merupakan salah satu faktor penting guna menunjang kredibilitas pabrik. Di kawasan industri Cilegon yang terletak di Jawa Barat dan dekat dengan Jabodetabek yang sarat dengan lembaga pendidikan formal maupun *non* formal, di mana banyak dihasilkan tenaga ahli maupun *non* ahli, maka tenaga kerja mudah didapatkan.

5. Utilitas

Sarana-sarana pendukung seperti ketersediaan air, listrik dan sarana lainnya harus diperhatikan agar proses produksi dapat berjalan dengan baik. Pemenuhan kebutuhan listrik dapat dibebankan pada PLN atau PLTU Suralaya yang jalurnya tersedia di wilayah ini, sedangkan untuk penyediaan air proses, air pendingin dan air umpan *boiler* diambil dari sungai Cidanau.

6. Peraturan daerah

Mengacu pada otonomi daerah, kebijakan pemerintah daerah sangat mendukung pendirian pabrik yang nantinya akan menambah pendapatan daerah.

7. Keadaan masyarakat

Masyarakat yang membutuhkan pekerjaan akan mendukung pendirian pabrik. Karena dengan didirikannya pabrik, maka akan terbuka lapangan pekerjaan baru yang memberikan kesempatan pada masyarakat di sekitar pabrik.

8. Rencana masa depan

Rencana masa depan sangat mungkin diterapkan pada kawasan industri terlebih biaya tanah dan bangunan/gedung yang relatif murah di Indonesia.

9. Iklim dan geografis

Indonesia dengan iklim tropisnya sangat menunjang untuk berdirinya industri. Dari segi geografis, daerah Cilegon sangat cocok untuk pendirian pabrik karena jarang sekali terjadi bencana alam seperti banjir, gempa bumi, dan gunung meletus yang dapat mengganggu proses operasi pabrik.



Gambar 2 Peta lokasi pabrik di Provinsi Banten

1.4 Tinjauan Pustaka

Sodium nitrat merupakan bahan kimia intermediet yang diperoleh dari endapan alamiah yang terdapat di dataran tinggi Chilli dan merupakan endapan yang cukup lebar, yaitu 8-65 km serta tebal 0,3-1,2 m. Produk dengan kualitas tinggi dapat dihasilkan dengan kristalisasi dan pengeringan (Austin, 1984). Sodium nitrat digunakan sebagai bahan baku pada pabrik pembuatan pupuk NPK dengan cara mereaksikan $\text{NaNO}_3 + \text{KCl} \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{NaCl}$. Saat ini pupuk KNO_3 lebih diminati. Selain sebagai bahan baku NaNO_3 adalah sebagai produk intemediet pada pabrik pembuatan kaca. Sodium nitrat sebanyak 25% akan mengoksidasi *calumit*. Penggunaan NaNO_3 sangat efektif untuk mengurangi *bubble* yang membuat kaca tidak cacat (Yuningsih dan Utami, 2011).

Sodium nitrat juga memiliki sifat anti mikrobial sehingga digunakan sebagai pengawet makanan. Senyawa ini ditemukan secara alami dalam sayuran hijau berdaun. Selain itu, senyawa ini berpotensi kesehatan dalam menambah oksigen pada darah, selain efek sampingnya pada kesehatan khususnya bila terdapat dalam dosis tinggi (Wikipedia, 2015).

1.4.1 Macam-macam Proses

Dalam pembuatan NaNO_3 dikenal 3 macam proses (Kirk dan Othmer, 1997).



a. Proses *Shank*

Bahan baku berasal dari garam hasil penambangan (garam *Chile*) yang mengandung NaNO_3 . Prosesnya meliputi *including, loading, leaching, washing* dan *unloading*. Pada prinsipnya proses yang utama adalah pemurnian dari garam hasil penambangan di mana zat-zat selain NaNO_3 dikurangi kadarnya sehingga diperoleh NaNO_3 dengan kadar $\pm 60\%$.

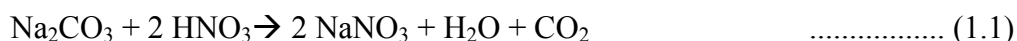
b. Proses *Guggenheim*

Pada prinsipnya proses *Guggenheim* sama dengan proses *Shank*, hanya alatnya lebih disempurnakan, yaitu melalui proses *crushing, leaching, filtering, cristalizing*, dan *graining* sehingga kadar NaNO_3 lebih besar yaitu $\pm 85\%$

c. Proses Sintesis

Ada 2 macam proses sintesis.

1. Mereaksikan Na_2CO_3 dengan HNO_3



Proses ini berlangsung pada suhu $305 - 350^\circ\text{C}$ pada tekanan vakum di dalam reaktor *fluidized bed*. Reaksi ini akan menghasilkan produk NaNO_3 dengan konversi 97- 98% terhadap HNO_3 (Leonard dan Terre 1950).

2. Mereaksikan NaCl dengan HNO_3



Proses ini berlangsung pada suhu 60°C pada tekanan 1 atm (Kobe, 1957), dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Besarnya konversi yang diperoleh adalah 95% terhadap NaCl (Kubelka, 1934).

Proses Sintesis menghasilkan kadar NaNO_3 yang lebih tinggi dari proses *Shank* dan *Guggenheim*, yaitu $\pm 90 - 99\%$ (Kirk dan Othmer, 1997).

1.4.2 Kegunaan Produk

Sodium nitrat merupakan bahan intermediet yang sebagian besar dikonsumsi sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk (terutama pupuk NPK), bahan eksplosif pada pembuatan dinamit, pembuatan kaca, dan pembuatan cat. Kegunaan NaNO_3 dalam industri ada 4 (Yuningsih dan Utami, 2011).

a. Pembuatan pupuk NPK

Dalam proses pembuatan pupuk NPK, sodium nitrat merupakan bahan baku yang menghasilkan nitrogen. Di mana NaNO_3 direaksikan dengan garam KCl



sehingga membentuk KNO_3 . Selanjutnya KNO_3 dialirkan pada batuan fosfat yang mempunyai kadar fosfat tinggi sehingga dihasilkan pupuk NPK yang memberi nutrisi pada daun. Pupuk KNO_3 lebih disukai dibandingkan KCl karena tanaman tidak tumbuh baik pada tanah yang mengandung klorida.

b. Pembuatan dinamit

Reaksi antara NaNO_3 dengan NH_4NO_3 akan menghasilkan gas yang sangat eksplosif sehingga menimbulkan ledakan. Jenis dinamit yang dihasilkan yaitu, *straight dynamite*, *amonia dynamite*, *gelatin dynamite*, gelatin nitrat, dan amonia gelatin. Perbandingan jenis dinamit ditentukan dengan pemakaian perbandingan NH_4NO_3 dengan NaNO_3 .

c. Pembuatan kaca

Sodium nitrat sebagai bahan tambahan yang dicampur dengan *calumit*, di mana NaNO_3 mengoksidasi *calumit*. *Calumit* merupakan *slag* atau sisa proses peleburan logam yang berfungsi meningkatkan *melting potensial*, menurunkan devitrifikasi, menurunkan viskositas *molten glass*. Pada pencampuran tersebut membutuhkan sodium nitrat sebanyak 2,5%. Penggunaan NaNO_3 sangat efektif untuk mengurangi *bubble* sehingga kaca tidak cacat.

d. Pembuatan cat

Reaksi dengan *lead* atau timbal (Pb) akan membentuk timbal oksida (PbO) yang banyak digunakan oleh industri cat sebagai penguat warna cat sehingga warna cat lebih kuat dan merata pada suspensinya.

1.4.3 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1. Bahan Baku

a. Sodium Klorida

Sifat fisis dari NaCl antara lain, mempunyai rumus molekul NaCl merupakan ikatan senyawa Na^+ dan Cl^- . Berat molekulnya 58,45 g/mol, berat jenis 2,163 g/ml, pada kondisi yang bertekanan 1 atm mempunyai titik didih 1413°C dan titik beku $800,4^\circ\text{C}$. Berbentuk kristal kubik padat dan berwarna putih (Perry dan Green, 1997). Sifat kimia NaCl antara lain, dapat larut dalam air dan bermacam-macam *solvent* (etilen glikol, etanol, metanol), bersifat higroskopis, larut dalam air dan alkohol tetapi tidak larut dalam gliserol, serta tidak mudah terbakar (Kirk dan Othmer, 1997).

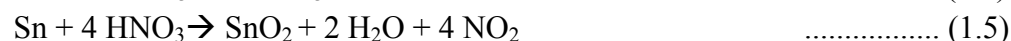


b. Asam Nitrat

Sifat fisis dari HNO_3 antara lain, mempunyai rumus molekul HNO_3 merupakan ikatan senyawa H^+ dan NO_3^- . Berat molekulnya 63,02 g/mol, berat jenis 1,502 g/ml, pada kondisi yang bertekanan 1 atm mempunyai titik didih 86°C dan titik beku -42°C . Berbentuk cair dan berwarna putih (Perry dan Green, 1997). Sifat kimia dari HNO_3 antara lain, merupakan asam monobasik kuat, dapat bereaksi dengan semua logam kecuali emas, iridium, platinum, rhodium, tantalum, dan titanium, merupakan pengionisasi yang kuat dengan reaksi (Kirk dan Othmer, 1997):



Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang kuat, dengan reaksi:



Asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan bisa terurai:



2. Produk

a. Sodium Nitrat

Sifat fisis dari NaNO_3 , mempunyai rumus molekul NaNO_3 merupakan ikatan senyawa Na^+ dan NO_3^- . Berat molekul 85,01 g/mol, berat jenis 2,257 g/ml, pada kondisi bertekanan 1 atm mempunyai titik didih 380°C dan titik beku 308°C . Mempunyai panas laten sebesar 5355 cal/mol pada 310°C . Berbentuk kristal trigonal padat dan berwarna putih (Perry dan Green, 1997). Sifat kimia dari NaNO_3 yaitu mudah larut dalam air, gliserol, amoniak, dan alkohol (Kirk dan Othmer, 1997).

b. Klorin

Sifat fisis dari klorin antara lain, mempunyai rumus molekul Cl_2 . Berat molekulnya 70,91 g/mol, berat jenis 1,56 g/ml, pada kondisi bertekanan 1 atm mempunyai titik didih $-34,6^\circ\text{C}$ dan titik beku $-101,6^\circ\text{C}$. Berbentuk gas dan berwarna kuning kehijauan. Sifat kimia dari Cl_2 yaitu larut dalam alkali (NaOH dan KOH) (Perry dan Green, 1997).

c. Nitrosil Klorida

Sifat fisis dari Nitrosil klorida antara lain, rumus molekulnya NOCl . Mempunyai berat molekul 65,47 g/mol, berat jenis 1,417 g/ml, pada kondisi



bertekanan 1 atm mempunyai titik didih $-5,5^{\circ}\text{C}$ dan titik beku $-64,5^{\circ}\text{C}$. Berbentuk gas dan berwarna merah kekuningan. Sifat kimia dari NOCl yaitu dapat larut dalam H_2SO_4 (Perry dan Green, 1997).

1.4.4 Tinjauan Proses

Proses pembuatan NaNO_3 pada prarancangan pabrik ini menggunakan proses sintesis dengan bahan baku NaCl dan HNO_3 yang direaksikan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi operasi yang optimal dengan suhu 60°C , tekanan 1 atm, perbandingan molar $\text{NaCl} : \text{HNO}_3 = 1 : 1,3$. Reaksi yang terjadi adalah reaksi netralisasi antara HNO_3 dengan NaCl. Dalam reaksi netralisasi ini, atom H^+ dari HNO_3 disubstitusi oleh atom Na^+ dari NaCl, sementara atom Cl^- akan bergabung dengan atom nitrogen dan oksigen membentuk nitrosil klorida (NOCl), klorin (Cl_2), dan air (H_2O). Reaksi ini bersifat endotermis dan merupakan reaksi searah/selalu menghasilkan produk, dan direaksikan tanpa menggunakan katalis. Reaksinya (Kobe, 1957):

