

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan bidang ilmu pengetahuan dan teknologi yang disertai dalam kemajuan bidang sektor industri yang telah menuntut semua negara lain dapat menuju ke arah bidang industri. Indonesia adalah salah satu negara terbesar yang memiliki wilayah laut dan daratan yang sangat luas dengan sumber daya alam yang sangat melimpah setelah melakukan berbagai perkembangan dalam bidang pembangunan di berbagai bidang sektor. Khususnya dalam bidang sektor industri kimia, yang masih terdapat kendala, Dimana Indonesia yang masih banyak memerlukan impor bahan baku dan produk kimia di luar negeri. Sebuah contoh dalam produk yang memerlukan impor yaitu sodium bikarbonat (natrium carbonate) yang sangat memiliki peranan penting di dalam industri baik hulu maupun hilir.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2019), rata-rata Indonesia mengimpor 87,153 ton sodium bikarbonat setiap tahunnya. Dimana Indonesia belum memiliki pabrik yang dapat diproduksi pada sodium bikarbonat, semenjak adanya sodium bikarbonat hanya diimpor dari luar negeri. Untuk menjadi kesepakatan tidak cukup berprestasi maka dari itu mendirikan pabrik sodium bikarbonat, dikarenakan dapat mengurangi impor bahan tersebut juga dapat menambah devisa negara jika memiliki ekspor.

Sodium bikarbonat (2NaHCO_3) merupakan bahan baku kimia yang berbentuk serbuk putih yang banyak digunakan untuk industri kosmetik, farmasi, makanan, dan berbagai industri lainnya seperti : karet, plastik, produk pencuci, dan proses tekstil. Sodium bikarbonat dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri makanan (seperti : roti dan biskuit), maupun zat tambahan untuk pemadam kebakaran, dan sebagai obat kumur alami atau

antacid untuk mengurangi asam lambung, mulas, dan lain sebagainya. Dengan proses pemanasan 2NaHCO_3 dapat terurai lagi menjadi Na_2CO_3 dan gas CO_2 . Secara komersial 2NaHCO_3 dipasarkan dengan kemurnian 9,6 % dan impurities sebesar 0,4 % berupa air. Dapat dipasarkan 2NaHCO_3 dikenal sebagai baking soda atau soda kue yang banyak digunakan pada industri makanan dan penyamakan kulit. (Wiberg, E, 2001).

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan secara Termodinamika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut, membutuhkan panas (*endothermic*) atau melepaskan panas (*exothermic*), dan juga untuk mengetahui apakah reaksi dapat berlangsung, dan arah reaksi apakah reaksi tersebut berjalan searah (*irreversible*) atau berbalik (*reversible*). Untuk memutuskan sifat reaksi berjalan eksotermis atau endotermis dengan menggunakan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada tekanan 1 atm dan suhu 298,15 K dari reaktan dan produk.

Konsep tinjauan termodinamika dari reaksi pembuatan Sodium bikarbonat dari sodium karbonat (Soda Ash) dan Karbon Dioksida dan ditinjau dari reaksi utamanya, yaitu :



Natrium Karbonat (padatan) Hidroksida (Air) Karbon Dioksida (Gas)
Sodium Bikarbonat (*Ir. Omang Komarudin dan Mocha, 2015*)

1. Menentukan nilai ΔH_r° 298

Untuk mengetahui reaksi berlangsung secara eksotermis atau endotermis, dapat diperhitungkan dari reaksi persamaan, yaitu :

$$\Delta H_r^\circ = H_f^\circ(\text{p}) - H_f^\circ(\text{r})$$

Tabel 1. 1 Nilai ΔH_f°

Komponen	ΔH_f° (kJ/mol)	Sumber
Na ₂ CO ₃	-1130,77	Lange Hendbook, 2013
H ₂ O	-241,80	Yaws Hendbook, 1999
CO ₂	-393,50	Yaws Hendbook, 1999
2NaHCO ₃	-950,8	Lange Hendbook, 2013

Untuk mengetahui reaksi persamaan dapat berlangsung secara eksotermis atau endotermis, dapat diperhitungkan dengan persamaannya, yaitu :

$$\begin{aligned}\Delta H_r^\circ &= \Delta H_f^\circ \text{produk} - \Delta H_f^\circ \text{reaktan} \\ &= (\Delta H_f^\circ \text{Na}_2\text{CO}_3) + (\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}) + (\Delta H_f^\circ \text{CO}_2) - (2 \Delta H_f^\circ \text{NaHCO}_3) \\ &= -135,53 \text{ kJ/mol} \\ &= -32,39244742 \text{ kKal/mol.}\end{aligned}$$

Harga ΔH_r° bernilai negatif menunjukan bahwa reaksi Sodium Bikarbonat bersifat eksotermis, yaitu reaksi yang terjadi menjadi turun dan menjadi lebih dingin dikarenakan adanya jaket yang dapat mengeluarkan panas. Hal itu karena eksotermis ini sifatnya panas energi yang menyebabkan energi sistem bertambah, tetapi lingkungan berkurang. Dapat diambil dari kesimpulan bahwa entalpi pembentukannya mempunyai harga negatif yang berarti reaksi bersifat eksotermis (Mengeluarkan panas).

2. Menentukan nilai ΔG°

Energi Bebas Gibbs (ΔG) dapat digunakan untuk menentukan apakah reaksi pembentukan berlangsung apa secara spontan, tidak spontan, atau berada dalam kesetimbangan. Jika nilai ΔG° adalah maka reaksi dapat berjalan secara langsung, jika bernilai positif maka reaksi tidak dapat berjalan secara langsung, sedangkan jika ΔG° adalah nol maka reaksi bersifat spontan.

Tabel 1. 2 Nilai ΔG°

Komponen	ΔG° (kJ/mol)	Sumber
Na ₂ CO ₃	-1047,5	Lange Hendbook, 2013
H ₂ O	273,15	Yaws Hendbook, 1999
CO ₂	216,58	Yaws Hendbook, 1999
2NaHCO ₃	-851,0	Lange Hedbook, 2013

Untuk mencari ΔG° menggunakan data energi gibbs standar, sehingga ΔG° dari reaksi tersebut adalah :



Natrium Karbonat (padatan) – Hidroksida (Air) Karbon Dioksida (Gas)
Sodium Bikarbonat (*Ir. Omang Komarudin dan Mocha, 2015*)

Menentukan ΔG° standar $25^\circ\text{C} = 298^\circ\text{K}$

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

$$= (\Delta H_f^\circ \text{Na}_2\text{CO}_3) + (\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}) + (\Delta H_f^\circ \text{CO}_2) \rightarrow$$

$$(\Delta H_f^\circ \text{NaHCO}_3)$$

$$= -1367,03 \text{ kJ/mol}$$

$$= -3265,09 \text{ kKcal/mol.}$$

$$\Delta G \text{ operasi } 55^\circ\text{C} = 328^\circ\text{K}$$

$$\Delta G^\circ_{313} = -R.T.\ln K_{313} = 7,0243 \text{ kKcal/mol.}$$

Dari perhitungan diatas nilai ΔG° hasilnya negatif maka reaksi tersebut berjalan secara spontan. Untuk mengetahui apakah reaksinya irreversible atau reversible (harga K) dapat dihitung dengan persamaan konstanta kesetimbanganberikut :

Pada keadaan setimbang $\Delta G = 0$, maka :

$$-\Delta G^\circ = RT \ln K \text{ Dan } \Delta G^\circ = -RT$$

$\ln K$ Dimana :

$\Delta G^\circ =$ Energi gibbs pada keadaan standard

($T - 298^\circ\text{K}$, $P = 1 \text{ atm}$), J/mol

$\Delta H_r^\circ = \text{Panas reaksi (J/mol)}$

$K = \text{Konstanta kesetimbangan}$ $T = \text{Suhu standar} = 298^\circ\text{K}$

$R = \text{Tetapan gas ideal} = 1,987 \text{ kKal/kmol.K}$

(S.K Dogra & S.Dogra, 1990)

Dari persamaan diatas dapat dihitung konstanta kesetimbangan pada $T_{\text{referensi}} = 298^\circ\text{K}$ adalah sebagai berikut :

$$K_{298} \rightarrow K_{\text{suhu standar}}$$

$$K_{298} = \exp \left[\frac{-\Delta G_{298}}{RT} \right]$$

$$= e^{0,02235}$$

$$= 1,0226$$

Reaksi dijalankan pada temperatur 55°C , sehingga harga konstanta kesetimbangan K pada temperatur 40°C (313°K) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$K_{328} \rightarrow K_{\text{operasi}}$$

$$\frac{K_{\text{operasi}}}{K_{313}} = \exp \frac{-\Delta H_r^\circ \cdot 298}{R} \left[\frac{1}{T_{\text{operasi}}} - \frac{1}{T_{298}} \right]$$

$$K_{313}$$

$$\frac{K_{\text{operasi}}}{1,0226} = e^{(0,00277)}$$

$$K_{313} = 1,0027$$

$$K > 1$$

Dari perhitungan diatas harga $K > 1$ sehingga produk tidak dapat kembali menjadi reaktan atau diasumsikan bahwa reaksi bersifat irreversible (searah), karena arah pergeseran reaksi dapat menggambarkan kesetimbangan reaksinya. Pergeseran kesetimbangan reaksi kimia salah satunya di pengaruhi oleh suhu reaksi, jika terjadi perubahan suhu reaksi pada reaksi eksotermis, kesetimbangan reaksi kimia berubah kearah reaksi endotermis (kearah kiri), sehingga produk yang terbentuk berkurang. Kesetimbangan kimia terjadi jika laju reaksi disebelah kanan sama dengan laju reaksi di sebelah kiri.

1.2.2 Tinjauan Kinetika

Tinjauan secara kinetika digunakan untuk mengetahui sifat reaksi tersebut. Untuk menentukan sifat reaksi Natrium Bikarbonat 20% ditentukan menggunakan persamaan Arrhenius :

Mencari konstanta kecepatan reaksi dengan mengetahui data : $E_a = 2,856 \text{ kKJ/kmol}$ (Park et Al, 2006)

$R = 8,314 \text{ kKJ/kmol}$ (Jamal M. Amous, 2016) $T = 313^\circ\text{K}$ (Suhu Operasi)

Reaksi :



Natrium Karbonat (padatan) Hidroksida (Air) Karbon Dioksida (Gas) Natrium Bikarbonat

(Ir. Omang Komarudin dan Mocha, 2015)

Persamaan Arrhenius :

$$k = A \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right)$$

Keterangan :

k = konstanta kecepatan reaksi ($\text{m}^3 / \text{kmol} \cdot \text{s}$)

A = faktor tumbukan ($\text{cm}^3 / \text{kmol} \cdot \text{s}$)

E_a = energi aktivasi (kKJ/mol)

T = suhu reaktor (K)

R = tetapan gas ($1,9870 \text{ kKJ/kmol} \cdot \text{K}$)

$$k = 1,158 \times 10^{10} \exp\left(\frac{2,856}{RT}\right) \\ = 386,4302 \text{ (L/mol)}$$

$$- r_{\text{DB}} = -k (C_a \cdot C_b)$$

$$- r_{\text{DB}} = -k (C_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \times C_{\text{NaHCO}_3}) \\ = 0,0950 \text{ kmol/m}^3 \cdot \text{jam}$$

Berdasarkan jurnal Park et Al bila reaksi berjalan sebagai orde 1

1.2.3 Kapasitas Produktif

Dalam Penentuan kapasitas produksi pabrik sodium bikarbonat yang ditentukan pada pengaruh perhitungan teknis maupun ekonomis. Untuk menentukan kapasitas pabrik terdapat beberapa pertimbangan yang dapat

dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti berikut ini :

1. Kebutuhan maupun pemasaran produk di Indonesia

Berdasarkan data yang dihasil dapat diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia masih banyak mengimpor sodium bikarbonat dari luar negeri. Untuk saat ini, di Indonesia belum ada perusahaan industri yang dapat memproduksi sodium bikarbonat dalam skala besar maupun skala kecil yang akan ada beberapa perusahaan yang dapat menyediakan (Supplier) untuk produk ini.

Berikut ini merupakan salah satu data perusahaan yang dapat menyediakan (Supplier) sodium bikarbonat di Indonesia.

Tabel 1. 3 Data perusahaan penyediaan sodium bikarbonat

No	Nama Perusahaan	Lokasi Perusahaan
1	PT. NARAYA CAHAYA MENTARI	Jl. Mayjend Yono Soewoyo Kav 3 Dukuh Surabaya, Jawa Timur
2	PT. DELTA PRIMALAB SAINTIFIK	Jl. Pahlawan Seribu BSD Sektor IV, Kota Tangerang Selatan, Banten
3	PT. TRIMITRA GREEN ENVIRO	Ruko Taman Kebon Jeruk, Jakarta Barat, Jakarta
4	CV. AWI JAYA	Jl. Permata Bintang Bogor, Jawa Barat
5	CV. GIHON JUMA SENTOSA	Jl. Letjend Jamin Ginting Medan, Sumatera Utara

(sumber : <https://www.indotrading.com/jual-sodium-bicarbonat/>)

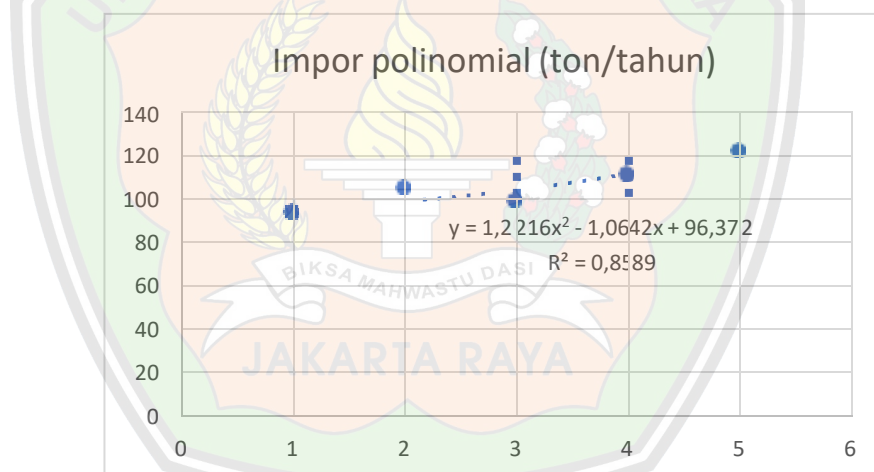
Berikut ini yang diatas data Perusahaan yang menyediakan (*supplier*) yang masih mengandalkan impor dari negara lain dalam menyediakan sodium bikarbonat untuk dapat memenuhi permintaan pasar atau pedagang.

Tabel 1. 4 Hasil data impor sodium bikarbonat

di Indonesia pada tahun pertamasampai ke tahun ke lima.

Tahun	Impor (kg)
1	94,16
2	105,43
3	99,488
4	111,609
5	122,399

(Sumber : Badan Pusat Statistik 2019)



Grafik 1.2 1Grafik impor sodium bikarbonat ke Indonesia setiap pertahun

Dari hasil perhitungan dengan persamaan yang diatas, maka diperoleh daripersamaan :

$Y = ax + b$, dengan x adalah tahun berdirinya pabrik sodium bikarbonat = ke-5,maka dari itu

$$Y = 1.2216 x^2 - 1.0642(5) + 96.372$$

= 121.591

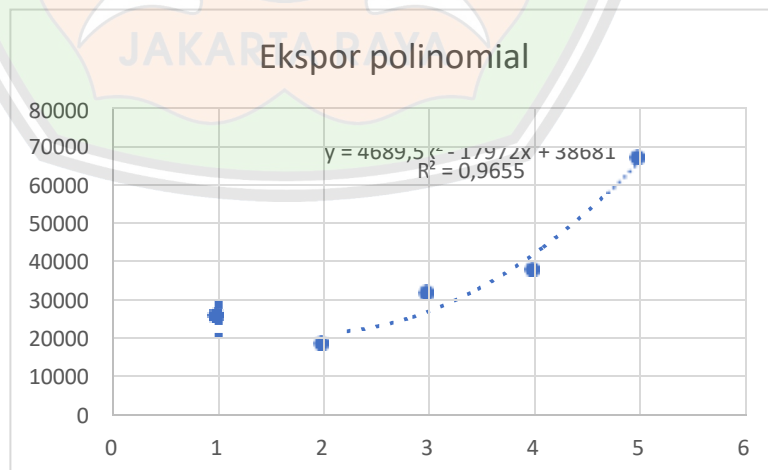
Berdasarkan hasil perhitungan yang diatas, dapat di estimasi jumlah impor sodium bikarbonat Indonesia pada tahun 2022 sebesar 121.591. Untuk data ekspor berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS, 2017) dapat dilihat pada Tabel ini.

Tabel 1. 5 Data ekspor sodium bikarbonat

di Indonesia pada tahun pertamasampai tahun ke lima.

Tahun	Ekpor (Kg)
1	25937,01
2	18774,87
3	31895,07
4	37974,54
5	67159,06

(Sumber : Badan Pusat Statistik 2019)



Grafik 1.2 2 Grafik ekspor sodium bikarbonat ke Indonesia tiap tahun.

Dari hasil perhitungan dengan persamaan yang diatas, maka diperoleh

persamaan :

$Y = ax + b$, dengan x adalah tahun berdirinya pabrik sodium bikarbonat =2022, maka dari itu.

$$Y = 4689.5x^2 - 17972x + 38681$$
$$= 38.7083775$$

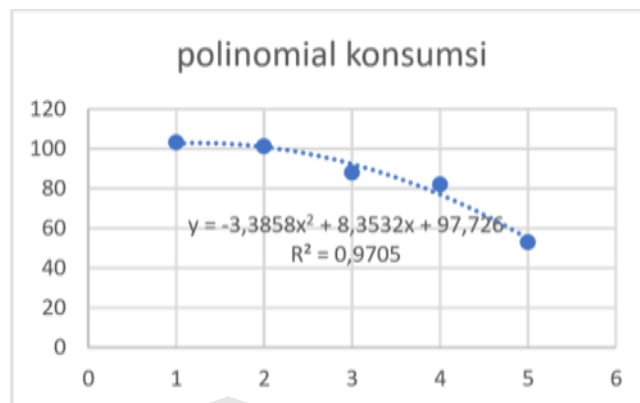
Berdasarkan hasil perhitungan yang diatas, estimasi jumlah ekspor sodium bikarbonat di Indonesia pada tahun 2022 sebesar 38.7083775.

2. Produksi dan Konsumsi produk di Indonesia

Pada Sodium bikarbonat (NaHCO_3) sering digunakan sebagai bahan dasar dari industri makanan seperti : roti dan biskuit, serta industri farmasi dan di bidang pakan ternak. Berikut ini data yang diatas di konsumsi oleh bahan sodium bikarbonat pada beberapa perusahaan di Indonesia dari tahun pertama sampai tahun kelima.

Tabel 1. 6 Data konsumsi sodium bikarbonat di Indonesia

Tahun	1	2	3	4	5
Perusahaan					
PT. Kimia Farma	-	-	-	-	-
PT. Nippon Indosari	-	-	-	-	-
PT. Charoen Pokphand	-	-	-	-	-
PT. Japfa Comfeed	103,174	101,33	88,104	82,137	52,963
PT. Malindo Feedmill	-	-	-	-	-



Grafik 1.2 3 Grafik data konsumsi sodium bikarbonat di Indonesia.

Untuk melakukan regresi pada setiap kurva dari Gambar 1.2.6 maka didapatkan persamaan garis sesuai dengan trendline. Maka dari itu, persamaan tersebut dapat diketahui estimasi jumlah kebutuhan sodium bikarbonat setiap perusahaan pada tahun ke lima. Sebagai contoh pada PT. Malindo Feedmill didapatkan persamaan garis linear $y = -3,3858x^2 + 8,3532x + 97,726$ dengan nilai $R^2 = 0,9705$. kemudian dari persamaan tersebut yang sudah dimasukkan nilai $x = 5$ Pada perhitungan yang sudah didapatkan dari nilai kebutuhan sodium bikarbonat pada PT. Malindo Feedmill pada tahun kelima sebesar 8.760,25 ton. Untuk data lengkap dapat terkait perhitungan jumlah kebutuhan sodium bikarbonat ada beberapa perusahaan di tahun kelima dapat ditampilkan pada Tabel diatas.

Tabel 1. 7 Prediksi kebutuhan sodium bikarbonat ada beberapa perusahaan di tahun pertama sampai tahun kelima

No	Nama Industri	Jumlah (Ton)
1	PT. Kimia Farma	103,174
2	PT. Nippon Indosari	101,33
3	PT. Charoen Pokphand	88,104
4	PT. Japfa Comfeed	82,137
5	PT. Malindo Feedmili	52,963
Total		427,708

Berdasarkan data dari ekspor dan impor serta produksi dan konsumsi sodium bikarbonat yang ada di Indonesia, kita dapat melakukan perhitungan untuk kapasitas produksi pabrik sodium bikarbonat untuk tahun pertama dengan perhitungan sebagai berikut :

- Ketersediaan produk (Supply) = Produksi dalam negeri + Impor
 $= (0 + 94,16) \text{ ton}$
 $= 94,16 \text{ ton}$
- Permintaan produk (demand) = Konsumsi dalam negeri + Ekspor
 $= (25937,01 + 103,174) \text{ ton}$
 $= 26040,184 \text{ ton}$
- Peluang pemasaran = Permintaan (demand) – Ketersediaan (supply)
 $= (26040,184 - 94,16) \text{ ton}$
 $= 25946,024 \text{ ton}$
- Kapasitas produksi = 60% * Peluang
 $= (60/100) * 25946,024 \text{ ton}$

= 15567,6144 ton

= 200.000 ton

3. Ketersediaan bahan baku

Untuk pengoptimalan proses produksi sodium bikarbonat yang dapat tersediaan bahan baku yang berupa sodium karbonat harus benar diperhatikan. Jika Bahan baku ini tidak dapat diperoleh dengan mengimpornya dari luar negara China, maka negara China adalah salah satu negara adanya tingkat produksi sodium karbonat tinggi sebesar 6,88863604 ton per tahunnya (Okta Tri, 2017). Sedangkan untuk gas karbon dioksida (CO₂) dapat diperoleh dari PT. Samator Gas yang berlokasi di daerah Cilegon, Banten. Dengan data yang didapat oleh kapasitas di atas, maka dari itu dapat ditetapkan oleh kapasitas produksi pabrik sodium bikarbonat di tahun pertama sebesar 200.000 ton per tahun. Hal ini dilakukan dengan harapan :

- a) Untuk dapat memenuhi kebutuhan sodium bikarbonat dalam negeri yang diperkirakan dapat meningkat setiap tahunnya sehingga mengurangi ketergantungan impor produk ini.
- b) Untuk dapat merangsang berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan sodium bikarbonat sebagai bahan baku.