



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di Indonesia yang semakin pesat akan berpengaruh pada berbagai bidang. Salah satunya yaitu pada bidang Industri di Indonesia. Industri yang selalu berkembang dan terus melakukan pembaruan yaitu industri kimia. Industri kimia yang sebagian besar memenuhi kebutuhan produksi berbagai industri lainnya. Di setiap industri pasti akan dibutuhkan bahan baku dan bahan penunjang, sehingga peran dari industri kimia akan terus meningkat. Salah satu bahan yang banyak digunakan 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 disodium phosphate heptahydrate yang terus meningkat harus seimbang dengan tingginya produksi dari disodium phosphate heptahydrate, sehingga kebutuhan akan produk disodium phosphate heptahydrate dapat terpenuhi. Tingginya permintaan di dalam negeri belum dapat diimbangi dengan ketersediaan



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

disodium phosphate heptahydrate di Indonesia sehingga Indonesia masih melakukan impor dari berbagai negara. Hingga saat ini, terdapat satu pabrik yang memproduksi disodium phosphate heptahydrate di Indonesia yaitu PT. Petrocentral dengan kapasitas produksi 65.000 ton/tahun.

Produksi disodium phosphate heptahydrate di Indonesia memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan bila ditinjau dari potensi bahan baku maupun target pasar. Sehingga hal tersebut mendukung didirikannya pabrik penta sodium disodium phosphate heptahydrate di Indonesia dengan tujuan utama yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang cenderung akan semakin meningkat di setiap tahunnya, mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri, dan membuka lapangan kerja baru untuk mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia.

I.1.1 Sejarah Perkembangan Pabrik Disodium Phospahte Heptahydrate

Sejarah perkembangan pabrik disodium phosphat heptahydrat dimulai sejak seorang ahli kimia dari Jerman, Brand, pada tahun 1669. Beberapa garam dari senyawa fosfor telah ditemukan diantaranya Sodium Phospat, Potassium Phospat, Calcium Phospat 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 fospat dari bone ash dan asam sulfat. Sejak saat itu industri asam fospat berkembang secara pesat yang bertujuan untuk mendukung industri kimia lainnya. Dengan berkembangnya industri asam fospat secara pesat maka berkembanglah industri turunan phosphat di negara Inggris seperti sodium phosphat (Miller, 1965).

Disodium Phosphat adalah suatu senyawa phosphat 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 phosphat 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 Proses Kristalisasi”

seperti : disodium phosphat anhidrat (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.2 Kegunaan Produk

Berikut kegunaan dari Disodium Phosphate Heptahydrate untuk mendukung proses di Industri lain :

1. Disodium phosphate dicampur dengan monosodium phosphate digunakan untuk membuat larutan buffer campuran
2. Disodium phosphate digunakan pada pengolahan air umpan boiler
3. Disodium phosphate digunakan pada deterjen dan pembersih, dan penyiapan bahan pakan mineral.
4. Dalam industri makanan, digunakan dalam produksi susu seperti susu bubuk dan krim
5. Dalam industri tekstil, digunakan dalam pembobotan sutera
6. Disodium phosphate digunakan sebagai bahan awal untuk produksi tetranatrium difosfat

I.3 Aspek Ekonomi

Disodium phosphate heptaydrate merupakan bahan baku utama atau bahan baku penunjang pada beberapa sektor industri. Disodium phosphate heptaydrate dapat digunakan sebagai reagen dalam pengolahan air umpan boiler, sebagai sumber alkalinity untuk mencegah korosi dan terbentuknya kerak. Selain itu disodium phosphate heptaydrate memiliki kegunaan lain yaitu bahan baku pada industri detergen. Disodium phosphate heptaydrate memiliki aplikasi ke berbagai industri, namun masih belum banyak pabrik di Indonesia yang memproduksinya. Selain itu, bahan baku berupa natrium karbonat dan asam fosfat cukup banyak tersedia untuk memproduksi disodium phosphate heptaydrate. Selama ini kebutuhan disodium phosphate heptaydrate di Indonesia dipenuhi oleh beberapa



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

negara pengimport. Data Import disodium phosphate heptaydrate dari tahun 2018 – 2023 dapat dilihat di **Tabel I.2**.

I.3.1 Harga Bahan Baku dan Produk

Tabel I.1 Harga Bahan Baku dan Produk

No	Bahan	Harga (US, \$/kg)*	Harga (Rp/kg)
1.	Natrium Karbonat	0.35 ¹⁾	5.328
2.	Asam Fosfat	–	11.600 ²⁾
3.	Disodium Phosphate Heptaydrate	1.020 ³⁾	15. 527

I. 1) *Manufacturer Dideu Industries Group Limited*; 2) PT. Petrokimia Gresik; 3) *Manufacturer Hebei Yime New Material Technology Co., Ltsd*

II. *Kurs 1 US \$ = Rp 15.223

I.3.2 Penentuan Kapasitas Produksi

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

Tabel I.2 Data Impor Disodium Phosphate Heptahydrate di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2018	3746,955
2019	4185,323
2020	4545,244
2021	5223,972
2022	7191,913

(Sumber : BPS, 2023)

Tabel I.3 Data Ekspor Disodium Phosphate Heptahydrate di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)
2018	1,350
2019	1,300
2020	4,000
2021	23,205
2022	89,537

(Sumber : BPS, 2023)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

Data yang diperoleh pada **Tabel I.2 dan I.3** dapat dihitung nilai prediksi perkembangan $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pada tahun 2026 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 2026 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Perkiraan impor} &= 7191,913 (1 + 18,23)^5 \\ &= 16611,341 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perkiraan ekspor} &= 89,537 (1 + 242,49)^5 \\ &= 42194,048 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

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

Tabel I.4 Data Konsumsi Disodium Phosphate Heptahydrate di Indonesia

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

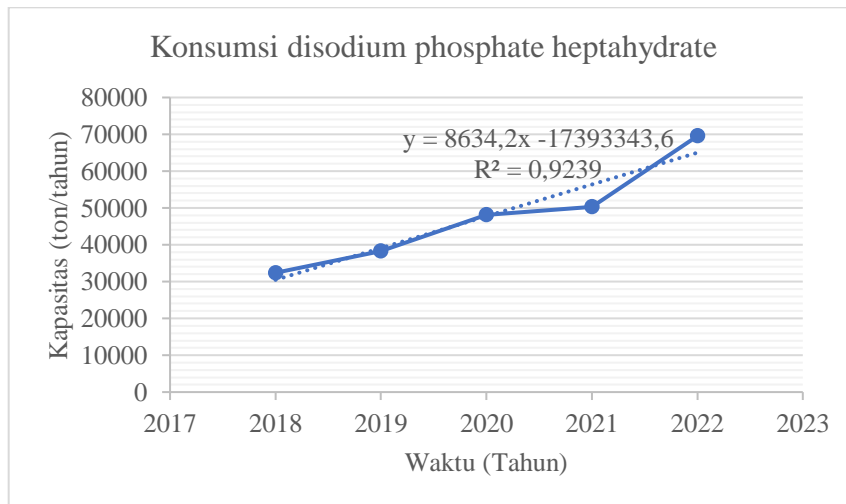
(Sumber : BPS, 2023)

Berdasarkan **Tabel I.4**, untuk mendapatkan jumlah impor pada tahun 2026 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 Proses Kristalisasi”



Gambar I.1 Konsumsi Disodium Phosphate Heptahydrate 2018-2023

Persamaan linier : $y = ax + b$

$$y = 8634,2x - 17393343,6$$

Konsumsi pada tahun 2026, maka $x = 2026$, sehingga didapat konsumsi pada tahun 2026 :

$$y = 8634,2x - 17393343,6$$

$$y = 8634,2 \cdot (2026) - 17393343,6$$

$$y = 99545,6 \text{ ton/tahun}$$

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 2026 dengan persamaan sebagai berikut :

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

Maka,

$$\text{Kebutuhan} = (99545,6 + 42194,048) - (65.000 + 16611,341)$$

$$= 60128,307 \text{ ton/tahun}$$

$$\approx 60.000 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas produksi harian} = \frac{60.000 \text{ ton/tahun}}{330 \text{ hari/tahun}} = 182,207 \text{ ton/hari}$$

Jadi direncanakan pabrik disodium phosphate heptahydrat pada tahun 2025 dengan kapasitas sebesar 60.000 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 I.5**



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

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
Glenthams 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 I.6** berikut:

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

Sebagai Bahan Baku

Perusahaan	Produk	Lokasi
PT. Graha Jaya Pratama Kinerja	Detergen	Jakarta Barat, DKI Jakarta
PT. Sayap Mas Utama	Detergen	Tangerang, Banten
PT. Golden Harvest Coaca Indonesia	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, 2023)

I.4 Sifat Fisik dan Kimia

I.4.1 Bahan Baku

A. Natrium Karbonat

a. 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



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

- h. Freezing Point : $-17,5^{\circ}\text{C}$ (pada keadaan 75% berat)
- i. Solubility : 50,5 gr/100 gr H₂O pada 30°C
48,5 gr/100 gr H₂O pada 104°C

(Chemicalland21, Wikiperia, Perry ed 7; 1999)

- Sifat Kimia
 - a. Rumus Molekul : Na₂CO₃
 - b. Berat Molekul : 106 gr/gmol
 - c. Reaksi antara *sodium carbonat* dan kalsium hidroksida akan menghasilkan kalsium karbonat dan natrium hidroksida.
 - d. 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	99,07%
2.	Impuritis	0,20%
3.	H ₂ O	0,10%
Total		100%

B. Asam Fosfat

- Sifat Fisik
 - a. Nama Lain : Phosporic Acid
 - b. Warna : tidak berwarna (bening)
 - c. Bau : berbau seperti fosfor
 - d. Bentuk : liquid
 - e. Specific Gravity : 1,834 gr/cc pada $18,2^{\circ}\text{C}$
 - f. Melting Point : $42,35^{\circ}\text{C}$
 - g. Boiling Point : 213°C
 - h. Freezing Point : $-17,5^{\circ}\text{C}$ (pada keadaan 75% berat)

(Chemicalland21, Wikipedia & Perry ed 7; 1999)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

- Sifat Kimia
 - a. Rumus Molekul : H_3PO_4
 - b. Berat Molekul : 98 g/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 $150^\circ C$
 - g. Akan berubah menjadi pyro phosphoric acid pada suhu $200^\circ C$
 - h. Akan berubah menjadi meta phosphoric pada suhu $300^\circ C$
 - i. Kristal pada suhu $30^\circ C$ mempunyai komposisi $2H_3PO_4 \cdot H_2O$ yang merupakan tribasis

- Spesifikasi Bahan

Komposisi Kimia Asam Fosfat PT. Petrokimia Gresik

No.	Komposisi	% Berat
1.	H_3PO_4	65%
2.	H_2O	35%
Total		100%

I.4.2 Spesifikasi Produk

A. Disodium 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
 - e. Melting Point : $48,1^\circ C$
 - f. Solubility : 36 gr/100 gr H_2O pada $35^\circ C$
2000 gr/100 gr H_2O pada $100^\circ C$

(Chemicalland21, Perry ed 7; 1999)



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

- Sifat Kimia
 - a. Rumus Molekul : $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 - b. Berat Molekul : 268.07 g/gmol
 - c. Beberapa reaksi hidrasi :
 - 1) $2\text{NaHPO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O}$ T=240⁰C
 - 2) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2$ T=92.5⁰C
 - 3) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$ T=48⁰C
 - 4) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$ T=25⁰C
 - 5) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_4 + 12\text{H}_2\text{O}$ T=120⁰C
 - d. Reaksi yang lain :
 - 1) $\text{NaO} + 2\text{NaHPO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{P}_2\text{O}_{10} + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 2) $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Na}_3\text{PO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 - 3) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow 2\text{NaH}_2\text{PO}_4$

(Perry ed 8, 2008)

B. Karbon Dioksida (Produk Samping)

- Sifat Fisik
 - a. Nama Lain : Karbon Anhidrida
 - b. Warna : tidak berwarna
 - c. Bentuk : gas
 - d. Specific Gravity : 1,101 (fase liquid dengan suhu -87⁰C)
1,53 (fase gas)
 - e. Melting Point : -56, 6⁰C (tekanan 5,2 atm)
 - f. Boiling Point : -78,5⁰C
 - g. Kelarutan : 179,7 cc/100 gr air (suhu 0⁰C)
90,1 cc/100 gr air (suhu 20⁰C)
- (Chemicaland21, Perry ed 7; 1999)
- Sifat Kimia
 - a. Rumus Molekul : CO_2
 - b. Berat Molekul : 44 g/gmol
 - c. Terdiri dari dua ikatan rangkap dan mempunyai bentuk linier



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Disodium Phosphate Heptahydrate dari Natrium Karbonat dan Asam Fosfat dengan Proses Kristalisasi”

- 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)