

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, bahan kimia menjadi salah satu komoditas penting yang dibutuhkan untuk berbagai industri proses, sehingga membuat permintaan pasar terus meningkat setiap tahunnya. Natrium nitrat (NaNO_3) ialah salah satu senyawa serbaguna dari banyaknya bahan kimia intermediet yang menjadi tulang punggung industri modern. Pabrik yang memproduksi sodium nitrat saat ini hanya sedikit dan tidak dapat memenuhi permintaan Indonesia, sehingga diperlukan lebih banyak pabrik untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Selain itu, sodium nitrat masih dibutuhkan untuk berbagai aplikasi lain.

Natrium Nitrat (NaNO_3) ialah salah satu bahan kimiawi yang berbentuk padatan berwarna putih dan tidak berbau. Menurut (Patnaik, 2001) natrium nitrat ini memiliki karakteristik seperti mudah larut di dalam air, di gliserol, maupun alkohol, dengan titik leburnya adalah 308°C . Natrium nitrat adalah senyawa kimia yang mempunyai banyak aplikasi dalam industri, seperti industri pupuk, bahan peledak, hingga bahan pengawet makanan.

Menurut data (Statistik, 2024), permintaan pasar akan natrium nitrat terus meningkat seiring dengan pertumbuhan sektor pertanian dan industri, karena natrium nitrat yang sangat diperlukan untuk berbagai aplikasi proses industri di Indonesia. Melihat potensi pasar yang besar tersebut, maka perlu dilakukan perancangan pabrik natrium nitrat untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Selain itu, kebutuhan pemakaian natrium nitrat di negara tetangga misal Malaysia, Australia, Filipina, maupun Tiongkok selalu meningkat setiap tahunnya, meskipun peningkatan kecil. Maka dari itu, perlu adanya pendirian pabrik dalam produksi natrium nitrat untuk memenuhi kebutuhan berbagai industri di Indonesia yang selalu bergantung pada kegiatan impor serta dapat di ekspor juga ke negara di Asia yang dapat menguntungkan dari segi pendapatan devisa negara.

Bahan baku pada pembuatan natrium nitrat (NaNO_3) yaitu berupa sodium hidroksida (NaOH) dan asam nitrat (HNO_3). Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku tersebut, sumber bahan berupa HNO_3 akan diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek. Sedangkan untuk NaOH akan diperoleh dari PT Asahimas Chemical, Cilegon. Dengan pasokan bahan baku yang ada dinilai memadai, sehingga ketersediaannya untuk pemenuhan kebutuhan produksi dapat terjamin.

Tujuan dari pra-rancangan pabrik natrium nitrat ini ialah untuk menganalisis kelayakan baik dari segi teknis maupun ekonomis dari suatu pabrik pada kapasitas produksi tertentu. Analisis ini dapat mencakup berbagai aspek seperti lokasi pabrik, proses produksi, perhitungan biaya bahan baku dan utilitas, serta estimasi biaya investasi dan produksi.

Dengan berbagai pertimbangan di atas, maka dari itu untuk peluang pendirian pabrik sodium nitrat di Indonesia sangat menjanjikan. Pendirian pabrik natrium nitrat memiliki prospek positif, diantaranya :

1. Dengan adanya pabrik natrium nitrat akan memungkinkan Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri secara mandiri. Hal ini akan mengurangi volume impor natrium nitrat, yang secara langsung akan mengurangi aliran devisa keluar negeri.
2. Memenuhi kebutuhan natrium nitrat dalam negeri
3. Upaya menciptakan lapangan kerja baru bertujuan untuk menekankan statistik pengangguran di wilayah Indonesia
4. Menarik investor agar dapat mendukung dan menanamkan modalnya dalam pendirian pabrik

1.2 Kapasitas Rancangan

Sehubungan dengan rencana pendirian pabrik natrium nitrat pada tahun 2027, ditetapkan target kapasitas produksi sebesar 15.000 ton per tahun. Dalam rangka memastikan visibilitas pabrik di masa mendatang, penentuan kapasitas produksi ini memerlukan evaluasi terhadap sejumlah faktor, meliputi :

1.2.1 Supply (Pasokan)

Supply (pasokan) adalah ketersediaan sejumlah barang yang ditawarkan oleh produsen di pasar pada harga dan periode waktu tertentu. Sederhananya, supply adalah jumlah barang yang siap untuk dijual. Terdiri dari produksi dalam negeri dan jumlah impor.

1. Produksi dalam Negeri

Sampai saat ini, belum adanya produksi Natrium Nitrat (NaNO_3) dalam negeri dikarenakan belum dibangun pabrik yang memproduksi natrium nitrat, sehingga dapat dikatakan jika produksi natrium nitrat di Indonesia bernilai nol.

2. Impor

Pemenuhan senyawa kimia berupa Natrium Nitrat (NaNO_3) di sejumlah wilayah Indonesia masih bergantung pada kegiatan impor, mengingat belum berdirinya pabrik produksi natrium nitrat lokal. Dari data impor yang ditampilkan

pada Tabel 1.1, bisa dilihat bahwa penggunaan natrium nitrat dalam negeri cenderung menurun dan mengalami kenaikan yang signifikan pada tahun 2023.

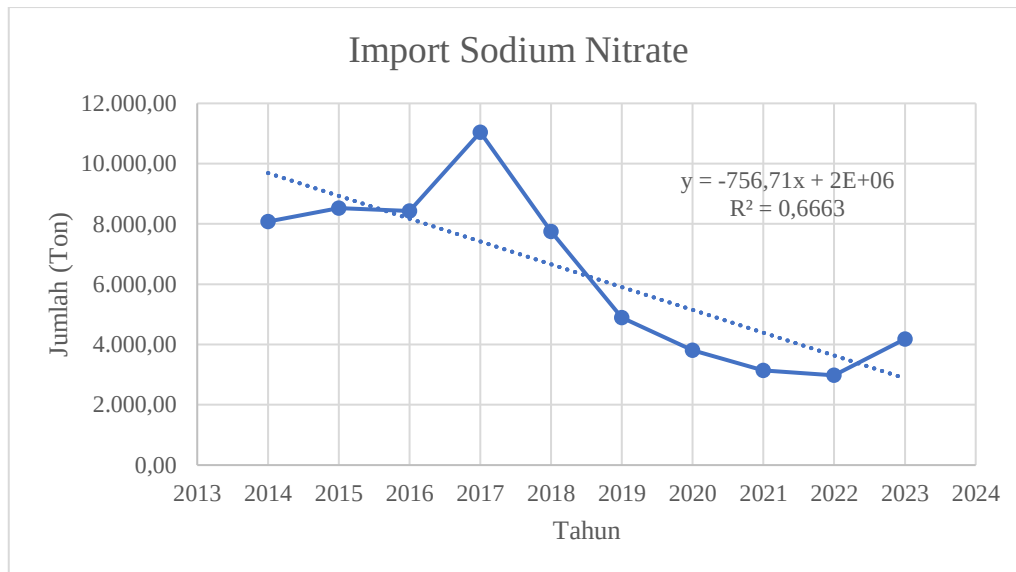
Penurunan tersebut dikarenakan adanya wabah Covid-19, sehingga aktivitas proses industri mengalami penurunan. Tetapi setelah wabah mereda, aktivitas industri mengalami kenaikan dan terus bertambah baik mulai tahun 2023 dan akan terus naik di tahun selanjutnya. Proyeksi kebutuhan sodium nitrat di Indonesia merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas produksi pabrik.

Tabel 1. 1 Proyeksi Kebutuhan Sodium Nitrat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton)	% Prediksi
2014	8.081,978	-
2015	8.521,005	5%
2016	8.425,686	-1%
2017	11.043,108	31%
2018	7.750,903	-30%
2019	4.892,346	-37%
2020	3.808,378	-22%
2021	3.142,941	-17%
2022	2.977,112	-5%
2023	4.185,007	41%
Total %P		-36%
i		-4%

(Statistik, 2021)

Berdasarkan data impor di atas yang diperoleh dari (Statistik, 2024), diproyeksikan ke dalam tampilan grafik linear antara data tahun (sumbu x) dan data jumlah impor dan kebutuhan Sodium Nitrat di Indonesia (sumbu y). Grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1. 1 Data Impor Sodium Nitrat di Indonesia

Prediksi kegiatan impor natrium nitrat pada Indonesia pada tahun selanjutnya dapat diketahui dan dihitung menggunakan rumus perkiraan impor, yakni $M_{2027} = P(1+i)^n$. Dimana P merupakan volume impor sodium nitrat pada tahun terakhir, nilai i ialah persentase rerata kenaikan nilai impor, sedangkan n ialah selisih tahun perkiraan pendirian pabrik dengan tahun terakhir impor sodium nitrat. Berdasarkan rumus tersebut, dapat diketahui perkiraan kebutuhan impor Sodium Nitrat di Indonesia sebagai berikut.

$$M_{2027} = P(1+i)^n$$

$$M_{2027} = 4.185,007(1+(-4\%))(2027 - 2023)$$

$$M_{2027} = 16.076,98912 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan data produksi dan nilai impor Sodium Nitrat di Indonesia pada tahun 2027, maka dapat diketahui nilai *supply* (pasokan) Sodium Nitrat di Indonesia yakni sebesar:

$$Supply = \text{Impor} + \text{Produksi}$$

$$Supply = (16.076,98912 + 0) \text{ ton/tahun}$$

$$Supply = 16.076,989 \text{ ton/tahun}$$

1.2.2 Demand (Permintaan)

Demand (permintaan) didefinisikan sebagai keinginan konsumen terhadap suatu barang dan kemampuan mereka untuk membayar barang tersebut pada berbagai macam harga dalam jangka waktu tertentu. Sederhananya, *demand* adalah jumlah barang yang ingin dibeli oleh konsumen. Terdiri atas jumlah nilai ekspor maupun konsumsi di dalam negeri.

1. Ekspor

Berdasarkan data yang diperoleh dari (Statistik, 2024), belum ada kegiatan ekspor Sodium Nitrat (NaNO_3) di Indonesia dikarenakan belum didirikannya pabrik yang menghasilkan material tersebut, maka dari itu ekspor bisa dikatakan bernilai nol.

2. Konsumsi dalam Negeri

Berdasarkan data yang ada di atas, proyeksi nilai ekspor dan produksi sodium nitrat Indonesia bernilai nol karena tidak adanya pabrik sodium nitrat. Sehingga untuk tahun 2027, kegiatan impor dan konsumsi bernilai sama yaitu diperkirakan sebesar 16.076,989 ton/tahun. Maka dari itu, perancangan kapasitas produksi pabrik Sodium Nitrat untuk menentukan peluang pasar.

Peluang = Import

Peluang = 16.076,989 ton/tahun

Peluang = 17.000 ton/tahun

Kapasitas = 85% dari Peluang

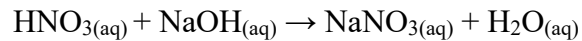
Kapasitas = 14.450 ton/tahun

Dari data prediksi tersebut, dapat dilihat kapasitas pabrik Sodium Nitrat di Indonesia pada tahun 2027 ialah sebesar 17.000 ton/tahun, tetapi karena belum adanya pabrik yang memproduksi sodium nitrat, maka kebutuhan 17.000 ton/tahun masih belum terpenuhi. Dikarenakan tingginya nilai kebutuhan dan konsumsi, pabrik sodium nitrat ini direncanakan memiliki kapasitas produksi tahunan sebesar 15.000 ton, dengan target untuk memenuhi minimal 85% dari potensi permintaan pasar saat ini. Dengan demikian, nilai kapasitas produksi ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri pada tahun 2027.

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Keberlangsungan proses operasional pabrik sangat bergantung terhadap ketersediaan bahan bakunya. Pabrik Sodium Nitrat (NaNO_3) yang direncanakan akan dibangun di Indonesia membutuhkan bahan baku dalam negeri, sehingga diperlukan pemenuhan bahan baku yang mencukupi dari desain kapasitas produksi pabrik sebesar 15.000 ton per tahun. Asam Nitrat (HNO_3) akan disuplai oleh PT Multi Nitrotama Kimia di Cikampek, sementara Sodium Hidroksida (NaOH) akan disediakan oleh PT Asahimas Chemical di Cilegon. Dengan desain kapasitas produksi 15.000 ton per tahun,

perhitungan stoikiometri dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan asam nitrat dan sodium hidroksida.



- Mol Sodium Nitrat $= \frac{15.000.000.000 \frac{\text{g}}{\text{tahun}}}{85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}$
Mol Sodium Nitrat = 176470588,2 mol/tahun
- Massa $\text{HNO}_3 = \frac{\text{koef Asam Nitrat}}{\text{koef Sodium Nitrat}} \times \text{BM Asam Nitrat} \times \text{Mol Sodium Nitrat}$
 $\text{Massa HNO}_3 = \frac{1}{1} \times 63 \text{ g/mol} \times 176470588,2 \text{ mol/tahun}$
 $\text{Massa HNO}_3 = 11.117.647.059 \text{ g/tahun}$
 $\text{Massa HNO}_3 = 12.000 \text{ ton/tahun}$
- Massa $\text{NaOH} = \frac{\text{koef Sodium Hidroksida}}{\text{koef Sodium Nitrat}} \times \text{BM Asam Nitrat} \times \text{Mol Sodium Nitrat}$
 $\text{Massa NaOH} = \frac{1}{1} \times 40 \text{ g/mol} \times 176470588,2 \text{ mol/tahun}$
 $\text{Massa NaOH} = 7.058.823.529 \text{ g/tahun}$
 $\text{Massa NaOH} = 8.000 \text{ ton/tahun}$

Menurut hasil prediksi yang menggunakan perhitungan, untuk memenuhi produksi Sodium Nitrat dengan kapasitas 15.000 ton/tahun, maka diperlukan bahan baku berupa Asam Nitrat (HNO_3) sebanyak 12.000 ton/tahun yang berasal dari PT. Multi Nitrotama Kimia di Cikampek, dengan kapasitas 150.000 ton/tahun. Selain itu, diperlukan bahan baku berupa Sodium Hidroksida (NaOH) sekitar 8.000 ton/tahun yang berasal dari PT. Asahimas Subentra Chemical di Cilegon dengan kapasitas 285.000 ton/tahun. Maka dari itu, pemenuhan bahan baku untuk produksi pabrik ini dapat dikatakan dapat terpenuhi.

1.2.4 Kapasitas Terpasang Pabrik Sodium Nitrat

Kapasitas produksi minimum yang menguntungkan harus dipertimbangkan saat akan memproduksi Sodium Nitrat (NaNO_3). Berikut merupakan tabel yang menunjukkan kapasitas produksi komersial yang telah beroperasi di dunia.

Tabel 1. 2 Kapasitas Produksi Komersial Dunia

Pabrik	Lokasi	Proses	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
Deepak Nitrite Ltd. Bombay	India	Sintesis	40.000

Hangzhou Xinlong Chemical Co., Ltd	China	Sintesis	10.000
Qingdao Hengyuan Chemical Co., Ltd	China	Sintesis	20.000
Linyi Luguang Chemical Co., Ltd	China	Guggenheim	300.000
SQM Nitratos S.A	Chile	Guggenheim	770.000

(Kirk & Othmer, 1998)

Sehubungan dengan prediksi kebutuhan sodium nitrat dalam negeri sebesar 16.558,69 ton/tahun, kapasitas pabrik natrium nitrat tahun 2027 sebesar 15.000 ton/tahun telah ditetapkan. Hal ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan akan sodium nitrat dalam negeri di masa mendatang, menyediakan lapangan pekerjaan baru dan mengurangi ketergantungan pada kegiatan impor.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik ialah salah satu keputusan strategis yang sangat penting dalam dunia industri. Lokasi yang tepat dapat memberikan dampak signifikan terhadap keberhasilan operasional dan profitabilitas perusahaan. Sejumlah faktor utama menjadi pertimbangan penting dalam memilih lokasi pendirian pabrik, seperti alur pendistribusian produk, potensi ketersediaan bahan baku yang mencukupi, unit-unit utilitas yang menunjang jalannya proses produksi dan keadaan geografis dari wilayah yang ditentukan serta kondisi masyarakat sekitar kawasan pabrik. Berdasarkan beberapa faktor utama tersebut, pendirian pabrik sodium nitrat ini direncanakan akan berdiri di wilayah kota Cilegon, Banten dengan mempertimbangkan beberapa faktor sebagai berikut:

1.3.1 Faktor Utama

1. Ketersediaan Bahan Baku

Pertimbangan utama dalam pemilihan lokasi pendirian pabrik adalah aksesibilitas terhadap keberadaan bahan baku yang akan digunakan dalam proses produksi Natrium Nitrat yakni jika jarak tempuh lebih pendek dapat mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk transportasi secara signifikan dan meminimalisir kerusakan yang disebabkan selama proses pendistribusian bahan baku. Hal ini juga berdampak langsung pada penurunan biaya produksi, sehingga pada perancangan

pabrik Sodium Nitrat yang menggunakan bahan baku berupa Natrium Hidroksida didapatkan dari PT. Asahimas Chemical yang berada di Cilegon, dan Asam Nitrat yang didapatkan dari PT Multi Nitrotama Kimia yang berada di Cikampek.

2. Distribusi Produk

Lokasi yang ditentukan dalam perancangan pabrik harus memperhatikan proses pendistribusian atau pemasaran dari produk yang dihasilkan dengan beberapa pertimbangan seperti jarak tempuh dapat mempercepat waktu pengiriman sehingga berdampak terhadap peningkatan kepuasan pelanggan dan mengurangi risiko kerusakan produk. Pada perancangan pabrik Sodium Nitrat yang didirikan di Cilegon, menjadi suatu lokasi yang strategis karena terletak dikawasan industri yang dekat dengan sasaran pemasaran produk dan dekat dengan pasar perdagangan utama Indonesia yakni Jakarta.

3. Unit Utilitas Pendukung

Penentuan letak pabrik dipilih strategis agar berdekatan dengan sumber - sumber utilitas pendukung seperti sumber air, bahan bakar dan listrik tujuannya untuk mengurangi biaya operasional pabrik dalam mencukupi utilitas yang digunakan selama proses produksi. Ketersediaan utilitas yang memadai dan stabil memastikan proses produksi dapat berjalan tanpa hambatan. Pada perancangan pabrik Sodium Nitrat, utilitas listrik yang digunakan berasal dari PLN, PLTU Suralaya dan generator yang tersedia, sedangkan untuk utilitas berupa air berasal dari PT Krakatau Tirta Industri.

4. Kondisi Geografis

Faktor ini mencakup berbagai aspek fisik lingkungan yang dapat berdampak langsung pada operasional pabrik, mulai dari iklim, topografi, hingga sumber daya alam. Lokasi pabrik yang ditentukan harus berada pada daerah yang efektif secara geografis maupun masyarakatnya, hal ini bertujuan agar terciptanya lingkungan yang nyaman dan damai baik antara pekerja ataupun masyarakat sekitar pabrik. Hal ini perlu mempertimbangkan beberapa hal seperti kondisi tanah dari daerah, kesiapan dari masyarakat setempat untuk menjadi masyarakat industrial, serta kemungkinan perluasan pabrik dikemudian hari.

1.3.2 Faktor Pendukung

1. Transportasi

Lokasi pabrik yang strategis dari segi transportasi dapat membantu meminimalkan biaya logistik dan meningkatkan efisiensi dalam distribusi produk. Kualitas infrastruktur seperti jalan raya, pelabuhan, dan bandara sangat mempengaruhi kecepatan dan efisiensi transportasi. Perancangan pabrik Sodium Nitrat di kawasan Cilegon memiliki keuntungan karena pada kawasan ini dekat dengan sarana transportasi darat yang mudah diakses melalui jalan tol dan transportasi laut yang diakses melalui Pelabuhan Merak.

2. Sumber Daya Manusia

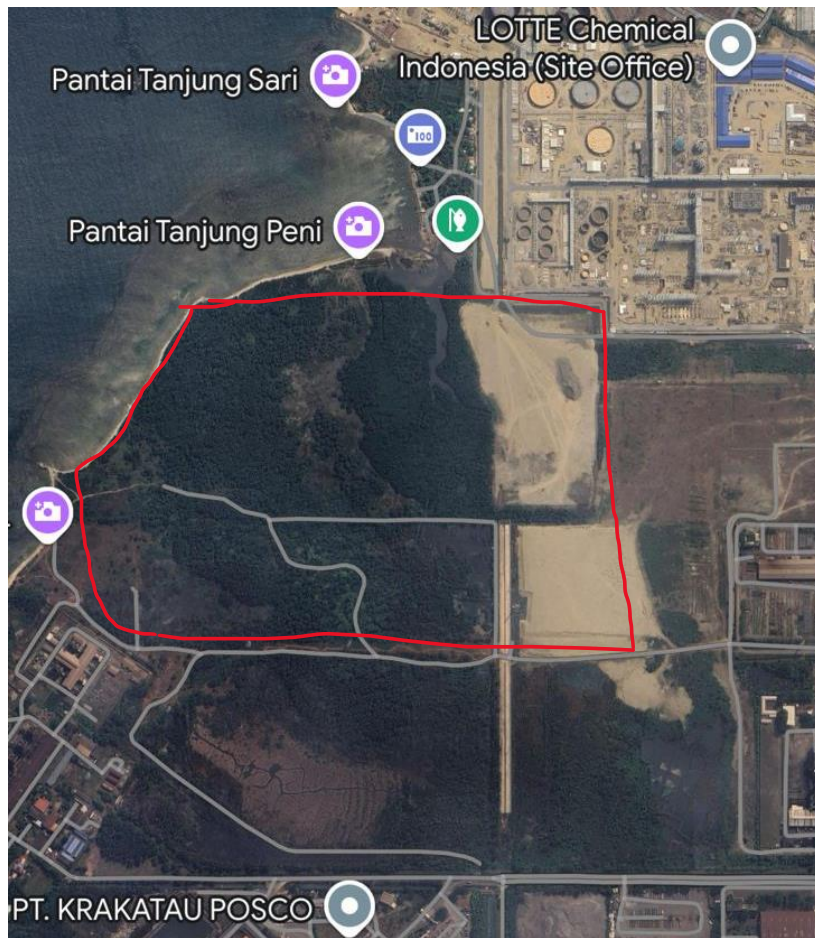
Ketersediaan dan kualitas tenaga kerja yang sesuai dengan kebutuhan produksi akan sangat mempengaruhi efisiensi dan produktivitas perusahaan. Dalam hal ini perlu diperhatikan beberapa aspek penting, seperti jumlah penduduk di sekitar lokasi, keterampilan tenaga kerja, upah yang berlaku di daerah tersebut yang berdampak pula terhadap anggaran Perusahaan.

3. Buangan Limbah Pabrik

Jika tidak ditangani dengan tepat, limbah dari proses produksi berpotensi merusak lingkungan dan merugikan masyarakat sekitar. Oleh karena itu, pemilihan lokasi pabrik menjadi krusial dalam upaya mencegah terjadinya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sisa hasil produksi. Perlu diperhatikan juga mengenai bentuk dari limbah yang dihasilkan, cara pengolahan limbah dan peraturan pemerintah setempat terkait pembuangan limbah hasil produksi.

4. Peraturan Undang – undang

Faktor peraturan undang - undang merupakan salah satu pertimbangan krusial dalam penentuan lokasi pabrik. Peraturan ini dirancang untuk mengatur berbagai aspek industri, mulai dari perizinan, lingkungan, hingga ketenagakerjaan. Kebijakan yang ditetapkan tentunya akan memberikan dampak positif bagi daerah, pabrik serta masyarakat disekitar pabrik. Dengan mematuhi peraturan yang berlaku, perusahaan dapat menghindari masalah hukum dan sanksi yang merugikan.



Gambar 1. 2 Daerah Lokasi Pabrik

1.4 Tinjauan Proses

Natrium nitrat atau dalam rumus kimianya NaNO_3 merupakan senyawa kimia intermediet. Natrium nitrat atau dengan nama lain sodium nitrat memiliki karakteristik berbentuk kristal putih atau bubuk halus, tidak berbau, memiliki rasa sedikit pahit atau asin. Selain itu, natrium nitrat memiliki sifat oksidasi yang kuat, mudah larut dalam air, dan titik lebur sekitar 308°C .

Natrium nitrat, atau sering disebut sebagai saltpeter atau soda niter, telah dikenal dan digunakan oleh manusia sejak zaman kuno. Deposit alami natrium nitrat terbesar ditemukan di gurun Atacama di Chile. Mineral ini terbentuk dari akumulasi kotoran burung laut dan kelelawar selama ribuan tahun, kemudian terkonsentrasi oleh penguapan air laut.

Natrium nitrat memiliki berbagai kegunaan dalam industry, misalnya untuk bahan baku pembuatan pupuk, bahan peledak, industri kaca dan keramik, serta dalam jumlah kecil dapat digunakan sebagai pengawet makanan. Namun, senyawa ini juga memiliki potensi bahaya jika tidak digunakan dengan benar. Contohnya jika penggunaan natrium nitrat dalam pertanian dapat menyebabkan pencemaran air tanah jika tidak dikelola dengan baik.

1.4.1 Proses Pembuatan Sodium Nitrat

Proses pembuatan natrium nitrat terdiri dari tiga cara, yaitu:

1. Proses *Shank*

Proses ini merupakan metode tradisional yang memanfaatkan sumber alam garam hasil penambangan, seperti endapan mineral yang kaya akan senyawa natrium nitrat di Chile. Prinsip utama dari proses Shank adalah melarutkan natrium nitrat dalam air panas. Natrium nitrat yang larut kemudian dipisahkan dari material padat lainnya melalui proses kristalisasi. Proses ini melibatkan proses pemurnian dari garam hasil penambangan. Langkah ini bertujuan untuk menurunkan kadar senyawa selain NaNO_3 , sehingga konsentrasi NaNO_3 meningkat menjadi setidaknya 60%.

Langkah pertama dalam proses Shank melibatkan penghancuran bongkahan garam chile menjadi ukuran yang lebih kecil. Bubuk bijih yang telah dihancurkan kemudian direndam dalam air panas. Natrium nitrat yang terkandung dalam bijih akan larut dalam air, membentuk larutan. Setelah itu akan dilakukan serangkaian proses seperti kristalisasi, filtrasi, dan pengeringan. Meskipun pernah menjadi metode utama dalam produksi natrium nitrat, proses *shank* saat ini sudah jarang digunakan. Hal tersebut dikarenakan proses *shank* menghasilkan kemurnian produk yang rendah, efisiensi relatif rendah, dan konsumsi energi yang tinggi (W et al., 2000).

2. Proses *Guggenheim*

Proses *Guggenheim* adalah sebuah modifikasi dari proses *Shank* yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi natrium nitrat dari bijih mineral. Metode ini dikembangkan untuk mengatasi beberapa kelemahan yang ada pada proses *shank*, terutama terkait dengan kemurnian produk dan efisiensi penggunaan air. Secara garis besar, prinsip kerja proses *Guggenheim* sama dengan proses *Shank*, yaitu melarutkan natrium nitrat dalam air panas dan kemudian mengkristalkannya.

Namun, terdapat beberapa perbedaan signifikan yang membuat proses *Guggenheim* lebih efisien, seperti dalam proses *Guggenheim*, aliran larutan dan bijih diatur secara berlawanan arah. Desain yang ditingkatkan pada sistem kristalisasi dan peralatan pendukungnya diharapkan mampu menghasilkan kristal NaNO_3 dengan kadar kemurnian yang lebih optimal, yaitu + 85% (W et al., 2000).

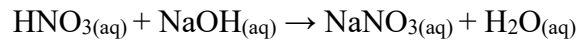
3. Proses Sintesis

Dalam konteks produksi natrium nitrat, proses sintesis adalah metode yang mengacu pada proses pembuatan yang lebih rumit (NaNO_3) dari material awal yang lebih sederhana. Dalam konteks natrium nitrat, proses ini melibatkan reaksi kimia

antara berbagai bahan baku untuk menghasilkan natrium nitrat (NaNO_3). Macam reaksi pada proses sintesis, diantaranya :

- a. Mereaksikan Asam Nitrat (HNO_3) dengan konsentrasi 60% dan Sodium Hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 30%.

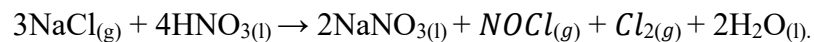
Reaksi:



Dibandingkan dengan proses Shank dan Guggenheim, proses sintesis mampu menghasilkan Sodium Nitrat (NaNO_3) dengan kadar yang jauh lebih tinggi, yaitu antara +90% hingga 99%, serta mencapai konversi NaOH sebesar 98% (Kirk & Othmer, 1998).

- b. Mereaksikan NaCl dengan senyawa HNO_3

Reaksi:



(Kirk & Othmer, 1998)

Proses reaksi ini berlangsung di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang dioperasikan pada suhu 60°C dan tekanan 1 atmosfer. Tingkat konversi yang diperoleh terhadap NaCl adalah sebesar 95%. (U.S Patent 1978751, 1934).

- c. Mereaksikan Natrium Carbonat (Na_2CO_3) dan asam nitrat (HNO_3)

Reaksi:



Reaksi ini berjalan pada suhu antara 305 hingga 350°C dalam kondisi vakum di reaktor *fluidized bed*, menghasilkan tingkat konversi yang tinggi, yaitu 97-98%. (U.S Patent 2535990, 1950).

Pada dasarnya, proses sintesis mirip dengan proses Guggenheim, namun dengan penyempurnaan pada peralatannya. Rangkaian tahapan seperti crushing, leaching, kristalisasi, pencucian, dan graining menghasilkan kadar NaNO_3 yang lebih tinggi, yaitu antara 90 hingga 99%, melampaui hasil dari proses Shank dan Guggenheim.

1.4.2 Tinjauan Proses Secara Umum

Berikut ini tabel perbandingan dari proses pembuatan Sodium Nitrat, yaitu proses Shank, proses Guggenheim, dan proses sintesis sebagai bahan pertimbangan.

Tabel 1. 3 Perbedaan Proses Pembuatan Natrium Nitrat

Parameter	Proses		
	Shank	Guggenheim	Sintesis
Tekanan	-	-	1 atm
Temperatur	70°C	40°C	60°C
Kemurnian	±60%	±85%	±90 – 99%
Bahan Baku	Garam Penambangan	Garam Penambangan	Asam Nitrat yang direaksikan dengan NaOH, NaCl, atau Na ₂ CO ₃
Kelebihan	• Prinsip proses hanya melibatkan purifikasi • Desain proses yang sederhana • Bahan baku tersedia di alam • Kemampuan produksi tinggi • Kemurnian rendah	• Kemurnian lebih tinggi dibandingkan produk proses Shank • Kapasitas produksi besar	• Kemurnian tinggi mencapai 99% • Reaksi pada kondisi atmosferik
Kekurangan	• Impuritas pada bahan baku tinggi	• Biaya investasi alat lebih besar	• Harga bahan baku mahal • Proses purifikasi lebih panjang

Desain pabrik Sodium Nitrat memilih proses sintesis sebagai metode utama produksinya. Pemilihan ini didasari oleh fakta bahwa proses Shank dan Guggenheim bergantung pada garam Chile yang mengandung 17,6% sodium nitrat dan diekstraksi sebagai bahan baku yang merupakan hasil penambangan beberapa daerah di Chile. Lebih lanjut, proses Shank dianggap memiliki kelemahan signifikan berupa tidak efisien dengan biaya operasional yang besar. Penggunaan temperatur tinggi dalam tahap leaching yang mencapai 70°C pada proses Shank tidak hanya meningkatkan biaya bahan bakar tetapi juga menyebabkan terbentuknya endapan (*slimes*) yang dapat menyulitkan proses leaching karena menyumbat pori-pori garam Chile.

Adapun proses Guggenheim merupakan pengembangan lebih lanjut dari proses Shank. Perbaikan signifikan terletak pada penggunaan suhu leaching yang lebih rendah,

yaitu 40°C, dan desain peralatan yang lebih modern. Peningkatan ini berbanding lurus dengan biaya investasi alat yang lebih besar. Namun, peningkatan ini juga berdampak positif pada kemurnian produk yang dihasilkan, dimana proses Guggenheim mampu mencapai 90%, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan rentang kemurnian 65-80% pada proses Shank. Proses sintesis sendiri tetap unggul dalam hal kemurnian produk, mencapai 99% (W et al., 2000).

Mengingat pada proses sintesis memiliki kemampuan memproduksi hasil dengan kadar kemurnian yang besar dan ketersediaan bahan baku kimia seperti HNO₃ dan NaOH, proses sintesis menjadi pilihan yang tepat untuk perancangan pabrik sodium nitrat ini.

1.4.3 Kegunaan Sodium Nitrat

Sodium Nitrat merupakan bahan kimia intermediate yang memiliki bentuk fisik berupa bubuk berwarna putih atau berbentuk kristal yang tidak memiliki pigmen warna, sodium nitrat ini biasa digunakan dalam pembuatan beberapa produk kimia seperti pada pembuatan cat, pembuatan produk kaca, pembuatan pupuk NPK dan pembuatan dinamit.

a. Pembuatan Cat

Proses oksidasi yang terjadi akibat reaksi antara sodium nitrat dan timbal (Pb) menghasilkan timbal oksida (PbO). Senyawa ini memiliki peran signifikan dalam industri, khususnya sebagai agen penguat pigmen pada produksi pembuatan cat, sehingga warna yang dihasilkan lebih solid dan kuat serta suspensi partikel pigmennya tersebar secara merata.

b. Bahan Pembuatan Briket

Natrium nitrat (NaNO₃) memiliki senyawa kimia yang berfungsi sebagai oksidator yang sangat efektif. Natrium nitrat melepaskan oksigen tambahan saat dipanaskan. Oksigen tambahan ini bereaksi dengan karbon dalam arang, sehingga proses pembakaran menjadi lebih cepat dan menghasilkan panas yang lebih tinggi (Haryati & Amir, 2021).

c. Industri Kaca

Industri kaca merupakan salah satu industri yang memanfaatkan natrium nitrat dalam prosesnya. Dalam produksi kaca, natrium nitrat sebanyak 2,5% dicampurkan dengan calumite. Di sini, sodium nitrat berperan sebagai agen pengoksidasi yang akan mengoksidasi komponen dalam calumite. Lebih lanjut, penambahan natrium nitrat berkontribusi signifikan terhadap peningkatan mutu kaca dan penghilangan warna

yang tidak diinginkan saat pelapisan enamel. Penggunaan sodium nitrat juga efektif dalam meminimalisir terbentuknya gelembung yang dapat menyebabkan cacat pada hasil akhir kaca (Fitrianingsih, 2019).

d. Pengawet Makanan

Natrium nitrat umum dimanfaatkan dalam industri makanan olahan sebagai pengawet, penambah cita rasa, dan mempertahankan warna produk. Pada produk daging olahan, natrium nitrat sering ditambahkan sebagai agen antimikroba untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Clostridium botulinum*. yang secara signifikan meningkatkan masa simpan produk. (Islamiati, Baharuddin, & Prihat, 2023)

e. Pembuatan Dinamit

Dinamit merupakan bahan peledak yang terbuat dari bahan nitrogliserin. Dalam pembuatannya, natrium nitrat (NaNO_3) berfungsi sebagai oksidator, yaitu zat yang menyuplai oksigen untuk terjadinya proses pembakaran. Reaksi antara natrium nitrat dan amonium nitrat akan menghasilkan gas eksplosif yang memicu timbulnya ledakan. Ketika dinamit meledak, akan terjadi dekomposisi natrium nitrat melepaskan oksigen yang kemudian bereaksi cepat dengan bahan bakar (seperti nitrogliserin) menghasilkan pelepasan energi yang besar dalam bentuk ledakan (Wibowo, 2010)

f. Bahan Baku Pupuk

Dalam produksi pupuk NPK, natrium nitrat menjadi salah satu komponen utama sebagai sumber nitrogen esensial bagi pertumbuhan tanaman. Pada prosesnya ketika natrium nitrat direaksikan dengan garam kalium klorida dan akan menghasilkan kalium nitrat. Kalium nitrat ini kemudian diproses lebih lanjut dengan penambahan fosfat berkadar tinggi, sehingga pupuk NPK yang dihasilkan efektif dalam menyediakan nutrisi, terutama untuk pertumbuhan daun tanaman (Fitrianingsih, 2019).