



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

I.1.1 Alasan Pendirian Pabrik

Pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia akan berdampak cepat pada berbagai disiplin ilmu. Salah satunya bekerja untuk industri lapangan Indonesia. Sebuah industri yang selalu berkembang dan akan terus berkembang, khususnya di bidang kimia. Mayoritas kebutuhan produksi berbagai sektor lainnya dipenuhi oleh industri kimia. Peran industri kimia akan semakin besar karena bahan baku dan bahan penolong sangat dibutuhkan dalam setiap industri. Salah satu bahan yang sering dimanfaatkan dalam industri adalah disodium phosphate heptahydrate.

Disodium phosphate memiliki rumus kimia Na_2HPO_4 adalah suatu senyawa fosfat yang merupakan intermediet produk (produk antara) yang banyak digunakan dalam industri kimia. Disodium Phosphat yang beredar di pasaran adalah senyawa fosfat yang mengandung hidrat. Produk disodium phosphat dapat dibagi menjadi beberapa produk berdasarkan molekul H_2O kristal yang terikat (hidrat) seperti : disodium phosphat anhidrat (murni, tanpa H_2O kristal), disodium phosphat dihidrat (2 molekul H_2O), disodium phosphat heptahidrat (7 molekul H_2O), dan disodium phosphat dodecahidrat (12 molekul H_2O). Disodium phosphat banyak dijumpai dalam bentuk hidrat yaitu disodium phosphat heptahidrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Disodium phosphate Heptahydrate biasa digunakan sebagai agen pembersih dalam industri sabun dan detergen. Selain itu, juga digunakan sebagai bahan aditif guna sebagai pengatur keasamaan seperti pada mentega. Dengan banyaknya kegunaan dari disodium phosphate heptahydrate, dapat diperkirakan bahwa bahan ini akan terus meningkat seiring tingginya produk industri yang dihasilkan.

Kebutuhan jumlah disodium phosphate heptahydrate yang dibutuhkan terus meningkat harus sebanding dengan tingginya produksi zat tersebut. Sehingga kebutuhan akan produk disodium phosphate heptahydrate dapat terpenuhi. Pasokan



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

disodium phosphate heptahydrate di Indonesia tidak dapat memenuhi permintaan domestik yang kuat, oleh karena itu negara ini terus mengimpor dari negara lain. Saat ini hanya ada satu fasilitas di Indonesia yang disebut PT. Petrocentral yang dapat memproduksi 65.000 ton disodium phosphate heptahydrate per tahun.

Ditinjau dari potensi bahan baku dan pasar sasaran, produksi disodium phosphate heptahydrate di Indonesia memiliki prospek pengembangan yang tinggi. Dengan demikian, dengan mendukung didirikannya pabrik yang memproduksi disodium phosphate heptahydrate di Indonesia, dengan tujuan utama adalah untuk memenuhi permintaan domestik negara, mengurangi ketergantungan pada impor, dan menciptakan pekerjaan baru untuk menurunkan tingkat pengangguran negara.

I.1.2 Sejarah Perkembangan Pabrik

Sejarah perkembangan pabrik disodium fosfat heptahidrat dimulai sejak seorang ahli kimia dari Jerman, Brand, pada tahun 1669. Beberapa garam dari senyawa fosfor telah ditemukan diantaranya Sodium Fosfat, Potassium Fosfat, Calcium Fosfat dan sebagainya umumnya dibentuk dari golongan unsur-unsur alkali. Tidak hanya itu, pada tahun 1842, dimana pemerintah Inggris memberikan penghargaan kepada John B. Lowes atas hasil karyanya yang telah berhasil membuat asam fosfat dari bone ash dan asam sulfat. Sejak saat itu industri asam fosfat berkembang secara pesat yang bertujuan untuk mendukung industri kimia lainnya. Dengan berkembangnya industri asam fosfat secara pesat maka berkembanglah industri turunan fosfat di negara Inggris seperti sodium fosfat (Miller, 1965).

Disodium Fosfat adalah suatu senyawa fosfat yang merupakan intermediet produk (produk antara) yang banyak digunakan dalam industri kimia. Nama lain dari disodium phosphate antara lain sodium phosphate dibasic, secondary sodium phosphate, sodium hydrogen phosphate atau sodium orthophosphate. Disodium phosphate memiliki rumus kimia Na_2HPO_4 . Senyawa ini merupakan bahan dasar pembuatan monosodium phosphate, sodium tripoliphosphate dan natrium triphosphate. Produk disodium fosfat dapat dibagi menjadi beberapa produk berdasarkan molekul H_2O kristal yang terikat (hidrat)



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

seperti : disodium phosphat anhydrat (murni, tanpa H₂O kristal), disodium phosphat dihidrat dengan 2 molekul H₂O, disodium phosphat heptahidrat dengan 7 molekul H₂O, dan disodium phosphat dodecahidrat dengan 12 molekul H₂O. Disodium phosphat banyak dijumpai dalam bentuk hidrat yaitu disodium phosphat heptahidrat / Na₂HPO₄·7H₂O (Ulmann, 1999).

I.1.3 Manfaat

Pendirian pabrik disodium phosphate heptahydrate ini diharapkan memiliki manfaat :

1. Dapat mengurangi ketergantungan dari negara lain karena kebutuhan permintaan Disodium Phosphate Heptahydrate dalam negeri dapat terpenuhi, sehingga menghemat devisa negara.
2. Dapat memacu pertumbuhan industri-industri khususnya yang memproduksi natrium karbonat dan asam fosfat, serta memacu pertumbuhan industri yang menggunakan disodium phosphate heptahydrate sebagai bahan baku maupun bahan pembantu.
3. Dapat meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produk disodium phosphate heptahydrate diekspor.
4. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

I.1.4 Penentuan Kapasitas Produksi

Kebutuhan disodium phosphate heptahydrate di Indonesia, mengalami fluktuasi berdasarkan permintaan pasar. Hal ini dapat dilihat pada tabel berikut :



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

Tabel I.2 Data Impor Disodium Phosphate Heptahydrate di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2019	3746,955
2020	4185,323
2021	4545,244
2022	5223,972
2023	7191,913

(Sumber : BPS, 2024)

Tabel I.2 Data Ekspor Disodium Phosphate Heptahydrate di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2019	1,350
2020	1,300
2021	4,000
2022	23,205
2023	89,537

(Sumber : BPS, 2024)

Data yang diperoleh pada Tabel 2 dan Tabel 3 dapat dihitung nilai prediksi perkembangan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pada tahun 2027 dengan persamaan discounted sebagai berikut:

$$F = P(1 + i)^n$$

F = Nilai pada tahun ke – n

P = Nilai pada tahun pertama

I = Pertumbuhan rata – rata

n = Selisih antara tahun pertama dengan tahun ke – n

Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diperoleh data prediksi impor dan ekspor dalam satuan ton/tahun pada tahun 2027 sebagai berikut :



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

$$\text{Perkiraan impor} = 7191,913(1 + 18,23)^5$$

$$= 16611,341 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Perkiraan ekspor} = 89,537(1 + 242,49)^5$$

$$= 42194,048 \text{ ton/tahun}$$

Di Indonesia sudah berdiri pabrik disodium phosphate heptahydrat yaitu PT. Petsicentral dengan kapasitas 65.000 ton/tahun yang berlokasi di Gresik, Jawa Timur (PT. Unggul Indah Cahata Tbl. 2007)

Tabel I.2 Data Konsumsi Disodium Phosphate Heptahydrate di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2018	32394
2019	38255
2020	48190
2021	50341
2022	69522

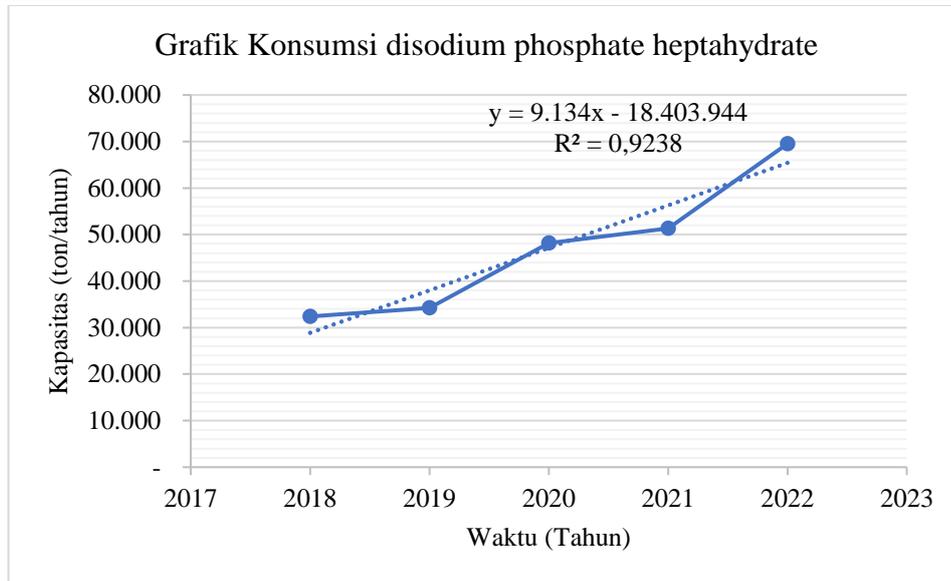
(Sumber : BPS, 2024)

Berdasarkan Tabel 4, untuk mendapatkan jumlah impor pada tahun 2027 digunakan program Microsoft Excel. Sehingga didapatkan grafik dan persamaan sebagai berikut:



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”



Gambar I.1 Konsumsi Disodium Phosphate Heptahydrate 2018 – 2023

Persamaan linier : $y = ax + b$

$$y = 9.134 x - 18.403,944$$

Konsumsi pada tahun 2027, maka $x = 2027$, sehingga didapat konsumsi pada tahun 2027 :

$$y = 9.134 x - 18.403,944$$

$$y = 9.134 (2027) - 18.403,944$$

$$y = 111079,8 \text{ ton/tahun}$$

Dari data prediksi impor, ekspor dan konsumsi, dapat ditentukan kebutuhan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pada tahun 2027 dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kebutuhan} = (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor})$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan} &= (\text{Konsumsi} + \text{Ekspor}) - (\text{Produksi} + \text{Impor}) \\ &= (111079,8 + 42.194,0883) - (65.000 + 16611,341) \\ &= 71.662, 507 \\ &= 75.000 \text{ ton / tahun} \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas produksi harian} = \frac{75.000 \text{ ton/tahun}}{330 \text{ hari/tahun}} = 227,2727 \text{ ton/hari}$$



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

Jadi direncanakan pabrik disodium phosphate heptahydrat pada tahun 2027 dengan kapasitas sebesar 75.000 Ton/Tahun.

Untuk memproduksi disodium phosphate heptahydrate harus diperhitungkan juga kapasitas produksi yang menguntungkan. Berikut merupakan kapasitas produksi secara komersial dari pabrik yang telah ada di dunia, sesuai dengan Tabel 5.

Tabel I.5 Kapasitas Produksi Disodium Phosphate Heptahydrate di Dunia

Pabrik	Kapasitas Produk (Ton/Tahun)
Shaanxi Dideu Medichem Co. Ltd. China	120.000
Hebei Yime New Material Technology Co., Ltd. China	100.000
Melford Laboratories Ltd. United Kingdom	390.000
Glentham Life Sciences Ltd. United States	250.000
Sisco Research Laboratories Pvt. Ltd. India	90.000

(Chemical Book, 2023)

Pertimbangan kapasitas dilihat dari beberapa pabrik yang sudah berdiri beberapa pabrik yang sudah berdiri pada Tabel 6 berikut:

Tabel I.6 Daftar Pabrik yang Memanfaatkan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Perusahaan	Produk	Lokasi
PT. Graha Jaya Pratama Kinerja	Detergen	Jakarta Barat, DKI Jakarta
PT. Sayap Mas Utama	Detergen	Tangerang, Banten
PT. Golden Harvest Coaca	Mentega	Serang, Banten
PT. South Pacific Viscose	Tekstil	Purwakarta, Jawa Barat
PT. Kewalram Indonesia	Tekstil	Bandung, Jawa Barat
PT. Siskem Aneka Indonesia	Pengolahan Air	Bekasi, Jawa Barat

(kemenperin.go.id, 2024)



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

I.2 Sifat Fisik dan Kimia

I.2.1 Bahan Baku

A. Natrium Karbonat

- Sifat Fisik
 - Nama lain : Soda ash, soda abu, sodium carbonate
 - Warna : Putih
 - Bau : Tidak berbau
 - Bentuk : Serbuk
 - Specific gravity : 2,533 gr/cc
 - Melting point : 851°C (1 atm)
 - Boiling point : Terdekomposisi diatas 851°C
 - Freezing point : -17,5°C (pada keadaan 75% berat)
 - Solubility : 50,5 gr/100gr H₂O pada 30°C

(Chemicaland21, Wikipedia, Perry ed 7; 1999)
- Sifat Kimia
 - Rumus molekul : Na₂CO₃
 - Berat molekul : 106 gr/gmol
 - Reaksi antara *sodium carbonate* dan kalsium hidroksida akan menghasilkan kalsium karbonat dan natrium hidroksida
 - Semua karbonat akan cepat bereaksi dengan asam kuat membentuk garam karbonat

- Spesifikasi Bahan

Komposisi Kimia Natrium Karbonat PT. SREE Int. Indonesia

No	Komposisi	%Berat
1.	Na ₂ CO ₃	99,7%
2.	NaCl	0,20 %
3.	H ₂ O	0,10%
Total		100%



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

B. Asam Fosfat

- Sifat Fisik
 - a. Nama lain : Phosphoric acid
 - b. Warna : Tidak berwarna atau bening
 - c. Bau : Berbau seperti fosfor
 - d. Bentuk : Liquid
 - e. Specific gravity : 1,834 gr/cc pada 18,2°C
 - f. Melting point : 42,35°C
 - g. Boiling point : 213°C
 - h. Freezing point : -17,5°C (pada keadaan 75% berat)

(Chemicaland21, Wikipedia, Perry ed 7; 1999)
- Sifat Kimia
 - a. Rumus molekul : H_3PO_4
 - b. Berat molekul : 98 gr/gmol
 - c. Panas pembentukan : -300,74 Kcal/gmol
 - d. Panas pelarutan : 2,79 Kcal/gmol
 - e. Komposisi : $\pm 75\%$
 - f. Akan berubah menjadi anhydrate pada suhu 150°C
 - g. Akan berubah menjadi pyro phosphoric acid pada suhu 200°C
 - h. Akan berubah menjadi meta phosphoric pada suhu 300°C
 - i. Kristal pada suhu 30°C mempunyai komposisi $2H_3PO_4.H_2O$ yang merupakan tribasis
- Spesifikasi Bahan
Komposisi Kimia Asam Fosfat PT. Petrokimia Gresik

No	Komposisi	%Berat
1.	H3PO4	65%
2.	H2O	35 %
Total		100%



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

I.2.2 Spesifikasi Produk

A. Dissodium Phosphate Heptahydrate (Produk Utama)

- Sifat Fisik
 - a. Nama lain : Sodium phosphate dibasic heptahydrate
 - b. Warna : Tidak berwarna
 - c. Bentuk : Kristal
 - d. Specific gravity : 1,679 gr/cc
 - e. Melting point : 48,1°C
 - f. Solubility : 185 gr/100 gr H₂O pada 40°C

(Chemicaland21, Perry ed 7; 1999)
- Sifat Kimia
 - a. Rumus molekul : Na₂HPO₄.7H₂O
 - b. Berat molekul : 268.07 gr/gmol

(Perry ed 8, 2008)

- Spesifikasi Bahan

No	Komposisi	%Berat
1	Na ₂ HPO ₄ .7H ₂ O	94,36%
2	Na ₂ HPO ₄	0,06%
3	Sisa Na ₂ CO ₃	2,20%
4	Sisa H ₃ PO ₄	1,18%
5	H ₂ O	2,20%
Total		100%

B. Karbon Dioksida (Produk Samping)

- Sifat Fisik
 - a. Nama lain : Karbon Anhidrida
 - b. Warna : Tidak berwarna
 - c. Bentuk : Liquid
 - d. Specific gravity : 1,101 (fase liquid dengan suhu -87°C)
1,53 (fase gas)
 - e. Melting point : -56,6°C (tekanan 5,2 atm)



Pra Rencana Pabrik

”Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat Dan Asam Fosfat Dengan *Scraped Surface Crystallizer* Menggunakan Proses Kristalisasi”

-
-
- f. Boiling point : $-78,5^{\circ}\text{C}$
 - g. Kelarutan : $179,7 \text{ cc}/100 \text{ gr air (suhu } 0^{\circ}\text{C)}$
 $90,1 \text{ cc}/100 \text{ gr air (suhu } 20^{\circ}\text{C)}$

(Chemicaland21, Perry ed 7; 1999)

- Sifat Kimia
 - a. Rumus molekul : CO_2
 - b. Berat molekul : 44 gr/gmol
 - c. Terdiri dari dua ikatan rangkap dan mempunyai bentuk linier
 - d. Apabila teroksidasi sepenuhnya, ia tidak aktif dan tidak mudah terbakar
 - e. Dapat dibuat dari pembakaran bahan organik apabila cukup oksigen
 - f. Kadar produk : (FAO)
Kadar karbon dioxide = minimal 99%

(Perry ed 8, 2008)

I.3 Kegunaan Produk Dissodium Phosphate Heptahydrate

Berikut ini kegunaan produk Dissodium Phosphate Heptahydrate sebagai bahan baku maupun bahan pembantu di industry :

1. Industry sabun dan detergen : Sebagai bahan baku pembantu
2. Industry makanan : Sebagai bahan aditif pada makanan
3. Industry minuman : Sebagai bahan pembantu
4. Industry kimia lainnya : metal cleaning, pengolahan air, dll