

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 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°C . Bahan baku untuk pembuatan natrium nitrat 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. 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 dinamit atau bahan peledak, pembuatan kalium nitrat (KNO_3), 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 senyawa ini di Indonesia akan semakin meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu, pendirian pabrik natrium nitrat sangat dibutuhkan agar dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri dan diharapkan dapat membuka lapangan pekerjaan sehingga dapat memberikan kesempatan bekerja bagi generasi penerus bangsa Indonesia.

1.2 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan ringkasan dari literatur yang relevan dengan topik perancangan.

A. 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% massa. 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).

B. 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).

C. 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 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 1.000°C .

D. 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. 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 (KCl) sehingga membentuk kalium nitrat. Selanjutnya kalium nitrat dialirkan pada batuan *phospat* yang mempunyai kadar *phospat* 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.

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.

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.

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.

1.2.1 Tinjauan termodinamika

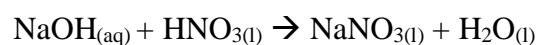
Tinjauan termodinamika dilakukan untuk mengetahui reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis. Hal ini dapat diketahui dengan menghitung entalpi reaksi dengan rumus:

$$\Delta H_r \text{ reaksi} = \sum(n\Delta H_f) \text{ produk} - \sum(n\Delta H_f^\circ) \text{ reaktan}$$

Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan standar (ΔH_f°) pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298 \text{ K}$. Jika $\Delta H_r \text{ reaksi} < 0$ maka reaksi berjalan eksotermis dan membutuhkan pendingin. Apabila $\Delta H_r \text{ reaksi} > 0$ maka reaksi berjalan endotermis dan membutuhkan pemanas (Yaws, 1999).

A. Mereaksikan (NaOH) dan (HNO₃)

Reaksi natrium hidroksida dengan asam nitrat menghasilkan natrium nitrat dan air dengan rumus reaksi sebagai berikut:



B. Panas reaksi standar (ΔH_r°)

Untuk nilai panas standar masing-masing komponen dapat dilihat pada Tabel 1.1 sebagai berikut:

Tabel 1. 1. Panas Reaksi Standar (ΔH°_r)

Komponen	ΔH°_f	ΔG°
	J/mol	J/mol
NaOH	-425,609	-379,494
HNO ₃	-174,100	-79,914
NaNO ₃	-446,683	-365,891
H ₂ O	-241,8	-237,589

$$\Delta H^{\circ}_{r\ 298} K = \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan}$$

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

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

$$\Delta H^{\circ}_r = -88,874 \text{ J/mol}$$

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

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

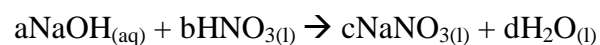
$$\Delta G^{\circ} = (-603,48) - (-459,408)$$

$$\Delta G^{\circ} = -144,072 \text{ J/mol}$$

Berdasarkan perhitungan nilai ΔH°_r diperoleh nilai sebesar -88,874 J/mol. Karena ΔH°_r bernilai negatif, maka reaksi bersifat eksotermis. Kemudian berdasarkan nilai ΔG° yang telah didapatkan sebesar -144,072 J/mol menunjukkan bahwa reaksi pembentukan natrium nitrat dari natrium hidroksida 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 atau konsumsi energi kecil.

1.2.2 Tinjauan kinetika

Reaksi yang terjadi pada pembentukan produk natrium nitrat merupakan reaksi netralisasi yang secara stokiometri dijabarkan sebagai berikut:



Reaksi tersebut merupakan reaksi yang memiliki orde reaksi orde 2 dengan persamaan:

$$-r = k[C_a][C_b]$$

Untuk menentukan harga konstanta kecepatan reaksi dapat diperoleh berdasarkan persamaan berikut:

$$k = \frac{K_b \cdot T}{h} \times e^{-\frac{\Delta G^\circ}{R \cdot T}}$$

Dimana:

K_b = Konstanta Boltzman ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

T = 333 K

H = Konstanta Planck ($6,62 \times 10^{-34}$ Js)

ΔG° = Energi Bebas Gibbs

R = 8,314 J/mol K

Sehingga nilai kinetika adalah:

$$k = \frac{1,38 \times 10^{-23} \frac{J}{K} \times 333 K}{6,62 \times 10^{-34}} \times e^{-\frac{144,072 \frac{J}{mol}}{8,314 \frac{J}{mol \cdot K} \times 333 K}}$$

$$k = 7,31$$

1.2.3 Kapasitas produksi

Penentuan kapasitas produksi ini kami tinjau dari beberapa pertimbangan, antara lain:

A. Data impor dan ekspor

Data Impor adalah data kebutuhan natrium nitrat di Indonesia berasal dari luar negeri yang dapat dilihat pada Tabel 1. 2. Sedangkan untuk ekspor adalah hasil natrium nitrat yang di jual keluar negeri data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. 3.

Tabel 1. 2. Data Impor Natrium Nitrat

Tahun	Impor (ton/tahun)
2017	11.043
2018	7.750

Tahun	Impor (ton/tahun)
2019	4.892
2020	3.808
2021	3.142

Sumber: Badan Pusat Statistika, (2022)

Tabel 1. 3. Data Ekspor Natrium Nitrat

Tahun	Ekspor (ton/tahun)
2011	1,9
2012	21,6
2013	3,7
2014	3,6
2015	3,5

Sumber: Index Box, (2022)

B. Data konsumsi dalam negeri

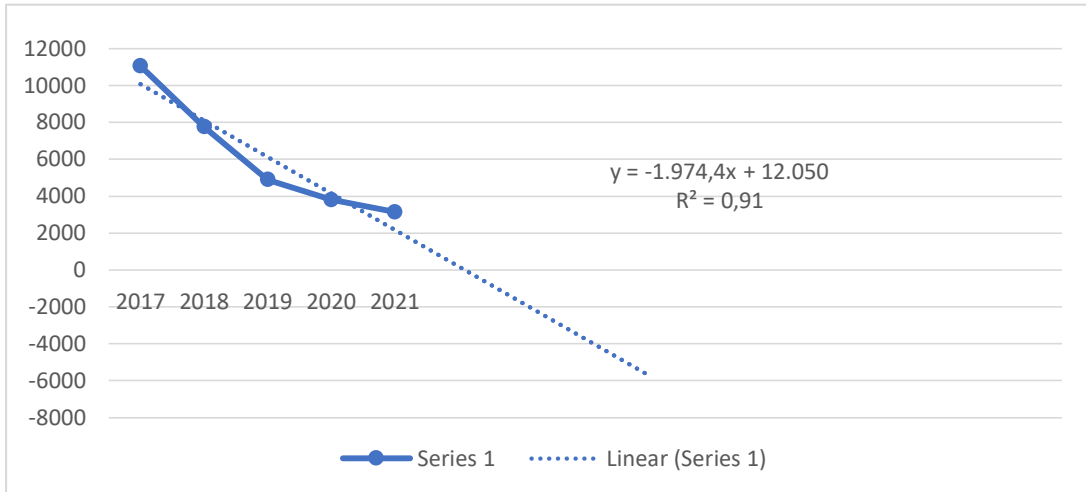
Untuk data produksi dalam negeri merupakan hasil kapasitas perusahaan natrium nitrat yang telah berdiri, dapat dilihat pada Tabel 1. 4. dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. 4. Data Konsumsi Dalam Negeri Natrium Nitrat

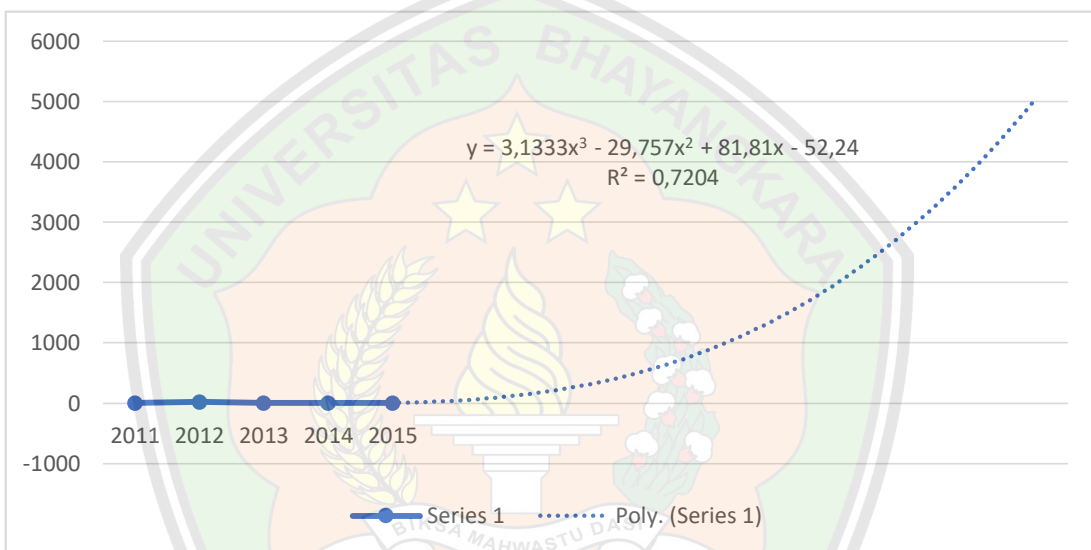
No.	Tahun	Kebutuhan (ton/tahun)
1.	2011	7.161
2.	2012	8.000
3.	2013	7.564
4.	2014	8.161
5.	2015	8.557

Sumber: Index Box, (2022)

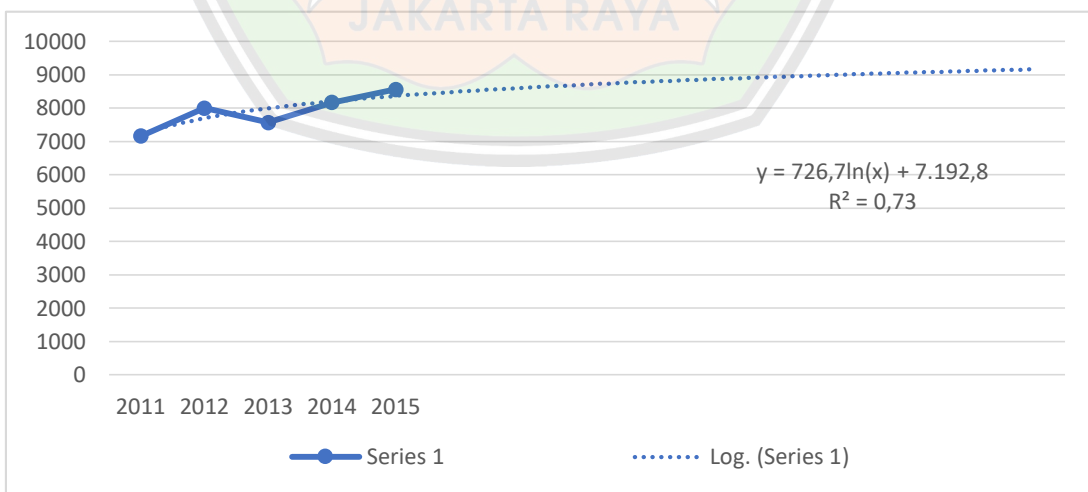
Berdasarkan data Impor, ekspor dan konsumsi natrium nitrat dilakukan beberapa pendekatan dan diperoleh pendekatan dengan proyeksi yang dapat dilihat pada Gambar 1. 1., Gambar 1. 2. dan Gambar 1. 3. sebagai berikut:



Gambar 1. 1. Grafik Impor Beberapa Pendekatan



Gambar 1. 2. Grafik Ekspor Beberapa Pendekatan



Gambar 1. 3. Grafik Konsumsi Beberapa Pendekatan

Setelah didapatkan persamaan grafik dari masing-masing proyeksi pendekatan didapatkan nilai sebagai berikut:

1. Nilai impor natrium nitrat tahun 2027

Dari pendekatan linear didapatkan persamaan garis lurus sebagai berikut:

$$y = -1.974,4x + 12.050$$

$$x = 6 \text{ (tahun ke-6 dari data terakhir)}$$

$$R = 0,9564$$

$$y_1 = M_1$$

Maka nilai impor pada tahun 2027 adalah:

$$M_1 = -1.974,4 (6) + 12.050$$

$$M_1 = 203,6 \text{ ton/tahun}$$

2. Nilai ekspor natrium nitrat tahun 2027

Dari pendekatan eksponensial didapatkan persamaan eksponensial pada orde 3 sebagai berikut:

$$y = 3,1333x^3 - 29,757x^2 + 81,81x - 52,24$$

$$x = 12 \text{ (tahun ke-12 dari data terakhir)}$$

$$R = 0,9564$$

$$Y_2 = M_4$$

Maka nilai impor pada tahun 2027 adalah:

$$M_4 = 3,1333 (12)^3 - 29,757 (12)^2 + 81,81 (12) - 52,24$$

$$M_4 = 2.058,8144 \text{ ton/tahun}$$

3. Nilai konsumsi dalam negeri natrium nitrat 2027

Dari pendekatan logaritmik didapatkan persamaan logaritmik sebagai berikut:

$$y = 726,7\ln(x) + 7.192,8$$

$$x = 12 \text{ (tahun ke-12 dari data terakhir)}$$

$$R = 0,9564$$

$$Y_2 = M_5$$

Maka nilai impor pada tahun 2027 adalah:

$$M_5 = 726,7 \ln(12) + 7.192,8$$

$$M_5 = 8.998,58 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas produksi natrium nitrat pada tahun 2027 dapat dihitung menggunakan rumus persamaan (kusnarjo, 2009).

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

Dimana,

$$M_1 = \text{Impor} = 203,60 \text{ ton/tahun}$$

$$M_2 = \text{Produksi dalam negeri} = 0$$

$$M_3 = \text{Produksi pabrik baru} = \text{dicari}$$

$$M_4 = \text{Ekspor} = 2.058,81 \text{ ton/tahun}$$

$$M_5 = \text{Konsumsi dalam negeri} = 8.998,58$$

Berdasarkan dari data diatas didapatkan nilai kapasitas produksi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} M_3 &= (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2) \\ &= (2.058,8144 + 8.998,58) - (203,6 + 0) \\ &= 10.853,7944 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Jadi untuk kapasitas pabrik natrium nitrat yang didirikan pada tahun 2027 adalah 11.000 ton/tahun. Digunakan untuk memenuhi kebutuhan natrium nitrat di Indonesia sebesar 10.853,7944 ton/tahun.