

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Di era post-modern saat ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi masih terus saja berkembang pesat. Tuntutan dari perkembangan tersebut membuat setiap negara harus mengikutinya, termasuk perkembangan di sektor industri kimia. Sektor industri kimia dijadikan sebagai salah satu pusat perdagangan dunia yang berpengaruh terhadap import dan ekspor tiap negara. Ketergantungan import dan ekspor tiap negara berbeda tergantung dengan kebutuhan dan ketersediaan bahan maupun produk kimia di negara tersebut.

Indonesia merupakan salah satu negara dengan import bahan maupun produk kimia dengan jumlah yang tidak sedikit. Hal tersebut disebabkan karena Indonesia saat ini sedang mengalami perkembangan sektor industri, dan pabrik yang menyediakan bahan ataupun produk kimia tersebut banyak yang masih belum ada di Indonesia sehingga untuk menunjang perkembangan tersebut mau tidak mau masih harus Import dari negara lain. Salah satunya adalah *Sodium Bicarbonate*.

Sodium Bicarbonat, juga dikenal sebagai *Baking soda*, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia NaHCO_3 . *Sodium Bicarbonate*

merupakan bahan kimia yang berbentuk serbuk putih yang banyak digunakan dalam industri makanan, farmasi, pemadam kebakaran dan bermacam-macam industri yang lain seperti kosmetik, karet, plastik, produk pencuci maupun dalam proses tekstil.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), kebutuhan *Sodium Bicarbonate* di Indonesia semakin meningkat tiap tahunnya, berjalan dengan adanya program pemerintah dalam pengembangan industri. Indonesia mengalami kenaikan import *Sodium Bicarbonate* sebesar 1% setiap tahunnya. Pada tahun 2018 import Indonesia terhadap *Sodium Bicarbonate* mencapai 105 ribu ton.

Melihat kebutuhan *Sodium Bicarbonate* yang tinggi pada masa sekarang ini, seiring dengan industri-industri pemakainya yang semakin meningkat, maka pendirian pabrik *Sodium Bicarbonate* ini dirasa perlu. Hal ini bertujuan untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor *Sodium Bicarbonate* serta dapat membuka lapangan kerja bagi masyarakat luas di Indonesia.

Dengan didirikannya pabrik *Sodium Bicarbonate* dengan kapasitas 100.000 ton/tahun di tahun 2024, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan *Sodium Bicarbonate* di Indonesia dan sebagian di ekspor ke luar negeri. Di samping itu, dengan adanya pabrik *Sodium Bicarbonate* dapat membuka lapangan pekerjaan baru dan memicu berdirinya pabrik lain yang

menggunakan bahan baku *Sodium Bicarbonate*. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka pabrik anilin ini layak didirikan di Indonesia.

1.1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik anilin diperlukan beberapa pertimbangan yaitu kapasitas pabrik minimal yang telah beroperasi, ketersediaan bahan baku, dan kebutuhan produk.

1.1.3 Kapasitas Pabrik Yang Telah Beroperasi

Untuk memproduksi *Sodium Bicarbonate* harus diperhitungkan juga kapasitas produksi yang menguntungkan. Kapasitas produksi secara komersial yang telah ada terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1.1 Kapasitas Produksi Sodium Bicarbonate di Luar Negeri

No.	Pabrik	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Solvay Chemical. Inc	Amerika Serikat	125.000
2.	Natural Soda	Amerika Serikat	125.000
3.	Penrice Soda Product Pt. Ltd	Australia	500.000
4.	Sinochen Nanjing	China	200.000
No.	Pabrik	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
5.	Tianjin Soda	China	50.000

1.1.4 Ketersediaan Bahan Baku

Untuk menjamin kelangsungan pabrik *Sodium Bicarbonat*, maka penyediaan bahan baku harus benar – benar dipikirkan. Bahan baku pembuatan *Sodium Bicarbonat* yaitu *Sodium Carbonat* yang dapat diperoleh dari PT. Sinochem Nanjing, Cina, yang mempunyai kapasitas produksi 300.000 ton/tahun dengan harga U\$. 0,15 /kg. Sedangkan sumber CO₂ diperoleh dari Samator Gas, Cilegon, Banten, dengan harga U\$. 0,6 /kg.

1.1.5 Kebutuhan *Sodium Bicarbonate*

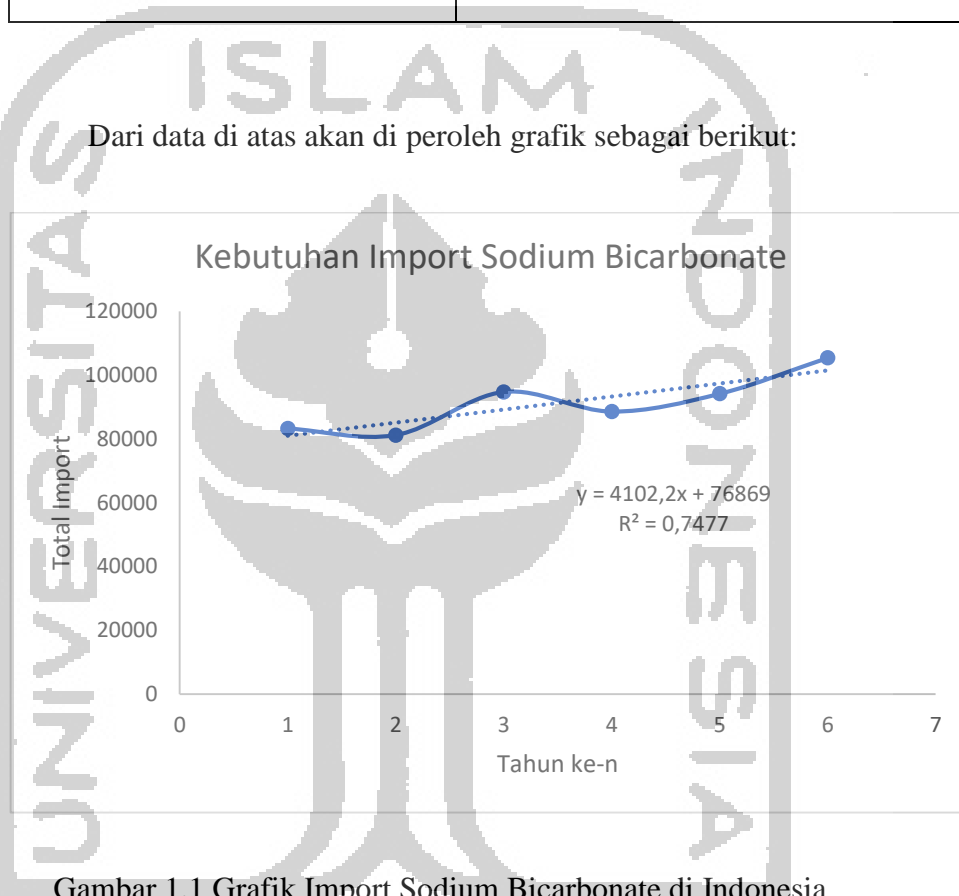
Berdasarkan data statistik, kebutuhan *Sodium Bicarbonat* di Indonesia mengalami fluktuasi. Kebutuhan jumlah *Sodium Bicarbonat* yang diimpor Indonesia dari luar negeri setiap tahun dari tahun 2004 sampai tahun 2009 dapat dilihat pada Tabel 1.2 dan pada Gambar 1.1

Tabel 1.2 Data Import Sodium Bicarbonate di Indonesia

Tahun	Total Import (ton)
2013	83.266,271
Tahun	Total Import
2014	81.187,961
2015	94.739,607

2016	88.576,136
2017	94.160,934
2018	105.430,352

Dari data di atas akan di peroleh grafik sebagai berikut:



Gambar 1.1 Grafik Import Sodium Bicarbonate di Indonesia

Dari gambar 1.1 diketahui persamaan tahun 2024 (tahun ke 13) adalah $y = 4102,2x + 76869$. Dari rumus diatas didapatkan perkiraan import pada tahun 2024 sebesar 126.094,4 ton. Sehingga akan di rancang pabrik *Sodium Bicarbonat* dengan kapasitas 100.000 ton/tahun, dengan harapan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan *Sodium Bicarbonat* dalam negeri dan dapat dijadikan sebagai produk ekspor.

2. Dapat merangsang berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan *Sodium Bicarbonat*.

1.2 Tinjauan Pustaka

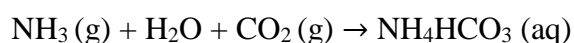
1.2.1 Proses Produksi *Sodium Bicarbonate*

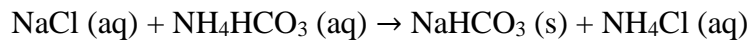
Dalam proses produksi *Sodium Bicarbonat* didasarkan beberapa proses penting, antara lain :

1. Proses Amonium-Soda

Proses Amonium-Soda sering juga disebut proses *Solvey*. Merupakan salah satu metode dalam pembuatan industri alkali *Sodium Carbonat* dan *Sodium Bicarbonat*. Dalam proses ini *Sodium Carbonat* ataupun *Sodium Bicarbonat* akan dihasilkan dari mereaksikan amonia, karbon dioksida dengan air. Proses *Solvey* merupakan proses yang paling tua dan bahkan masih digunakan dalam pembuatan *Sodium Carbonat* dan *Sodium Bicarbonat*. Dalam proses ini, air laut atau air garam disemprotkan dari atas menara, sedangkan amonia dan karbon dioksida dialirkan melalui bawah menara. Menara yang biasa dipake adalah menara *perforated plates* dan *rotaring blades*. Selama reaksi berlangsung, produk yang dihasilkan yaitu *Sodium Bicarbonat* akan mengalir ke arah samping menara, *rotaring scrubber* atau *blades* bergerak ke arah samping menara dan membawanya dengan *screw conveyor*.

Reaksinya :





Dalam proses ini dihasilkan hasil samping berupa amonium chlorida. Dan amonium chlorida ini dimurnikan dengan cara sublimasi.

Sodium Bicarbonat ini apabila diberi perlakuan pemanasan 2000 °C maka akan terbentuk menjadi *Sodium Carbonat*, air, dan karbon dioksida.



2. Proses Sodium Bicarbonate Murni

Proses ini merupakan proses pembuatan *Sodium Bicarbonate* yang terbuat dari larutan *Sodium Carbonate* jenuh yang direaksikan dengan gas karbon dioksida secara berlawanan arah di dalam suatu reactor pada suhu 40 °C. Suspensi *Sodium Bicarbonat* yang terbentuk kemudian akan dikeluarkan dari dasar menara. Disaring suatu filter daun putar. Ampas saringan akan dikeringkan di rotary dryer. *Sodium Bicarbonate* yang dibuat dengan cara ini mempunyai kemurnian 99,9%.

Reaksi :



Proses ini tidak menghasilkan hasil samping, dan hampir tidak ada limbah yang dihasilkan. Sedangkan proses ini dikenal sebagai teknologi ramah lingkungan.

Berdasarkan urian proses di atas, maka dapat ditabelkan perbedaaan masing-masing proses sebagai berikut :

Tabel 1.3 Perbandingan Proses Pembuatan Sodium Carbonate

Parameter	Proses	
	Amonium Soda	Sodium Bicarbonate Murni
Bahan Baku	Amonia	Sodium Karbonat
Suhu Operasi	950 ⁰ C-1100 ⁰ C	40 ⁰ C
Resiko	Tinggi	Rendah
Peralatan	Kompleks	Sederhana
Yields	50-85%	99,9%

Dengan membandingkan kedua proses pembuatan *Sodium Bicarbonat* yang telah diuraikan diatas, maka dalam perancangan ini dipilih proses *Sodium Bicarbonat* murni. Pemilihan ini didasarkan atas beberapa kelebihan yang dimiliki proses ini dibandingkan dengan proses yang lain yaitu :

1. Produk yang dihasilkan mempunyai konversi yang tinggi.
2. Tidak menghasilkan hasil samping dan sedikit menghasilkan limbah.

1.2.2 Kegunaan Produk

Sodium Bicarbonat atau baking soda sangat banyak dipakai dalam industri makanan, pada pembuatan karet, dalam produk farmasi sebagai

anti asam dalam natrium api, untuk pengurangan asap cerobang dan berbagai pemakaian kecil yang sangat beragam.

1.2.3 Tinjauan Termodinamika

Menurut Perry 1999, untuk menentukan sifat reaksi apakah berjalan secara eksotermis atau endotermis, maka perlu pembuktian dengan menggunakan panas reaksi (ΔH) pada reaksi 3 atm. Panas reaksi (ΔH) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$\Delta H^\circ = \sum \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \sum \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$$

Persamaan reaksi :



Data-data harga ΔH°_f untuk masing-masing komponen pada 298°K adalah:

$$\Delta H^\circ_f \text{ Na}_2\text{CO}_3 = -275.230 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ H}_2\text{O} = -57.796 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ CO}_2 = -94.052 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta H^\circ_f \text{ NaHCO}_3 = -222.100 \text{ kcal/kmol}$$

Jika $\Delta H = (-)$ maka reaksi bersifat eksotermis

Jika $\Delta H = (+)$ maka reaksi bersifat endotermis

$$\Delta H^\circ \text{ reaksi} = \sum \Delta H^\circ_f \text{ produk} - \sum \Delta H^\circ_f \text{ reaktan}$$

$$= 2 (-222.100) - ((-275.230) + (-57.796) + (94.052))$$

$$= -17.220 \text{ kcal/kmol}$$

Menurut Yaws, 1999, dari harga ΔH sebesar $-17.220 \text{ kcal/kmol}$ dapat disimpulkan bahwa reaksi ini adalah eksotermis. Untuk mengetahui reaksi pembuatan *Sodium Bicarbonat* termasuk reaksi *reversible* atau *irreversible*, maka harus dihitung harga tetapan kesetimbangan (K) Diketahui data-data sebagai berikut :

$$\Delta G^\circ_f \text{ Na}_2\text{CO}_3 = -251.360 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{ H}_2\text{O} = -54.635 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{ CO}_2 = -94.260 \text{ kcal/kmol}$$

$$\Delta G^\circ_f \text{ NaHCO}_3 = -202.870 \text{ kcal/kmol}$$

Perubahan energi Gibbs reaksi dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{\text{reaksi}} &= \Sigma \Delta G^\circ_f \text{ produk} - \Sigma \Delta G^\circ_f \text{ reaktan} \\ &= 2(-202.870) - ((-251.360) + (-54.635) + (-94.260)) \\ &= -22.949 \text{ kcal/kmol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta G^\circ_{\text{reaksi 1}} &= -RT \ln K \\ &= \frac{-22.949 \text{ kcal/kmol}}{-1.987 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}} \cdot K \times 298.15 \text{ K}} \end{aligned}$$

$$= 38,737$$

$$K = 6,66 \times 10^{16}$$

Untuk harga tetapan kesetimbangan pada $T = 313,15 \text{ K}$

$$\ln \left(\frac{K}{K_1} \right) = \frac{\Delta H^\circ}{-R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$K_{\text{reaksi}} = 1,654 \times 10^{16}$$

Dari perhitungan diatas tampak bahwa harga K sangat besar, sehingga reaksi yang terjadi merupakan reaksi *irreversible*.

1.2.4 Tinjauan Kinetika

Proses pembentukan *Sodium Bicarbonate* merupakan reaksi eksotermis. Reaksi yang terjadi adalah :



Reaksi diatas merupakan reaksi tunggal, sehingga dapat di tuliskan sebagai berikut :

$$-r_A = k \times C_A \times C_B \times C_C$$

Untuk Persamaan 1 :

Karena H_2O lebih besar dari CO_2 maka, H_2O konstan, sehingga $C_{\text{CO}} = C_C$

$$-r_A = k \times C_A \times C_B \times C_{CO}$$

$$-r_A = k \times C_{A0} \cdot (1 - X_A) \times C_B \times C_{CO}$$

$$-\left(\frac{dC_A}{dt}\right) = k \times C_{A0} \cdot (1 - X_A) \times C_{B0} \cdot (1 - X_B) \times C_{CO}$$

$$-C_{A0} \left(\frac{dX_A}{dt}\right) = k \times C_{A0} \cdot (1 - X_A) \times C_{B0} \cdot (1 - X_B) \times C_{CO}$$

$$\int_0^x \frac{dX_A}{(1 - X_A)} = \int_0^t k \cdot C_{B0} \cdot (1 - X_B) \times C_{CO} dt$$

$$-\ln(1 - X_A) = k \cdot C_{B0} \cdot (1 - X_B) \times C_{CO} t$$

$$k = \frac{-\ln(1 - X_A)}{C_{B0} \cdot (1 - X_B) \times C_{CO} \cdot t}$$

dimana,

$$T = 313,15K$$

$$t = 1 \text{ jam}$$

$$X_a = 98\% \quad (\text{US Patent})$$

$$X_b = 17\%$$

sehingga,

$$k = 0.00280377 \text{ m}^3/\text{kmol} \cdot \text{menit}$$