



## **Pra Rencana Pabrik**

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

---

# **BAB I PENDAHULUAN**

## **I.1 Latar Belakang**

Industri kimia adalah salah satu sektor yang mendapat prioritas pengembangan karena mampu memberikan kontribusi yang signifikan bagi perekonomian nasional. Sebab, bahan-bahan kimia merupakan komoditas yang strategis untuk digunakan sebagai bahan baku di berbagai sektor industri lainnya. Kapasitas industri nasional untuk produk-produk kimia impor tersebut masih sangat signifikan hingga 4,6 juta ton per tahun 2020. Hal ini mengindikasikan masih diperlukannya upaya peningkatan kapasitas produksi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (Kemenperin, 2022). Salah satu bahan kimia yang banyak dibutuhkan di industri kimia Indonesia adalah asam phosphate. Asam fosfat dengan rumus kimia  $H_3PO_4$  dikenal dengan nama dagang Orthophosphoric acid. Terdiri atas tiga komponen atom yaitu fosfor, oksigen, dan hidrogen. Komposisi utama yang terkandung dalam asam phosphate adalah fosfor yang didapat dari batuan phosphate alam. Asam fosfat murni berbentuk padatan kristal, pada konsentrasi rendah berbentuk cairan sirup yang tidak berwarna. Pada industri asam fosfat banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk. Selain itu, asam fosfat juga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan detergen, pembersih lantai, insektisida, industri makanan seperti pembuatan lysine dan MSG.

## **I.2 Perkembangan Industri Asam Phosphate**

Penemuan unsur phosphate oleh Hennig Brandt di Jerman pada tahun 1669 menjadi awal pertumbuhan industri berbasis dasar phosphate. Satu abad setelahnya, pada tahun 1775 ahli kimia datang dari Swedia bernama Carl Wilhem Scheele dan Johan Gottlieb Gahn mencoba melakukan pencampuran fosfor dalam bentuk abu tulang ke dalam larutan asam sulfat dan menjadi asam phosphate. Hal ini menandai awal mula proses modern produksi asam phosphate. Pada akhir



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

---

abad ke- 18, Bernard Pelletier mulai membuat pabrik phosphate dalam jumlah yang besar menggunakan proses baru yang diusulkan oleh Scheele dan Gahn. Total produksi fosfor saat ini sekitar 3200 ons per tahun dan mencerminkan pasar kecil.

Tulang menjadi semakin sulit untuk didapatkan dikarenakan penggunaan tulang begitu hebat di Inggris. Sejak tahun 1870 dan seterusnya, Albright dan Wilson mengimpor batuan fosfat yang berasal dari Hindia Barat. Asam phosphate baru diproduksi pertama kali secara komersial dimulai sekitar tahun 1850. Hal ini merupakan awal pertumbuhan industri asam phosphate yang akan berkembang menjadi dasar industri pupuk. Pada 1914, Albright dan Wilson mendirikan pabrik pupuk di Oldbury Inggris yang memproduksi asam phosphate dalam skala besar (Gilmour, 2014). Sumber utama asam phosphate adalah endapan mineral pada batuan phosphate. Terdapat dua proses utama pembuatan asam phosphate secara komersial:

### a. Wet Process

Pabrik asam phosphate proses basah (wet process) pertama kali dibangun antara Perang Dunia I dan Perang Dunia II dengan kapasitas produksi mencapai 20-50 ton  $P_2O_5$  per hari. Pada tahun 1933 Nordengreen mempatenkan pembentukan Kristal Hemi-hydrate dan anhydrate  $P_2O_5$  tinggi.

Awalnya asam phosphate dibuat dengan proses dihydrate namun pada perkembangannya terdapat beberapa rute proses pengembangan lainnya, antara lain:

1. Dihydrate Process (DH)
2. Hemihydrate Process (HH)
3. Hemihydrate Recrystallisation (HRC)
4. Dihydrate – Hemihydrate (DH/HH)
5. Hemihydrate - Dihydrate (HH/DH)

Pada wet proses, batuan phosphate yang telah dihancurkan dengan ball mill direaksikan dengan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Hasil reaksi ini merupakan campuran



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

---

liquida asam phosphate dan solid gypsum, campuran tersebut kemudian dipisahkan selanjutnya larutan  $H_3PO_4$  dipekatkan dalam evaporator.

### b. Thermal Process

Pada proses ini menggunakan elektrik furnace, batuan phosphate dicampur dengan cake silica kemudian direduksi pada suhu tinggi menjadi elemen phosphor. Hasil dari oksidasi phosphor oleh udara yang diikuti hidrasi  $P_2O_5$  menghasilkan asam phosphate.

### I.3. Kegunaan Produk

Selama ini hampir 90% asam fosfat dikonsumsi oleh industri-industri pupuk seperti pupuk TSP, STPP sedangkan sisanya dikonsumsi industri makanan, minuman, pakan ternak, cat dan lain-lain. Perkembangan industri-industri tersebut menyebabkan peningkatan kebutuhan asam fosfat di dalam negeri. Manfaat dan kegunaan asam phosphate, antara lain :

#### 1. Industri pupuk

90% total konsumsi asam fosfat dunia digunakan untuk pembuatan pupuk, diantaranya *triple superphosphate* (TSP), *diamonium hydrogenphosphate* (DAP) dan *monoammonium dihydrogenphosphate* (MAP).

#### 2. Industri Sodium Tri Poly Phosphate (STPP)

Asam fosfat juga dikonsumsi oleh industri untuk pembuatan STPP. Senyawa ini merupakan salah satu turunan dari senyawa fosfat.

#### 3. Industri Kesehatan

Asam fosfat juga digunakan pada bidang kedokteran, yaitu untuk perawatan gigi. Dicampur dengan *zinc powder*, asam fosfat digunakan untuk membuat *zinc phosphate*. *Zinc phosphate* sendiri digunakan sebagai semen gigi yang bersifat sementara.

#### 4. Industri Minyak Goreng

Di dalam industry minyak goreng, asam fosfat dibutuhkan sebagai degumming yaitu bahan yang digunakan untuk menghilangkan kandungan fosfatida. Untuk



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

---

mendapatkan minyak goreng dari CPO (Crude Palm Oil) umumnya dilakukan dengan proses fraksinasi yaitu memisahkan stearin dan olein dalam CPO. Selanjutnya dilakukan netralisasi dengan menggunakan alkali lemah, bleaching dan proses deodorizing. Proses netralisasi dengan alkali dimaksudkan untuk menghilangkan pengaruh dari asam fosfat pada saat menghilangkan kandungan fosfatida. Bleaching itu sendiri dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh minyak goreng yang jernih dan mengurangi bau yang tidak disukai pada minyak goreng tersebut.

5. Asam fosfat digunakan sebagai rust remover atau bahan kimia penghilang pada permukaan logam
6. Dalam proses produksi karbon aktif, asam fosfat dimanfaatkan sebagai bahan kimia pengoksidasi.

### I.4 Perencanaan Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi suatu pabrik ditetapkan sesudah mengetahui peluang kapasitas yang jumlahnya sangat dipengaruhi oleh nilai impor, ekspor, produksi dan konsumsi setiap tahunnya atau perkembangan industri untuk kurun waktu tertentu. Data-data tersebut diharapkan tersaji pada lima tahun terakhir untuk mendapatkan data yang lebih tepat atau mendekati kenyataan. Setelah jumlah peluang kapasitas diketahui maka kapasitas pabrik dapat ditetapkan dengan berorientasi pada : pasar atau konsumen, investasi, bahan baku dan kapasitas optimal reaktor. Peluang kapasitas dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$m_1+m_2+m_3=m_4+m_5\dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

$m_1$  = nilai impor pada tahun rencana pabrik didirikan (=0)

$m_2$  = produksi pabrik dalam negeri (=0)

$m_3$  = kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)

$m_4$  = nilai ekspor pada tahun rencana pabrik didirikan (ton)

$m_5$  = nilai konsumsi dalam negeri pada tahun rencana pabrik didirikan (ton)



### Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

Dalam penentuan perkiraan jumlah konsumsi dan ekspor pada tahun dimana pabrik rencana didirikan dapat dihitung dengan persamaan :

$$m=P(1+i)^n \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

m = jumlah prodik pada tahun rencana pabrik didirikan

P = data besarnya impor atau ekspor pada tahun terakhir

i = rata-rata kenaikan tiap tahun

n = selisih tahun

(Kusnarjo, 2010)

Kebutuhan asam phosphate di Indonesia selain terpenuhi dari produksi dapam negeri juga dipenuhi dengan impor dari berbagai negara. Dalam penentuan kapasitas produkdi yang akan direncanakan, dibutuhkan data impor dan ekspor produk asam phosphate di Indonesia. Data impor dan ekspor didapatkan dari Badan Pusat Statistika pada tahun 2023.

Tabel I.1 Data Impor dan Ekspor Asam Phosphate tahun 2018-2022 di Indonesia

Tahun	Ekspor		Impor	
	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
2018	10,5706	0	39.771,424	0
2019	17,7	67,4456%	40.804,406	2,5973%
2020	25,801	45,7684%	42.110,767	3,2015%
2021	32,492	25,9331%	50.912,298	20,9009%
2022	59,561	83,3097%	52.975,272	4,0520%
Rata-rata (%)	29,2249	55,6142%	45.314,8334	7,6879%
Rata-rata (i)		0,556142		0,076879

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2023)



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

Pabrik asam phosphate rencana akan didirikan pada tahun 2026. Berdasarkan tabel tersebut, dengan menggunakan persamaan (2) dapat dihitung perkiraan konsumsi pada tahun 2026 sebesar :

$$\begin{aligned}m_5 &= P(1+i)^n \\ &= 52.975,272 (1+0,076879)^4 \\ &= 90.231,6450 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan tabel I.1 didapatkan rata-rata pertumbuhan ekspor tiap tahun sebesar 55,6142% maka dapat diperkirakan jumlah ekspor pada tahun 2026 dengan menggunakan persamaan (2) sebesar :

$$\begin{aligned}m_4 &= P(1+i)^n \\ &= 59,561 (1+0,556142)^4 \\ &= 349,2680 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat dihitung kapasitas pabrik Asam Phosphate pada tahun 2026 adalah :

$$\begin{aligned}m_1+m_2+m_3 &= m_4+m_5 \\ m_3 &= (m_4+m_5) - (m_1+m_2) \\ &= (349,2680+90.231,6450) - (0+0) \\ &= 90.580,9130 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Dari perhitungan peluang kapasitas produksi maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik baru sebesar 90.580,9130 ton/tahun. Tetapi memperhatikan efisiensi dari spesifikasi alat, maka diambil kapasitas sebesar 30.000 ton/tahun.

## I.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

### I.5.1 Spesifikasi Bahan Baku

#### 1. Phosphate Rock

##### A. Sifat Fisika

- 1) Rumus molekul :  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- 2) Berat molekul : 310,1828 g/gmol
- 3) Warna : putih keruh



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

- 4) Bentuk : padat
- 5) Specific gravity : 3,140
- 6) Titik leleh : 1670 °C

(Kirk&Othmer, 1998)

### Komposisi Phosphate Rock

No	Komposisi	% Berat
1.	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	65,52
2.	$\text{CaF}_2$	10,32
3.	$\text{CaCO}_3$	11,36
4.	$\text{SiO}_2$	7
5.	Impuritis	5,8
Total		100

(Sumber: Alibaba)

## 2. Asam Sulfat

### B. Sifat Fisika

- 1) Rumus molekul :  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- 2) Berat molekul : 98,08 g/mol
- 3) Warna : tidak berwarna
- 4) Bentuk : cair
- 5) Bau : menyengat
- 6) Titik didih : 340 °C
- 7) Titik lebur : 10,49 °C
- 8) Specific gravity : 1,834

(Perry 8<sup>th</sup> ed, 2008)

### C. Sifat Kimia

- 1) Kelarutan : larut dalam air pada suhu 20°C
- 2) Korosi : dapat korosif terhadap logam
- 3) Kebakaran : tidak terbakar tetapi asam sulfat pekat



## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

- bersifat oksidator yang dapat menimbulkan kebakaran apabila kontak dengan zat organik
- 4) Reaktivitas : mengalami penguraian apabila terkena panas (Anonim, 2017, “MSDS *Sulfuric Acid*”)

### Komposisi Asam Sulfat

No	Komposisi	% Berat
1.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98
2.	H <sub>2</sub> O	2
Total		100

(PT. Petrokimia Gresik)

## I.5.2 Spesifikasi Produk Utama

### 1. Asam Phosphate

#### A. Sifat Fisika

- 1) Rumus molekul : H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
- 2) Berat molekul : 98 g/mol
- 3) Warna : tidak berwarna
- 4) Bentuk : cair
- 5) Titik didih : 213 °C
- 6) Titik lebur : 42,35 °C
- 7) Specific gravity : 1,834

(Perry 8<sup>th</sup> ed, 2008)

#### B. Sifat Kimia

- 1) Kelarutan : larut dalam air pada suhu 20°C
- 2) Korosi : dapat korosif terhadap logam

(Anonim, 2017, “MSDS *Phosphoric Acid*”)





## Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Phosphoric Acid dari Phosphate Rock dan Sulfuric Acid dengan Proses Wet Hemihydrate - Dihydrate”

---

### I.5.3 Spesifikasi Produk Samping

#### 1. Gypsum

Rumus molekul	: $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	: 172,1722 g/gmol
Bentuk	: serbuk putih
Titik didih	: 1450 °C
Titik leleh	: 2850 °C
Specific gravity	: 2,32 – 2,96

(MSDS, “Gypsum”, 2023)

#### 2. Asam Fluosilika

Rumus molekul	: $\text{H}_2\text{SiF}_6$
Berat molekul	: 144,08 g/mol
Bau	: Asam, tajam
Densitas	: 1,22 – 1,46 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	: 20 °C
Titik didih	: 105°C
Kelarutan	: Larut dalam air

(MSDS, “Hydrofluosilicic Acid”, 2023)