

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan ekonomi yang baik serta industri yang semakin berkembang pesat adalah salah satu jalan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa. Seiring dengan makin majunya zaman, pembangunan di semua bidang harus makin diperhatikan, salah satu diantaranya adalah pembangunan industri kimia baik yang menghasilkan suatu produk jadi maupun produk setengah jadi untuk diolah lebih lanjut. Pembangunan dan pengembangan industri kimia yang menghasilkan produk jadi maupun antara ini sangat penting, karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri yang pada akhirnya akan dapat mengurangi pengeluaran devisa untuk mengimpor barang yang dibutuhkan dalam jumlah yang besar untuk memenuhi kebutuhan negara.

Salah satu produk setengah jadi atau yang biasa disebut produk intermediet yang patut untuk dipertimbangkan adalah Natrium Nitrat (NaNO_3). Natrium Nitrat (NaNO_3) merupakan kristal bening yang tidak berwarna dan tidak berbau. Bahan kimia ini mempunyai sifat-sifat yang diantaranya adalah mudah larut dalam air, amoniak, alkohol, dan gliserol, serta mempunyai titik lebur pada temperatur $308\text{ }^\circ\text{C}$. Bahan baku untuk pembuatan Natrium Nitrat (NaNO_3) sangatlah bermacam-macam, sebagai contohnya adalah Natrium Karbonat (Na_2CO_3), Natrium Klorida (NaCl) dan Natrium Hidroksida (NaOH) yang masing-masing direaksikan dengan Asam Nitrat (HNO_3) supaya menghasilkan produk Natrium Nitrat (NaNO_3). Agar dapat memenuhi kebutuhan Natrium Nitrat di Indonesia hingga saat ini pabrik-pabrik yang

membutuhkan Natrium Nitrat masih mengimpor Natrium Nitrat sebagai bahan baku industri dari luar negeri, karena di Indonesia belum ada industri yang memproduksi Natrium nitrat. Natrium Nitrat merupakan salah satu bahan baku utama yang sangat dibutuhkan dalam pembuatan pupuk yang mengandung senyawa nitrogen, pembuatan *dynamite*/bahan peledak, pembuatan Kalium Nitrat, pembuatan kaca dan sebagai reagen pada kimia analisa, obat-obatan, bahan bakar roket, korek api, serta digunakan sebagai bahan pengawet makanan. Dengan merujuk pada kegunaan dari Natrium Nitrat, maka dapat disimpulkan kebutuhan untuk NaNO_3 di Indonesia akan semakin meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu, pendirian pabrik ini sangat dibutuhkan agar dapat memenuhi kebutuhan Natrium Nitrat di dalam negeri dan diharapkan dapat membuka lapangan pekerjaan sehingga dapat memberikan kesempatan bekerja bagi generasi penerus bangsa Indonesia.

1.2 Manfaat Produk

Natrium nitrat merupakan bahan kimia intermediet yang sebagian besar dikonsumsi sebagai bahan baku untuk pembuatan pupuk (terutama pupuk NPK), bahan eksplosif pada pembuatan dinamit, pembuatan kaca dan pembuatan cat (Othmer, 2007).

1.2.1 Pembuatan Pupuk NPK

Pada proses pembuatan pupuk NPK, natrium nitrat merupakan bahan baku yang menghasilkan nitrogen pada pupuk tersebut, dimana natrium nitrat direaksikan dengan garam kalium klorida sehingga membentuk kalium nitrat. Selanjutnya kalium nitrat dialirkan pada batuan fosfat yang mempunyai kadar fosfat tinggi sehingga dihasilkan pupuk NPK yang memberi nutrisi

pada daun. Dewasa ini, penggunaan pupuk Kalium nitrat lebih disukai daripada kalium klorida karena tanaman tidak tumbuh baik pada tanah yang mengandung klorida.

1.2.2 Pembuatan Dinamit

Reaksi antara natrium nitrat dengan ammonium nitrat akan menghasilkan gas yang sangat eksplosif sehingga dapat menimbulkan ledakan. Jenis dinamit yang dihasilkan yaitu ammonia dinamit, gelatin dinamit, gelatin nitrat dan ammonia gelatin. Perbandingan jenis dinamit ditentukan dengan pemakaian perbandingan ammonium nitrat dan natrium nitrat.

1.2.3 Pembuatan Kaca

Pada pembuatan kaca, natrium nitrat sebagai bahan tambahan yang dicampur dengan calumite, dimana natrium nitrat mengoksidasi calumite. Calumite merupakan sisa proses peleburan logam. Pada pencampuran tersebut membutuhkan Natrium nitrat sebanyak 2,5%. Penggunaan Natrium nitrat ini sangat efektif karena dapat mengurangi bubble sehingga produk kaca tidak cacat.

1.2.4 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.

1.3 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam memproduksi natrium nitrat harus diperhitungkan juga kapasitas produksi yang menguntungkan. Berikut adalah beberapa faktor penting dalam perhitungan kapasitas pabrik yaitu:

- Ketersediaan bahan baku
- Kapasitas produksi minimal
- Jumlah kebutuhan/konsumsi natrium nitrat di Indonesia

Berikut merupakan kapasitas produksi secara komersial dari pabrik yang telah ada di dunia disajikan pada **Tabel 1.1**.

Tabel 1.1 Kapasitas Produksi Natrium Nitrat Komersial Di Dunia

Pabrik	Proses	Kapasitas Produksi (ton/th)
Deepak Nitrite Ltd. Bombay	Sintesis	40.000
Qena Distriq Egypt	Shank	113.000
Amerika	Sintesis	210.000
Maria Elina, Chilli	Gugenheim	520.000
Pedro de Valdivia	Gugenheim	750.000

(Sumber : Othmer, 1997)

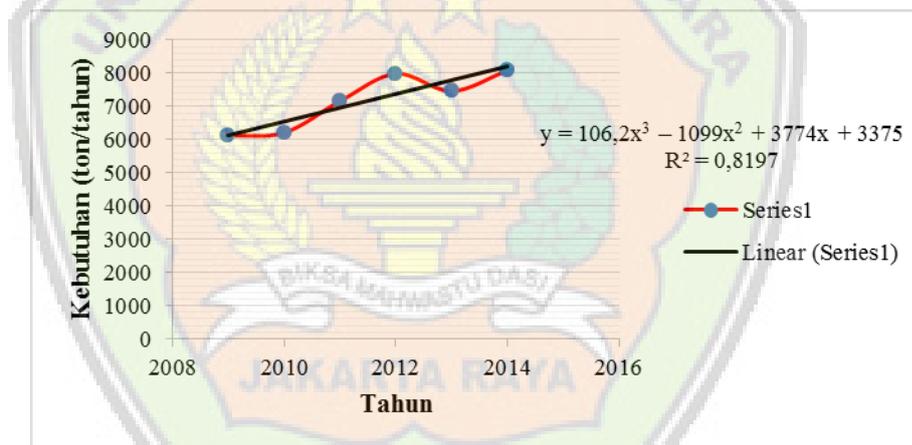
Untuk menentukan kapasitas produksi, ada beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan, salah satu diantaranya adalah proyeksi kebutuhan dalam negeri. Berikut merupakan data mengenai impor natrium nitrat di Indonesia yang disajikan pada **Tabel 1.2**.

Tabel 1.2 Data Impor Natrium Nitrat di Indonesia

Tahun	Kapasitas Kebutuhan (ton/tahun)
2009	6119,286
2010	6209,147
2011	7161,591
2012	7986,723
2013	7460,585
2014	8081,978

(Sumber : *Badan Pusat Statistik, 2015*)

Apabila data-data tersebut direpresentasikan ke dalam bentuk grafik maka didapatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 1.1 Grafik Kebutuhan Natrium Nitrat di Indonesia

Dari grafik diatas maka didapatkan persamaan $y = 106,2x^3 - 1099x^2 + 3774x + 3375$.

Dimana y merupakan kebutuhan natrium nitrat di Indonesia (ton/tahun) dan x merupakan tahun. dengan persamaan tersebut dapat diestimasi jumlah kebutuhan natrium nitrat di Indonesia pada tahun 2023 mendatang yaitu sebesar 73.920,6 ton/tahun.

Kebutuhan Natrium nitrate di dunia (Malaysia, Thailand, India) diperkirakan akan terus meningkat sesuai dengan data-data impor dari negara tersebut pada tahun 2013-2017 sebagaimana dapat dilihat pada **Tabel 1.3.**

Tabel 1.3. Impor *Natrium nitrate* di Malaysia, Thailand, dan India

No.	Tahun	Malaysia (ton/tahun)	Thailand (ton/tahun)	India (ton/tahun)
1	2013	3.232	3.847	3.566
2	2014	3.925	4.927	4.554
3	2015	4.008	4.802	3.552
4	2016	5.859	3.883	4.179
5	2017	4.811	5.269	5.465

Sumber: UNdata. A World of Information. 2018

Dari data pada Tabel 1.3. dapat dihitung rata-rata nilai keseluruhan impor untuk negara Malaysia, Thailand, dan India pertahun nya yaitu sebesar 13.175,8 ton/tahun.

Berdasarkan perkiraan kebutuhan dalam negeri dan negara tetangga pada tahun 2023 yaitu sebesar 87.096,4 ton/tahun. Berdasarkan prediksi kapasitas produksi *Natrium nitrate* hanya akan mengambil 57% dari kebutuhan *Natrium nitrate* pada tahun 2023. Hal ini di Telah diatur dalam peraturan perundang-undangan republik indonesia nomor 5 tahun 1999 tentang praktek monopoli dan persaingan usaha tidak sehat pada bab III pasal 4 ayat 1 yang menyatakan pelaku usaha atau kelompok pelaku usaha tidak diperbolehkan menguasai lebih dari 75% pangsa pasar. Dilihat dari peraturan perundang-undangan maka di dapat perkiraan kapasitas pabrik yang akan di didirikan pada tahun 2023 sekitar 49.644,95 ton

dengan pembulatan sehingga diambil kapasitas sebesar 50.000 ton/tahun dengan pertimbangan dengan kapasitas tersebut diharapkan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus mengalami kenaikan.
2. Dapat memacu berdirinya industri-industri kimia lain yang menggunakan natrium nitrat sebagai bahan baku maupun bahan pendukung.
3. Dapat membuka lapangan pekerjaan bagi para penduduk sehingga dapat mengurangi angka pengangguran.

1.4 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pendirian pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kelangsungan suatu pabrik untuk beroperasi jangka panjang. Pabrik Natrium Nitrat ini direncanakan didirikan di Cilegon, Banten. Adapun dasar pertimbangan pemilihan lokasi tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Ditinjau dari lokasi ketersediaan sumber bahan baku

Lokasi ini dipilih karena berdekatan dengan sumber bahan baku (Natrium Hidroksida dan Asam nitrat). Bahan baku Asam Nitrat didapat dari PT. Multi Nitrotama Kimia, yang berlokasi di Cikampek, Jawa Barat. Sedangkan bahan baku Natrium Hidroksida berasal dari PT. Asahimas Chemical yang berlokasi di daerah Cilegon, Banten.

2. Sarana transportasi

Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia. Dengan letak yang strategis karena tersedia sarana transportasi jalan raya, jalan tol, dan laut, sehingga mempermudah sistem pengiriman bahan baku dan produk.

3. Tenaga Kerja

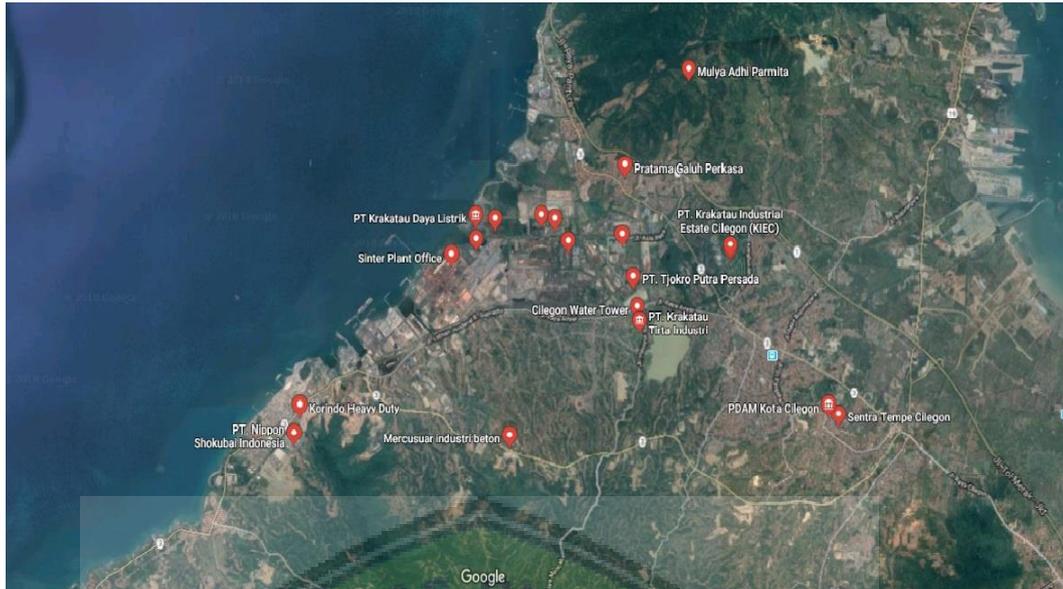
Untuk tenaga kerja ahli dan berkualitas dapat mengambil dari lulusan Universitas/Institut di seluruh Indonesia. Untuk tenaga kerja non ahli (operator) dapat mengambil dari non formal (dari daerah sekitar), sehingga tenaga kerja mudah didapatkan. Jika ditinjau dari Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK), Kota Cilegon mempunyai besaran UMK sebesar Rp. 3.622.214,61, lebih rendah dibanding UMK Kabupaten Bekasi sebesar Rp. 3.837.939,63 dan UMK Kabupaten Karawang sebesar Rp. 3.919.291,19 dimana kedua daerah tersebut terdapat kawasan industri yang memenuhi persyaratan untuk mendirikan pabrik Natrium Nitrat ini.

4. Penyediaan Utilitas

Sumber air yang mana sangat diperlukan dalam proses produksi dapat dipenuhi oleh pengelola kawasan industri. Untuk energi listrik pada pabrik ini diperoleh dari PLN setempat.

5. Ketersediaan Lahan

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik mendatang.



Gambar 1.2 Peta Kawasan Industri Cilegon

1.5 Tinjauan Pustaka

1.5.1 Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida (NaOH) juga dikenal sebagai *caustic* soda atau natrium hidroksida. Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 40-42%. Natrium hidroksida sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan. Natrium hidroksida juga larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutan natrium hidroksida dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan kalium hidroksida. Natrium hidroksida digunakan diberbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, sabun, detergen dan lain-lain (Othmer,2007).

1.5.2 Asam Nitrat

Asam Nitrat (HNO_3) yang juga dikenal sebagai hidrogen nitrat ataupun nitril hidroksida. Dikarenakan sifat asam dan pengoksidasinya yang sangat kuat, asam nitrat umumnya digunakan pada proses pembuatan banyak bahan-bahan kimia seperti obat-obatan, bahan pewarna, serat sintetik, insektisida dan fungisida, namun umumnya juga banyak digunakan pada pembuatan ammonium nitrat pada industri pupuk. Setelah era perang dunia kedua kebutuhan akan asam nitrat bergeser ke arah produksi bahan-bahan peledak seperti nitro toluene dan nitro gliserine (Othmer,2007).

1.5.3 Natrium Nitrat

Natrium Nitrat (NaNO_3) atau juga bisa disebut Natrium Nitrat, merupakan bahan kimia intermediet atau produk setengah jadi. Pada pembuatannya diperoleh dari endapan alamiah yang terdapat di dataran tinggi Chili 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. Natrium nitrat (NaNO_3) merupakan kristal bening tidak berwarna dan tidak berbau. Bahan kimia ini mempunyai sifat-sifat di antaranya mudah larut dalam air, gliserol dan alkohol. Mempunyai titik lebur pada temperatur 308°C serta meledak pada temperatur 1000°C .

Dalam pembuatan natrium nitrat dikenal dengan berbagai macam proses yang sudah dipakai di dunia, antara lain :

1. Proses *Shank*
2. Proses *Guggenheim*
3. Proses Sintesis

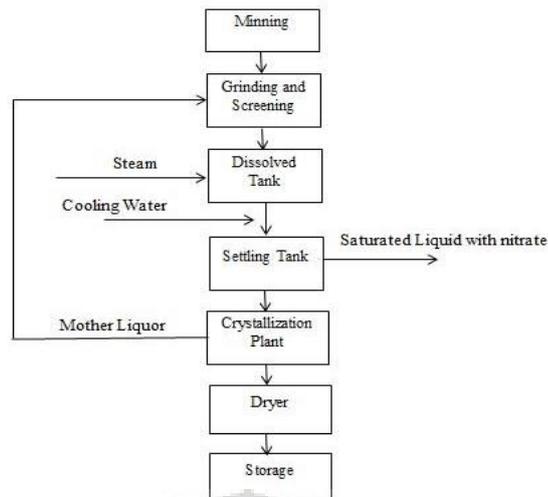
1.5.3.1 Proses *Shank*

Proses *Shank* awalnya ditemukan pada tahun 1860. Proses *Shank* menggunakan bahan baku berupa *caliche*. *Caliche* merupakan sejenis batuan sedimen yang mengeras akibat semen alami dari kalsium karbonat yang telah bercampur dengan materi lain. Salah satu campurannya adalah natrium nitrat. Awalnya *caliche* dihancurkan dan diletakkan pada *dissolving tank*. Fungsi dari *dissolving tank* ini adalah untuk mencampur *caliche* yang telah dihancurkan dengan air dan *mother liquor* yang berasal dari *crystallization tank*. Campuran tersebut dipanaskan dengan menggunakan steam. Kemudian ditarik ke *settling tank* dengan dilakukan proses pendinginan. Fungsi dari *settling tank* ini adalah untuk mengendapkan padatan tersuspensi yang terkandung pada larutan. Setelah padatan tersuspensi terendapkan, larutan yang telah jenuh oleh nitrat, dikeluarkan. Dan kristal natrium nitrat akan menuju proses selanjutnya, yaitu dipisahkan dan dikeringkan pada *crystallization plant*. *Mother liquor* yang dihasilkan pada *crystallization plant* akan dikembalikan ke *dissolving tank*. Penggunaan ulang dari *liquor* ini sangat

penting untuk mengantisipasi kekurangan suplai air pada daerah berpasir. (Travis, 2015).

Proses *Shank* meliputi tahap operasi *size reduction*, *leaching*, *washing*, *crystalizing* dan *drying*. Bahan baku yang berasal dari garam hasil penambangan (garam Chile) yang mengandung NaNO_3 . Proses *Shank* dimulai dengan memasukkan potongan-potongan garam Chile yang berukuran sekitar 10 in dimasukkan ke dalam *crusher* untuk dihancurkan menjadi potongan berukuran sekitar 1,5 sampai 2 in. Potongan kemudian dimasukkan ke dalam tabung-tabung baja, masing-masing memuat 75 ton dan alat tersebut dilengkapi dengan koil pemanas uap air. Selanjutnya dilakukan operasi *leaching*, dimana operasi tersebut membutuhkan waktu sekitar 8 hari. Cairan hasil *leaching* kemudian dibawa ke *crystallizing pan*. Hasil dari kristalisasi dibawa ke pengering untuk dikeringkan.

Pada prinsipnya proses *Shank* utamanya adalah pemurnian dari garam hasil penambangan, dimana zat-zat selain (NaNO_3) dikurangi kadarnya sehingga diperoleh (NaNO_3) dengan kadar sekitar 60% (Othmer, 2007).



Gambar 1.3 Blok Diagram Proses Shank (Travis, 2015)

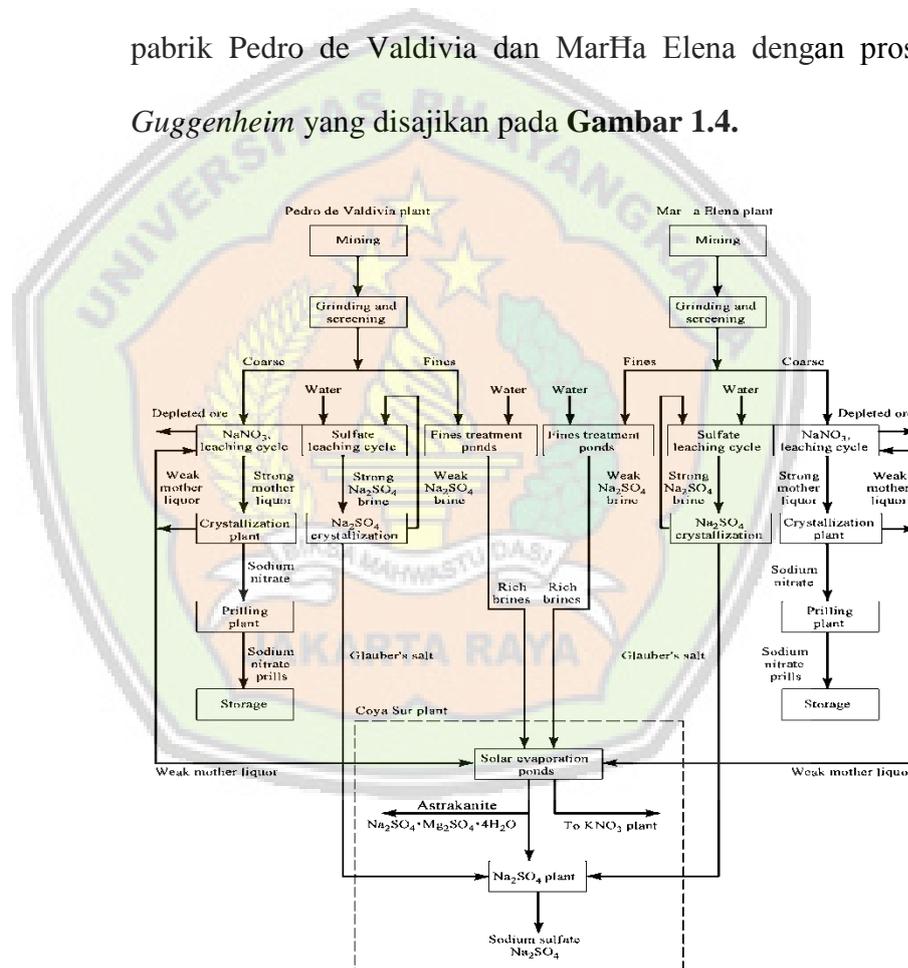
1.5.3.2 Proses *Guggenheim*

Proses *Guggenheim* adalah pengembangan dari proses *Shank*, karena proses *Shank* tidak efektif baik dalam proses ekstrasinya maupun konsumsi bahan bakarnya. Pada awal tahun 1920 *Guggenheim Brothers* mengembangkan proses *leaching* dengan temperatur rendah berdasarkan dua prinsip penting yaitu :

- a) Jika proses leaching dilakukan pada temperatur rendah 40°C hanya natrium nitrat yang terekstraksi, impuritas lainnya seperti natrium sulfat dan natrium klorida tidak terekstraksi.
- b) Jika proses leaching pada saat awal berisi garam proteksi maka yang dihasilkan adalah CaSO_4 , MgSO_4 dan K_2SO_4 , garam NaNO_3 yang terlarut sedikit. NaSO_4

di dalam proses akan pecah dan natrium nitrat yang dihasilkan atau terekstraksi akan lebih banyak (Othmer, 2007).

Pada prinsipnya proses Guggenheim sama dengan proses Shank, hanya alatnya lebih disempurnakan sehingga kadar NaNO_3 lebih besar yaitu sekitar 85–88%. Berikut merupakan blok diagram pembuatan natrium nitrat pada pabrik Pedro de Valdivia dan MarHa Elena dengan proses *Guggenheim* yang disajikan pada **Gambar 1.4**.



Gambar 1.4 Blok Diagram Proses Guggenheim (Othmer, 2007)

1.5.3.3 Proses Sintesis

Macam-macam proses sintesis dalam pembuatan Natrium Nitrat antara lain:

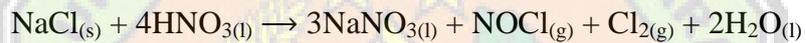
- a) Mereaksikan Na_2CO_3 dengan HNO_3 :

Reaksi :



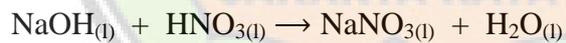
- b) Mereaksikan NaCl dengan HNO_3 .

Reaksi:

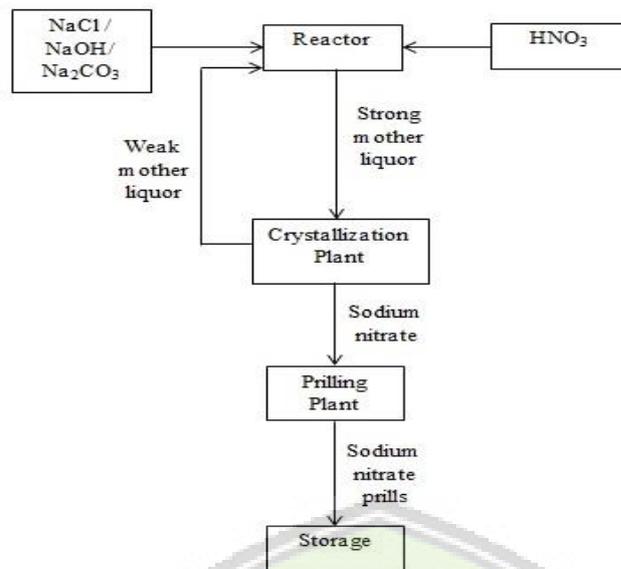


- c) Mereaksikan Caustic Soda (NaOH) dengan konsentrasi 40% dan asam nitrat (HNO_3) dengan konsentrasi 68%.

Reaksi :



Proses sintesis menghasilkan kadar NaNO_3 yang lebih tinggi dari proses *Shank* dan *Guggenheim* yaitu 90 – 99%. (*Othmer, 2007*).



Gambar 1.5 Blok Diagram Proses Sintesis
(Othmer, 2007)

Berdasarkan resume proses diatas maka dipilih Proses Sintesis antara Natrium Hidroksida dan Asam Nitrat. Pemilihan proses ini didasarkan pada :

- a. Tingkat kemurnian hasil lebih tinggi yaitu 90-99% dibandingkan dengan proses *Shank* maupun proses *Guggenheim*.
- b. Sintesis antara Natrium Hidroksida dan Asam Nitrat berlangsung dalam RATB sehingga prosesnya lebih sederhana.

1.6 Kinetika Reaksi

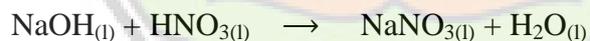
Dalam proses pembuatan Sodium Nitrat dari bahan baku Sodium Hidroksida dan Asam Nitrat ini menggunakan proses sintesis yang direaksikan dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) pada kondisi operasi yang optimal dengan suhu 60°C, tekanan 1 atm, perbandingan molar NaOH : HNO₃ = 1 : 1 dan konversi 98%.

Reaksi yang terjadi merupakan jenis reaksi netralisasi, karena adanya reaksi antara ion hidrogen dari asam dengan basa membentuk reaksi seperti berikut :



Agar dapat menjaga kondisi operasi 60°C, maka panas yang timbul tersebut diserap oleh air pendingin yang mengalir pada koil pendingin. Proses pembuatan produk Sodium Nitrat dilakukan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) tanpa menggunakan katalis dan merupakan netralisasi fase cair. (Othmer, 2007)

Reaksi pembentukan Natrium Nitrat secara stokiometri dijabarkan sebagai berikut :



Dari reaksi pembentukan Natrium Nitrat diatas, dapat dituliskan laju diferensial, yaitu :

$$\begin{aligned} r_{\text{NN}} &= \frac{-d[\text{NaOH}]}{d[\text{NaNO}_3]} = \frac{-d[\text{HNO}_3]}{d[\text{NaNO}_3]} \\ &= \frac{-d[\text{NaOH}] [\text{HNO}_3]}{d[\text{NaNO}_3]} \end{aligned}$$

$$-r_{\text{NN}} = \frac{d[\text{C}_A][\text{C}_B]}{Dt}$$

$$-r_{\text{NN}} = k [\text{C}_A][\text{C}_B]$$

Maka orde reaksi pembentukan Natrium Nitrat adalah reaksi orde dua.

1.7 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara termodinamika bertujuan untuk mengetahui apakah reaksi bersifat endotermis atau eksotermis. Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH°_f) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$.

- Mereaksikan (NaOH) dan (HNO_3)



Komponen	ΔH°_f , J/mol	ΔG° , J/mol
NaOH	-425,609	-379,494
HNO_3	-174,100	-79,914
NaNO_3	-446,683	-365,891
H_2O	-241,8	-237,589

- Panas reaksi standar (ΔH°_r)

$$\Delta H^\circ_{r298 \text{ K}} = \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$$

$$\Delta H^\circ_r = [(-241,8) + (-446,683)] - [(-425,609) + (-174,100)]$$

$$\Delta H^{\circ}_r = [(-688,483)] - [(-599,609)]$$

$$= -88,874 \text{ J/mol}$$

$$\Delta G^{\circ}_{298} = \Delta G^{\circ}_{\text{produk}} - \Delta G^{\circ}_{\text{reaktan}}$$

$$\Delta H G^{\circ} = [(-365,891) + (-237,589)] - [-379,494] + (-79,914)]$$

$$= (-603,48) - (-459,408)$$

$$= -144,072 \text{ J/mol}$$

Berdasarkan perhitungan nilai ΔH°_r diperoleh nilai sebesar $-88,874 \text{ J/mol}$. Karena ΔH°_r bernilai negatif, maka reaksi bersifat eksotermis. Kemudian berdasarkan nilai ΔG° yang telah didapatkan sebesar $-144,072 \text{ J/mol}$ menunjukkan bahwa reaksi pembentukan *Sodium nitrate* dari *Caustic soda* dan asam nitrat dapat berlangsung tanpa membutuhkan energi yang besar, karena diinginkan nilai $\Delta G^{\circ} < 0$ agar tidak membutuhkan energi berupa panas yang terlalu besar (konsumsi energi kecil).