



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Industri kimia merupakan salah satu bidang yang berkembang di Indonesia. Kualitas dan kuantitas produk industri kimia terus mengalami perkembangan seiring berjalannya waktu. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya pembangunan pabrik kimia baru di berbagai wilayah di Indonesia. Salah satu bahan kimia yang kebutuhannya terus meningkat adalah Natrium Karbonat. Natrium karbonat (Na_2CO_3) atau soda ash merupakan bahan kimia yang menjadi bahan baku dari berbagai industri dan rumah tangga, seperti industri kaca, sabun, detergen, kertas, tekstil, metalurgi, dan keramik. Sementara itu, soda ash digunakan untuk kegunaan rumah tangga, seperti untuk pembuatan sabun dan detergen. Natrium Karbonat atau dikenal dengan soda abu (Na_2CO_3) merupakan garam natrium yang mudah larut dalam air. Senyawa ini merupakan senyawa alkali yang memiliki pH diatas 7,0 dan bersifat basa. Natrium karbonat murni berbentuk bubuk putih tidak berwarna yang dapat menyerap kelembapan dari udara, memiliki rasa pahit atau basa, dan membentuk larutan alkali yang kuat.

Soda ash merupakan salah satu bahan kimia penting di Indonesia, dengan penggunaannya yang meluas di berbagai sektor industri dan rumah tangga. Pada tahun 2022, konsumsi domestik soda ash di Indonesia mencapai hampir 917 ribu metrik ton per tahun dan diperkirakan meningkat hingga 1,2 juta metrik ton pada tahun 2030 (Badan Pusat Statistik, 2023). Sebagian besar digunakan dalam pembuatan kaca dan keramik, sementara sisanya digunakan untuk industri sabun, deterjen, dan tekstil. Namun, kebutuhan ini sebagian besar masih dipenuhi melalui impor. Aktivitas impor ini dapat menciptakan pengeluaran devisa yang cukup tinggi, ketergantungan impor, dan peningkatan biaya produksi. Hal ini menunjukkan pentingnya pengembangan industri soda ash dalam negeri.



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

Menurut Badan Pusat Statistik (2024), impor soda ash di Indonesia mengalami pertumbuhan rata-rata 1% pada rentang tahun 2013-2022. Pada tahun 2023, jumlah total impor soda ash sebesar 801.627 Ton. Soda ash mengalami penurunan nilai impor jika dibandingkan dengan tahun 2022 yaitu sebesar 916.829 Ton. Hal ini dikarenakan adanya faktor persiapan produksi domestik dimana adanya rencana produksi soda ash local oleh PT Pupuk Kalimantan Timur (PKT). Pabrik soda ash yang direncanakan akan dapat memenuhi hingga 30% kebutuhan nasional (sekitar 300.000 ton per tahun). Selain itu, Pabrik Natrium Karbonat yang pertama di Indonesia akan dibangun oleh PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas produksi sebesar 300.000 ton/tahun yang ditargetkan akan mulai beroperasi pada akhir tahun 2024. Berdasarkan pernyataan sebelumnya, nilai impor diprediksi akan turun, tetapi konsumsi soda ash di Indonesia akan terus meningkat hingga 1,2 juta metrik ton pada tahun 2030 (Badan Pusat Statistik, 2023). Oleh karena itu, pembangunan pabrik soda ash atau Na_2CO_3 akan sangat membantu dalam memenuhi sebagian konsumsinya sehingga mengurangi jumlah impor.

Indonesia memiliki potensi yang besar penghasil Na_2CO_3 , baik ketersediaan bahan baku untuk proses pembuatan maupun konsumsi yang besar untuk diolah menjadi produk lain. Salah satu metode yang digunakan dalam produksi Natrium Karbonat adalah proses karbonasi. Proses ini memiliki beberapa kelebihan salah satunya adalah dapat mengurangi dampak perubahan iklim dan pembatasan kenaikan suhu atmosfer oleh emisi gas CO_2 . Hal ini dikarenakan pembentukan Natrium Karbonat melibatkan reaksi antara Natrium Hidroksida (NaOH) dengan Karbondioksida (CO_2). Proses karbonasi melibatkan pengaliran gas CO_2 ke dalam larutan NaOH yang dikontrol pada suhu dan tekanan tertentu. Kondisi ini untuk memastikan reaksi berjalan secara optimal dan terbentuk produk Natrium Karbonat yang diinginkan. Pendirian pabrik Natrium Karbonat atau soda ash dengan proses karbonasi diharapkan mampu membantu efisiensi produksi Natrium Karbonat dan mengurangi dampak dari emisi CO_2 .



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

I.2. Kegunaan Natrium Karbonat

Natrium Karbonat banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku utama maupun bahan baku tambahan di berbagai industri. Industri yang memanfaatkan Natrium Karbonat diantaranya:

1. Industri Kaca

Bahan baku utama dalam pembuatan kaca salah satunya adalah Natrium Karbonat. Natrium pada Natrium Karbonat dapat menurunkan titik leleh pasir silika (SiO_2) karena bertindak sebagai fluks. Penurunan suhu $\pm 300^\circ\text{C}$, sehingga pada suhu sekitar $1200\text{--}1400^\circ\text{C}$ kaca dapat leleh dan mudah dibentuk.

2. Industri Pulp dan Kertas

Natrium karbonat dimanfaatkan dalam proses delignifikasi atau penghilangan lignin kayu sehingga dapat menghasilkan bubur kertas yang lebih baik. Natrium karbonat digunakan dalam industri pulp dan kertas untuk menghemat biaya bahan kimia dikarenakan biaya Na_2CO_3 lebih murah dibandingkan dengan biaya NaOH . Proses delignifikasi menggunakan Na_2CO_3 lebih tinggi dibandingkan menggunakan NaOH . Oleh karena itu, Na_2CO_3 cocok digunakan dalam pengemasan produk kertas, seperti pulp penguat, peningkatan kertas daur ulang, dan pemenuhan bahan serat alternatif.

3. Industri Deterjen

Natrium Karbonat membantu meningkatkan kinerja deterjen dalam membersihkan pakaian dengan cara melarutkan asam lemak, kotoran, dan lain-lain. Natrium Karbonat juga berperan dalam pengkondisian pH deterjen.

4. Pengolahan Air

Natrium karbonat dimanfaatkan sebagai pengatur pH sekitar 6-7 dan membantu menghilangkan kesadahan air. Natrium Karbonat juga



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

digunakan dalam penjernihan air limbah agar aman dibuang ke perairan yang awalnya berwarna keruh.

5. Industri Pertambangan

Industri pertambangan membutuhkan suatu bahan yang digunakan untuk menetralkan air asam tambang yang dihasilkan dari proses pertambangan. Air asam tambang ini memiliki nilai yang rendah atau asam. Nilai pH yang asam yakni pH sekitar 6 yang dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan sehingga perlu dilakukan penanganan untuk masalah tersebut. Salah satu bahan penetral air asam tambang yaitu Natrium Karbonat. Bahan ini memiliki efektivitas penetralan air yang lebih besar dibandingkan Kapur Tohor yang biasa digunakan dalam menetralkan air tambang asam.

(Ullmann, 2007)

I.3. Penentuan Kapasitas Produksi

Di Indonesia, kebutuhan Natrium Karbonat setiap tahunnya mengalami peningkatan. Penentuan kapasitas produksi pabrik didasarkan pada beberapa faktor, yaitu kapasitas ketersediaan bahan baku, data produksi, konsumsi, impor, ekspor, serta kapasitas pabrik Na_2CO_3 lain yang telah beroperasi terlebih dahulu.

I.3.1. Data Impor

Natrium Karbonat diimpor untuk memenuhi kebutuhan produksi di Indonesia. Nilai impor Natrium Karbonat cukup tinggi pada tahun 2020-2024. Berikut data impor Natrium Karbonat di Indonesia.



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

Tabel I. 1 Data Impor Natrium Karbonat

Tahun	Impor (kg)	Impor (Ton)	Pertumbuhan Impor
2020	819.912.215	819.912,215	
2021	821.456.004	821.456,004	0,002
2022	916.828.796	916.828,796	0,116
2023	801.626.641	801.626,641	-0,126
2024	839.007.458	839.007,458	0,047
Rata-Rata			0,010

Berdasarkan data impor Natrium Karbonat pada tahun 2020 – 2024 menunjukkan bahwa mengalami kenaikan setiap tahun. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah permintaan Natrium Karbonat di Indonesia yang masih dipenuhi dengan impor dari luar negeri, sehingga Nilai impor tersebut diharapkan dapat dipenuhi dengan adanya pembangunan pabrik Natrium Karbonat dalam negeri atau di Indonesia. Nilai kebutuhan impor pada tahun 2029 dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$F = F_0(1 + i)^n \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

F = Perkiraan kebutuhan Natrium Karbonat pada tahun pendirian pabrik (Ton)

F_0 = Kebutuhan Natrium Karbonat pada tahun 2024 (Ton)

i = Pertumbuhan impor rata-rata

n = Selisih tahun antara data terakhir dan tahun pendirian pabrik

(Peter& Timmerhaus, 2003)

Perkiraan nilai kebutuhan impor pada tahun 2029, yaitu :

$$F_{2029} = 839.007,458(1 + 0,010)^{2029-2024} \dots\dots\dots(2)$$

$$F_{2029} = 880.674,5135 \text{ ton} \dots\dots\dots(3)$$

Sehingga, perkiraan kebutuhan impor Natrium Karbonat pada tahun 2029 sekitar 880.674,5135 ton.



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

I.3.2. Data Ekspor

Di Indonesia, pabrik Natrium Karbonat belum didirikan namun terdapat nilai ekspor Natrium Karbonat. Hal ini dikarenakan Natrium Karbonat yang telah diimpor kemudian dijual kembali ke negara – negara yang membutuhkan. Berikut data ekspor Natrium Karbonat di Indonesia.

Tabel I. 2 Data Ekspor Natrium Karbonat

Tahun	Ekspor (Kg)	Ekspor (Ton)	Pertumbuhan Ekspor
2020	18.027.300,340	18.027,300	
2021	17.150.486,980	17.150,487	-0,049
2022	9.039.625,840	9.039,626	-0,473
2023	8.733.803,980	8.733,804	-0,034
2024	7.881.653,210	7.881,653	-0,098
Rata-Rata			-0,163

Berdasarkan data ekspor Natrium Karbonat pada tahun 2020-2024 mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan tidak ada pabrik yang memproduksi Natrium Karbonat di Indonesia dan hanya menjual kembali Natrium Karbonat yang telah impor. Nilai ekspor tersebut akan mengalami penurunan apabila tidak didirikan pabrik Natrium Karbonat. Pendirian pabrik Natrium Karbonat dapat meningkatkan devisa negara dan pertumbuhan ekonomi. Nilai kebutuhan ekspor pada tahun 2029 dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$F = F_0(1 + i)^n \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

F = Perkiraan kebutuhan Natrium Karbonat pada tahun pendirian pabrik (Ton)

F₀ = Kebutuhan Natrium Karbonat pada tahun 2024 (Ton)

i = Pertumbuhan impor rata-rata

n = Selisih tahun antara data terakhir dan tahun pendirian pabrik

(Peter& Timmerhaus, 2003)

Perkiraan nilai kebutuhan ekspor pada tahun 2029, yaitu :



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

$$F_{2029} = 7.881,653(1 - 0,163)^{2029-2024} \dots\dots\dots(5)$$

$$F_{2029} = 3.233,1123 \text{ ton} \dots\dots\dots(6)$$

Sehingga, perkiraan kebutuhan ekspor Natrium Karbonat pada tahun 2029 sekitar 3.233,1123 ton.

I.3.3. Data Produksi

Rencana pendirian pabrik Natrium Karbonat ada 2 di Indonesia, yaitu PT Petrokimia Gresik dan PT. Pupuk Kalimantan Timur. Pendirian pabrik Natrium Karbonat diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Natrium Karbonat untuk beberapa industri, seperti industri kaca, industri detergen, industri kertas, dan lainnya. Pendirian pabrik tersebut dapat meningkatkan devisa negara dengan mengekspor Natrium Karbonat. Berikut data kapasitas pabrik Natrium Karbonat.

Tabel I. 3 Data Kapasitas Pabrik Natrium Karbonat yang akan Didirikan

Nama Perusahaan	Tahun Operasi	Kapasitas Produksi (ton/tahun)
PT Petrokimia Gresik	2024	300.000
PT Pupuk Kalimantan Timur	2026	300.000
Total		600.000

I.3.4. Data Konsumsi

Natrium Karbonat memiliki banyak kegunaan di beberapa industri, seperti industri kaca, industri detergen, industri kertas, dan industri lainnya. Natrium Karbonat yang memiliki banyak manfaat tersebut sehingga perlu adanya pendirian pabrik Natrium Karbonat di Indonesia. Berikut data konsumsi Natrium Karbonat di Indonesia.

Tabel I. 4 Data Konsumsi Natrium Karbonat di Indonesia

Perusahaan	Kapasitas (Ton/tahun)
PT Asahimas Flat Glass Tbk (sdarjo)	300.000
PT Surabaya Mekabox	237.000
PT Unilever Indonesia	400.000



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

Perusahaan	Kapasitas (Ton/tahun)
PT Sinar Antjol	36.000
PT Wings Surya	663.500
Total	1.636.500

I.3.5. Perhitungan Kapasitas Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat rencana beroperasi pada tahun 2029 dengan pertimbangan pada tahun 2026 - 2028 dilakukan pembangunan pabrik Na_2CO_3 . Penentuan kapasitas pabrik Natrium Karbonat menggunakan metode discounted berdasarkan data impor, ekspor, produksi, dan konsumsi Natrium Karbonat. Berikut adalah perhitungan kapasitas pabrik Natrium Karbonat.

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

m_1 = nilai data impor pada tahun 2029 (ton/tahun)

m_2 = nilai data produksi pabrik Natrium Karbonat 2029 (ton/tahun)

m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)

m_4 = nilai data ekspor pada tahun 2029 (ton/tahun)

m_5 = nilai data konsumsi Natrium karbonat (ton/tahun)

Prediksi kapasitas pabrik Natrium Karbonat yang akan didirikan di Indonesia pada tahun 2029 adalah:

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \dots \dots \dots (8)$$

$$m_3 = (3.233,1123 + 1.636.500) - (880.674,5135 + 600.000)$$

$$m_3 = 159.058,5988 \text{ ton/tahun}$$

Didapatkan nilai kapasitas pabrik yang akan didirikan Na_2CO_3 tahun 2029 sebesar 159.058,5988 ton/tahun. Berdasarkan data sebelumnya, maka ditetapkan kapasitas produksi untuk pabrik natrium karbonat yang akan didirikan pada tahun 2029 yaitu sebesar 170.000 ton/tahun.



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

I.4. Sifat Fisika dan Kimia

I.4.1. Bahan Baku

I.4.1.1. Natrium Hidroksida (Perry, 2019)

- a. Formula : NaOH
- b. Berat molekul : 40 gr/mol
- c. Bentuk : padat
- d. Warna : putih
- e. Specific gravity : 2,130
- f. Titik beku : 318,4°C
- g. Titik didih : 1390 °C
- h. *Solutibility, cold water* : 42°C
- i. *Solutibility, hot water* : 347°C

Tabel I.5. Spesifikasi Natrium Hidroksida PT Twiji Kimia

Komponen	Komposisi
NaOH	98%
H ₂ O	2%

(PT Asahimas Chemical, 2025)

I.4.1.2. Karbondioksida (Perry, 2019)

- a. Formula : CO₂
- b. Berat molekul : 44,01 gr/mol
- c. Bentuk : gas
- d. Warna : tidak berwarna
- e. Specific gravity : 2,130
- f. Titik beku : -56,6°C (5.2 atm)
- g. Titik didih : -78,5 °C (sublimasi)
- h. *Solutibility, cold water* : 179,7 °C
- i. *Solutibility, hot water* : 90,1 °C



Pra Rancangan Pabrik

Pabrik Natrium Karbonat dari Karbondioksida dan Natrium Hidroksida dengan Proses Karbonasi

Tabel I.6. Spesifikasi Karbondioksida Cair ($\text{CO}_2 \text{ liq}$) PT Petrokimia Gresik

Komponen	Jumlah (Ton/Tahun)
CO_2	Min. 99,9%
H_2O	Max. 20 ppm
Total Sulfur sebagai Sulfur	Max. 0,1 ppm
Hidrokarbon Aromatik	Max. 20 ppm
Total Hidrokarbon sebagai metana	Max. 50 ppm
Bau/Rasa/Penampilan dalam air	Tidak ada bau atau rasa asing

(PT Chemindo Inti Usaha, 2025)

I.4.2. Produk

I.4.2.1. Natrium Karbonat (Ullman, 2007)

- a. Formula : Na_2CO_3
- b. Berat molekul : 105,99 gr/mol
- c. Bentuk : kristal
- d. Warna : putih
- e. Densitas : $2,533 \text{ g/cm}^3$
- f. Titik beku : 851°C
- g. Kalor peleburan : 316 J/g
- h. Kapasitas panas spesifik : 1.043 J/g.K
- i. Panas pembentukan : 10.676 J/g
- j. Struktur kristal : monoclinic
- k. Perubahan entalpi : -222 J/g