



PRA RANCANGAN PABRIK

**“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penduduk negara Indonesia setiap tahunnya bertambah semakin pesat, hal ini sangat berpengaruh terhadap kebutuhan primer, sekunder, maupun tersier dari setiap penduduknya. Kebutuhan tersebut dapat diatasi dengan memanfaatkan sumber daya alam Indonesia yang sangat melimpah. Indonesia merupakan negara berkembang yang dikenal sebagai negara agraris karena sebagian besar penduduknya hidup dari sektor pertanian dan sektor terkait. Pertanian merupakan salah satu sumber utama mata pencaharian maupun sumber devisa negara melalui ekspor produk pertanian. Oleh karena itu, pemerintah sangat memperhatikan sektor pertanian dan berusaha meningkatkan produktivitas dan kualitas produk pertanian untuk memenuhi kebutuhan domestik dan permintaan pasar global. Kondisi tanah di Indonesia menjadi salah satu faktor utama yang harus diperhatikan dari sistem pertanian karena sebagian besar lahan pertanian di Indonesia merupakan lahan dengan kandungan asam yang tinggi, sehingga dibutuhkan penyuburan lahan pertanian dengan pemberian pupuk tanaman dalam skala besar untuk melengkapi kandungan nutrisi pada tanah yang dapat memperkuat sistem akar, memperbaiki kualitas buah dan sayuran, serta mempercepat pertumbuhan tanaman.

Pupuk fosfat merupakan salah satu jenis pupuk yang sangat penting bagi pertanian di Indonesia karena memiliki peran penting dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas produk pertanian. Pupuk ini mengandung unsur fosfor (P) yang sangat berguna bagi tumbuhan karena berfungsi untuk merangsang pertumbuhan akar terutama pada awal-awal pertumbuhan, mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah. Fosfor (P) dalam pupuk berasal dari asam fosfat yang merupakan salah satu unsur hara makro, artinya unsur ini dibutuhkan oleh tanaman dalam jumlah besar. Sehingga, salah satu pupuk pertanian yang banyak dikonsumsi merupakan pupuk yang mengandung fosfor (P) seperti pupuk



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

NPK, DSP, TSP, SP-36, PHONSKA dan pupuk fosfat lainnya. Selain untuk industri pupuk, asam fosfat juga banyak digunakan dalam sektor lain seperti pembuatan detergen, pembersih lantai, insektisida, industri makanan (pembuatan lysine dan MSG), industri tekstil, dan lain sebagainya.

Luasnya penggunaan asam fosfat di sektor industri tentu akan mengakibatkan kebutuhan asam fosfat yang semakin tinggi. Kebutuhan asam fosfat di Indonesia masih mengalami kekurangan, karena hanya terdapat beberapa pabrik yang memproduksi asam fosfat. Hal tersebut dibuktikan dengan data yang diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik) yang menyatakan bahwa Indonesia melakukan Impor asam fosfat lebih dari 41.000 ton pada tahun 2022 dan terus mengalami peningkatan dari tahun-tahun sebelumnya.

1.2 Sejarah dan Perkembangan Industri Asam Fosfat

Asam Fosfat adalah turunan dari fosfor. Fosfor tidak dapat ditemukan dalam keadaan gas. Karena itu, fosfor hanya ditemukan di kerak bumi. Fosfat adalah anion yang terdiri dari atom fosfor (P) dan oksigen (O). Perbedaan utama antara fosfor dan fosfat adalah bahwa fosfor adalah unsur sedangkan fosfat adalah anion. Fosfor berasal dari bahasa Yunani, *phosphoros*, yang artinya memiliki cahaya (nama kuno untuk planet Venus ketika tampak sebelum matahari terbit). Seorang ilmuwan asal Jerman, Hannig Brand menemukan fosfor tahun 1669 di Hamburg, Jerman secara tidak sengaja dalam percobaan menggali bebatuan. Ia menemukan unsur ini dengan cara menyuling air urin melalui proses penguapan dan baru berhasil mendapatkan unsur tersebut setelah dia menguapkan 50 ember air urin kemudian dinamai dari bahasa Latin yaitu *phosphoros* yang berarti 'pembawa terang' karena keunikannya yaitu bercahaya dalam gelap.

Asam fosfat dengan rumus kimia H_3PO_4 atau dikenal dengan nama dagang *Orthophosphoric acid*. Terdiri atas tiga komponen atom yaitu *phosphor*, *oxygen*, dan *hydrogen*. Asam fosfat murni berbentuk padatan kristal, pada konsentrasi rendah berbentuk seperti cairan sirup yang tidak berwarna. Terdapat 2 metode dalam pembuatan asam fosfat yaitu *wet process* dan *electric furnace process*. Pada *wet*



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

process, batuan fosfat yang dihancurkan dengan *ball mill* direaksikan dengan asam sulfat sehingga menghasilkan campuran *liquid* asam fosfat dan *solid gypsum*. Sedangkan pada *electric furnace process*, batuan fosfat dicampur dengan *cake silica* kemudian direduksi pada suhu tinggi dalam suatu *electric furnace* kemudian dilakukan dengan kondensat pada elemen fosfat kemudian asam fosfat diperoleh dengan pembakaran elemen fosfor menggunakan udara dan penyerapan P_2O_5 menggunakan air asam. Pabrik Asam fosfat proses basah (*wet process*) pertama kali dibangun antara Perang Dunia I dan Perang Dunia II dengan kapasitas produksi mencapai 25 – 50 ton P_2O_5 per hari. Pada tahun 1933, Nordengreen mempatenkan pembentukan Kristal *hemi-hydrate* dan *anhydrate* pada P_2O_5 tinggi.

1.3 Kegunaan Produk

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 fosfat, yaitu :

1. Industri *Sodium Tri Poly Phosphate* (STPP)

Asam fosfat dibutuhkan dalam industri pembuatan STPP. Senyawa ini merupakan salah satu turunan dari senyawa fosfat.

2. Industri pupuk

Asam fosfat dunia digunakan untuk pembuatan pupuk, diantaranya *triple superphosphate* (TSP), *diammonium hydrogenphosphate* (DAP) dan *monoammonium dihydrogenphosphate* (MAP).

3. Industri Minyak Goreng

Asam fosfat dibutuhkan sebagai *degumming* yaitu bahan yang digunakan untuk menghilangkan kandungan fosfatida. Untuk mendapatkan minyak goreng dari CPO (*Crude Palm Oil*) yang umumnya dilakukan dengan proses fraksinasi yaitu memisahkan stearin dan olein dalam CPO.



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

4. 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.

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

1.4 Kebutuhan dan Aspek Ekonomi

Permintaan terhadap asam fosfat semakin meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan pasar akan pupuk termasuk jenis pupuk fosfat, apalagi Indonesia sebagai salah satu negara agraris dengan luas lahan pertanian terbesar tentu semestinya terus mengembangkan pemanfaatan lahan sehingga kebutuhan akan produk pupuk seperti pupuk fosfat akan terus menerus meningkat. Menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia terus mengandalkan impor untuk memenuhi kebutuhan asam fosfat setiap tahunnya. Hal ini tidak hanya membutuhkan devisa yang signifikan, tetapi juga menghalangi perkembangan teknologi dalam industri tersebut.

1.4.1 Kebutuhan Asam Fosfat di Indonesia

Kebutuhan asam fosfat di Indonesia terus mengalami peningkatan dengan kurang lebih 85% asam fosfat digunakan menjadi bahan utama dalam pembuatan pupuk. Menurut laporan Mordor Intelligence, pasar pupuk Indonesia diperkirakan akan tumbuh dengan laju pertumbuhan gabungan tahunan sebesar 6,3%. Meningkatnya permintaan asam fosfat didorong oleh pertumbuhan populasi, urbanisasi, dan kebutuhan untuk meningkatkan ketahanan pangan dan produktivitas pertanian. Hingga saat ini masih dilakukan impor dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan asam fosfat di Indonesia. Data kebutuhan asam fosfat di Indonesia dapat dilihat pada table berikut :



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

Tabel I.1 Data Kebutuhan Asam Fosfat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)
2017	1.011.265
2018	1.021.763
2019	1.022.795
2020	1.024.040
2021	1.032.810
2022	1.037.974
2023	1.033.067

Data kebutuhan Asam Fosfat tersebut didapatkan dari perhitungan kebutuhan konsumsi produk di Indonesia pada buku (*Cost Accounting, 2016*) dimana produksi dalam negeri ditambah dengan nilai impor dan dikurang dengan kebutuhan ekspor.

1.4.2 Ketersediaan Bahan Baku

Negara dengan sumber cadangan batuan fosfat terbanyak meliputi China, Amerika Serikat, Maroko, Tunisia, Mesir, dan Jordania. Pertimbangan mendatangkan batuan fosfat dari negara lain yakni:

- Mutu batuan fosfat lokal kurang memenuhi standart produksi karena spesifikasinya masih berada dibawah nilai yang dipersyaratkan untuk pembuatan asam fosfat.
- Bahan fosfat yang layak digunakan minimal mengandung 35-38% P_2O_5 sedangkan batuan fosfat lokal mengandung maksimal 22,9-33%.
- Tipe batuan fosfat lokal adalah guano fosfat yang lokasinya terpencar – pencar dan bukan jenis sedimen sehingga menyulitkan dalam melakukan eksploitasi disamping kandungan fosfatnya yang tidak homogen.

Sedangkan di Indonesia, batuan fosfat cukup banyak ditemukan di Tasikmalaya, Cileungsi, Ciarnis, Bumiayu, Sumenep, dan Bangkalan. Umumnya deposit fosfat alam ditemukan di daerah-daerah yang banyak mengandung kapur. Batuan fosfat di beberapa daerah di Indonesia seperti daerah Jawa memiliki kadar P_2O_5 sebesar



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

33% (fosfat alam). Selain batuan fosfat, diperlukan juga asam sulfat untuk pembuatan asam fosfat. Asam sulfat dapat diperoleh dari produsen asam sulfat dalam negeri seperti PT Petrokimia Gresik dengan kapasitas produksi 600.000 ton/tahun atau dari produsen luar negeri melalui impor.

1.4.3 Kapasitas Pabrik yang Sudah Berdiri

Ada beberapa perusahaan di Indonesia yang memproduksi asam fosfat. Namun, kapasitas produksi tersebut masih terbatas. Terdapat beberapa perusahaan besar yang memproduksi asam fosfat, di antaranya yaitu PT Petrokimia Gresik, PT Pupuk Kaltim, PT Pupuk Sriwijaya dan lainnya. Kapasitas produksi dari perusahaan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel I.2 Perusahaan yang Memproduksi Asam Fosfat di Indonesia

Perusahaan	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT Petrokimia Gresik	400.000
PT Pupuk Kaltim	200.000
PT Pupuk Sriwijaya	200.000
PT. Petro Jordan Abadi	170.000
PT. Petrocentral	12.000
Total	982.000

Sumber: Kemenperin, 2024

Meskipun begitu, produksi dalam negeri belum dapat memenuhi seluruh kebutuhan asam fosfat di Indonesia. Oleh karena itu, diperlukan pendirian perusahaan baru untuk mengatasi kekurangan produksi dalam negeri tersebut dan mengurangi tingkat impor di masa yang akan datang.

1.4.4 Kapasitas Rancangan

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 tujuh tahun terakhir untuk mendapatkan



PRA RANCANGAN PABRIK

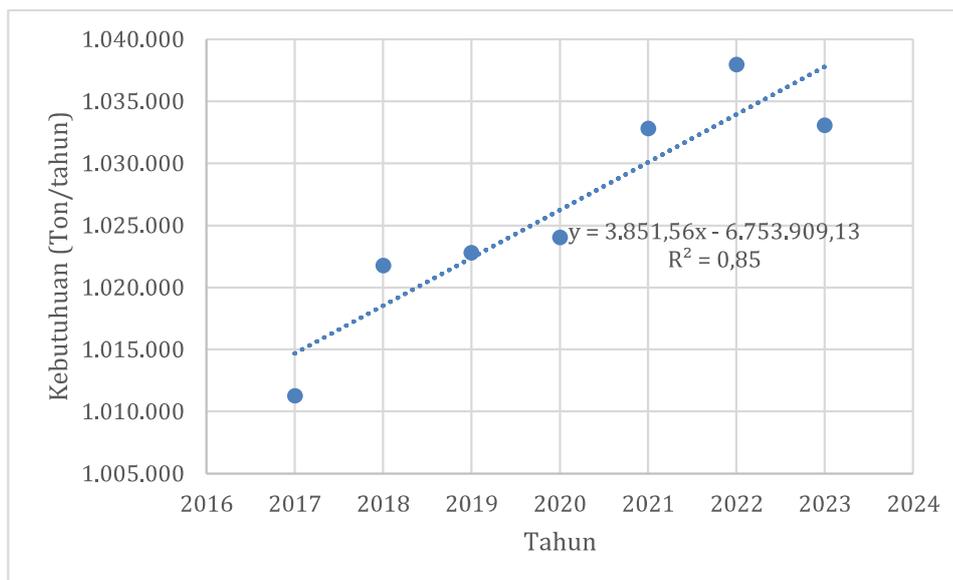
“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

data yang lebih tepat atau mendekati kenyataan. Data tersebut dapat dilihat pada table berikut :

Tabel I.3 Data Impor dan Ekspor Asam Fosfat di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Ekspor (Ton/Tahun)
2017	29.321	56,46
2018	39.771	7,82
2019	40.804	8,9
2020	42.110	69,7
2021	50.912	101,8
2022	55.975	0,86
2023	57.767	6.700,25

(Sumber : Badan Pusat Statistik,2024)



Gambar I.1 Hubungan antara Kebutuhan Produk Asam Fosfat di Indonesia dengan Tahun Produksi

Data tersebut kemudian dilakukan perhitungan untuk kebutuhan asam fosfat pada tahun 2029 menggunakan analisis regresi metode *least square* dengan persamaan berikut:

$$y = a + bx$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

$$b = \frac{n \cdot \Sigma XY - \Sigma X \cdot \Sigma Y}{n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

$$a = \frac{\Sigma Y}{n} - b \frac{\Sigma X}{n}$$

Didapatkan 7 tahun data terakhir dari 2017 hingga 2023 dengan banyak data yakni 7 data ($n=7$) dengan nilai X adalah tahun serta Y adalah total kebutuhan asam fosfat di Indonesia, maka diperoleh tabel regresi linier sebagai berikut:

Tabel I.4 Tabel Regresi Linier Kebutuhan Asam Fosfat 7 Tahun Terakhir

Data (n)	X	Y	XY	X ²
1	2017	1.011.265	2039720577	4068289
2	2018	1.021.763	2061918090	4072324
3	2019	1.022.795	2065023144	4076361
4	2020	1.024.040	2068561406	4080400
5	2021	1.032.810	2087309411	4084441
6	2022	1.037.974	2098783711	4088484
7	2023	1.033.067	2089894023	4092529
Σ	14140	7.183.714	14511210362	28562828

Menghitung nilai a dan b yakni:

$$b = \frac{7 (14511210362) - (14140)(7183714)}{7(28562828) - (14140)^2}$$

$$b = 3851,56$$

$$a = \frac{7183714}{7} - (3851,56) \frac{14140}{7}$$

$$a = -6753909,125$$

Sehingga didapatkan nilai $b = 4570,9$ dan $a = -9187891,13$

Disubstitusikan ke persamaan (1) menjadi :

$$y = a + bx$$

$$y = -6753909,125 + 3851,56 x$$

Pabrik direncanakan berdiri pada tahun 2027, maka $x = 2028$ sehingga menjadi:



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

$$y = -6753909,125 + 3851,56 (2028)$$

$$y = 1.057.057,3651$$

Pada tahun 2028, dari perhitungan kebutuhan produksi asam fosfat di Indonesia sebesar 1.057.057 Ton/Tahun. Kemudian nilai tersebut dikurangi dengan kapasitas pabrik yang sudah ada, sehingga didapatkan 75.057 Ton/Tahun. Mempertimbangkan kapasitas pabrik yang sudah ada dan efisiensi dari alat, maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik baru diambil 67% dari kebutuhan yang belum terpenuhi sehingga ditentukan kapasitas pabrik asam fosfat sebesar 50.000 ton/tahun.

1.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

1.5.1 Spesifikasi Bahan Baku

1. Batuan Fosfat (Calcium Phosphate)

A. Sifat Fisika

- 1) Rumus Molekul : $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
- 2) Berat Molekul : 310,1828 g/gmol
- 3) Warna : coklat kekuningan
- 4) Bentuk : padat
- 5) *Specific gravity* : 3,140
- 6) Titik leleh : 1670°C

(PubChem, 2024, 'Calcium Phosphate')

Tabel I.5 Komposisi Batuan Phosphate (Sumber: Alibaba.com)

No	Komponen	% Berat
1	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	65,52
2	CaF_2	10,32
3	CaCO_3	11,36
4	SiO_2	7
5	Impuritis	5,8
Total		100



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

2. Asam Sulfat

A. Sifat Fisika

- 1) Rumus Molekul : H_2SO_4
- 2) Berat Molekul : 98,08 g/gmol
- 3) Warna : tidak berwarna
- 4) Bentuk : cair
- 5) *Specific gravity* : 1,834
- 6) Titik didih : $340^{\circ}C$
- 7) Titik lebur : $10,49^{\circ}C$

(Perry, 2008, “*Sulfuric Acid*”)

B. Sifat Kimia

- 1) Kelarutan : larut dalam air pada suhu $20^{\circ}C$
- 2) Korosi : dapat korosif terhadap logam
- 3) Kebakaran : asam sulfat pekat bersifat oksidator yang dapat menimbulkan kebakaran apabila kontak dengan zat organik

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

1.5.2 Spesifikasi Produk Utama

1. Asam Fosfat

A. Sifat Fisika

- 1) Rumus molekul : H_3PO_4
- 2) Berat molekul : 98 g/mol
- 3) Warna : tidak berwarna
- 4) Bentuk : cair
- 5) Titik didih : $213^{\circ}C$
- 6) Titik lebur : $42,35^{\circ}C$
- 7) *Specific gravity* : 1,834 (Perry, 2008, “*Phosphoric Acid*”)

B. Sifat Kimia

- 1) Kelarutan : larut dalam air pada suhu $20^{\circ}C$
- 2) Korosi : dapat korosif terhadap logam

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



PRA RANCANGAN PABRIK

“ASAM FOSFAT DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT
MENGUNAKAN PROSES *CENTRAL PRAYON* DENGAN
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN”

1.5.3 Spesifikasi Produk Samping

1. Gypsum

A. Sifat Fisika

- 1) Rumus molekul : $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$
- 2) Berat molekul : 145,15 g/gmol
- 3) Bentuk : solid
- 4) Titik didih : 1450°C
- 5) Titik leleh : 2850°C
- 6) *Specific gravity* : 2,32-2,96

B. Sifat Kimia

- 1) Kelarutan : larut dalam 100 gram air pada suhu 25°C
- 2) Stabilitas : stabil pada suhu dan tekanan normal

(Anonim, 2017, “MSDS *Gypsum*”)

2. Asam Fluosilika

A. Sifat Fisika

- 1) Rumus molekul : H_2SiF_6
- 2) Berat molekul : 144,08 g/gmol
- 3) Bentuk : liquid
- 4) Titik didih : 105°C
- 5) Titik lebur : 20°C
- 6) *Density* : 1,22 – 1,46 g/cm³

B. Sifat Kimia

- 1) Kelarutan : larut dalam air pada suhu 25°C
- 2) Stabilitas : stabil pada suhu dan tekanan normal

(Pubchem, 2024, “*Hydrofluosilicic Acid*”)