



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dan memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah, sehingga titik berat pembangunan Indonesia menuju era globalisasi dititik beratkan pada pembangunan sektor pertanian. Pembangunan sektor pertanian guna memenuhi swasembada pangan dalam negeri. Salah satu usaha intensifikasi pertanian dapat dilakukan dengan cara penyuburan lahan pertanian yang sebagian besar lahan Indonesia merupakan lahan asam, oleh karena itu dibutuhkan pupuk dalam jumlah besar.

Pemenuhan kebutuhan pupuk dapat dilakukan dengan cara pendirian pabrik pupuk. Salah satu pupuk yang banyak dikonsumsi Indonesia adalah pupuk Fosfat seperti TSP, SP-36, NPK, DSP, PONSKA dan pupuk fosfat lainnya. Meningkatnya kebutuhan pupuk Fosfat mengakibatkan peningkatan kebutuhan asam Fosfat yang merupakan bahan dasar pupuk Fosfat.

Asam fosfat tidak hanya digunakan pada industri pupuk namun juga pada industri lainnya seperti industri tekstil, industri gelas, industri sabun, industri makanan, industri ester organik, serta industri minyak goreng (Shreve,1995).

Asam fosfat yang dibutuhkan Indonesia dipenuhi dari PT. Petrokimia Gresik yang memiliki kapasitas produksi 200.000 ton / tahun. Kapasitas tersebut belum dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang mencapai 600.000ton / tahun sehingga guna memenuhi kebutuhan tersebut dibutuhkan impor dari Yordania sebanyak 400.000 ton / tahun (Badan Pusat Statistik).

Anggka impor asam fosfat yang besar mengakibatkan anggaran APBN besar, hal tersebut dapat mengganggu stabilitas ekonomi dalam negeri. Guna mengatasi hal tersebut, maka perlu didirikan pabrik asam fosfat di Indonesia.



Pendirian pabrik asam fosfat diharapkan menjadi solusi pemenuhan kebutuhan asam fosfat yang besar sehingga tidak diperlukan mengimpor.

1.2 Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik.

Kapasitas pabrik asam fosfat yang akan didirikan dapat ditentukan dengan berbagai pertimbangan sebagai berikut:

1.2.1 Kebutuhan asam fosfat di Indonesia.

Kebutuhan asam fosfat dalam negeri selama ini dipenuhi dari Pt. Petrokimia Gresik dan luar negeri yaitu Yordania. Kebutuhan asam fosfat selama ini banyak dipenuhi dari impor dengan kapasitas impor kebutuhan asam fosfat dalam negeri dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 1.1 Data kebutuhan asam fosfat tahun 2003- 2012.

No	Tahun impor	Kebutuhan (ton)
1	2003	37623,947
2	2004	20192,863
3	2005	156,332
4	2006	154,402
5	2007	73639,94
6	2008	99995,86
7	2009	61274,43
8	2010	156458,69
9	2011	272548,5
10	20012	23650,59

Dari Tabel 1.1 terlihat kebutuhan asam fosfat setiap tahunnya tidak stabil. Maka kebutuhan impor asam fosfat untuk tahun mendatang dapat dihitung dengan metode *least square*, dari metode itu diperoleh persamaan $Y = 18700x - 4E+07$ sehingga untuk tahun 2016 diperkirakan kebutuhan impor asam fosfat kurang lebih sebesar 352.982 ton / tahun

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku.

Asam fosfat dapat dibuat dari asam sulfat dan batuan fosfat, di Indonesia asam sulfat telah banya diproduksi di antaranya:

- a. PT Petrokimia Gresik, kapasitas produksi: 600.000 ton / tahun.
- b. PT Indonesi Acids, kapasitas produksi: 82.500 ton / tahun.
- c. PT Mahkota Indonesia, kapasitas produksi: 45.000 ton / tahun.

Dengan memperhitungkan spesifikasi dari batuan fosfat yang akan digunakan, batuan fosfat akan didatangkan dari Cina. Pertimbangan penggunaan batuan fosfat dari Cina didasarkan pada hal-hal berikut:

- a. Mutu batuan fosfat dalam negeri spesifikasinya berada di bawah nilai yang dipersyaratkan untuk pembuatan asam fosfat.
- b. Batuan fosfat yang layak digunakan minimal mengandung P_2O_5 32% - 34% sedangkan batuan fosfat lokal hanya mengandung maksimal 22.9%.

1.2.3 Kapasitas Komersial.

Guna menentukan kapasitas prarancangan pabrik Asam Fosfat harus mengetahui dengan jelas kapasitas pabrik yang sudah beroperasi dalam memproduksi Asam Fosfat. Berikut daftar pabrik asam fosfat yang sudah berdiri:

Tabel 1.2.3 Data kapasitas pabrik asam fosfat yang telah berda

Negara	Pabrik	Kapasitas(kg/tahun)
Indonesia	PT. Petrokimia	100000
Amerika	PT. Louisiana	100000
Amerika	Albrightand Willson	155000
Yordania	Yordania, Ltd	410000

Berdasarkan data pabrik yang telah ada dan data impor dari Badan Pusat Statistik, maka kapasitas prarancangan pabrik Asam Fosfat adalah 100.000 ton per tahun dan akan didirikan pada tahun 2016.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.

Pemilihan lokasi merupakan suatu hal yang penting dalam pendirian pabrik, hal ini dikarenakan berkaitan langsung dengan segi operasional dan nilai



ekonomis pabrik yang akan didirikan. Pabrik Asam Fosfat dari batuan Fosfat dan Asam Sulfat direncanakan akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur. Pemilihan lokasi tersebut didasarkan pada faktor-faktor berikut:

1.3.1 Faktor Primer.

a. Penyediaan Bahan Baku.

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan Asam Fosfat adalah batuan Fosfat dan Asam Sulfat, untuk bahan baku Asam Sulfat dapat diperoleh dari PT Petrokimia Gresik dan batuan Fosfat diperoleh dari Cina, jarak antara pelabuhan dan kawasan industri Gresik cukup dekat.

b. Pemasaran Prodak.

Gresik merupakan kawasan industri yang sebagian besar membutuhkan Asam Fosfat salah satunya PT Petrokimia Gresik yang memproduksi pupuk Fosfat dalam jumlah besar.

c. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan dalam penyediaan bahan baku dan pemasaran prodak. Gresik merupakan daerah yang strategis memiliki jalur darat yang baik serta dekat dengan pelabuhan sehingga mempermudah dalam pengadaan bahan baku dari Madura dan mempermudah pemasaran prodak ke luar Jawa.

d. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang terampil di bidangnya mutlak diperlukan guna kelangsungan kehidupan pabrik. Tenaga kerja dapat diperoleh dari daerah Jawa Timur dan sekitarnya.

e. Penyediaan Utilitas.

Ketersediaan sarana pendukung seperti air dan listrik guna proses industri harus diperhatikan. Kebutuhan air dapat diperoleh dari sungai Berantas yang memiliki debit air besar dengan fluktuasi antara musim kemarau dan musim hujan yang kecil. Listrik dapat diperoleh dari PLN dan generator sebagai cadangan bila PLN ada gangguan.

1.3.2 Faktor Sekunder



a. Kawasan Industri.

Gresik merupakan kawasan industri sehingga akomodasi keperluan kelangsungan proses produksi telah tersedia dengan baik, seperti: lingkungan, energi, sarana transportasi, dan sosial.

b. Karakteristik Lokasi.

Gresik memiliki karakter iklim yang baik, merupakan daerah non rawan banjir, serta memiliki kondisi sosial masyarakat yang baik.

c. Kebijakan Pemerintah.

Pendirian pabrik perlu mempertimbangkan beberapa faktor kepentingan yang terkait meliputi: kebijaksanaan pengembangan industri dengan pemerataan kesempatan kerja, kesejahteraan, dan hasil-hasil pembangunan. Selain itu pabrik yang didirikan harus berwawasan lingkungan yang artinya keberadaan pabrik tersebut tidak mengganggu atau merusak lingkungan sekitarnya.

Berdasarkan pertimbangan faktor – faktor di atas, maka lokasi pendirian pabrik Asam Fosfat ditempatkan di Gresik, Jawa Timur.

1.4 Tinjauan Pustaka.

1.4.1 Macam –macam proses pembuatan asam fosfat

Asam Fosfat merupakan asam yang memiliki tiga deret garam basa yaitu: orthophosphat primer yakni NaH_2PO_4 , orthophosphat sekunder yakni Na_2HPO_4 , dan ortopspat tersier yakni Na_3PO_4 (Vogler, 2006).

Bahan dasar pembuatan asam Fosfat adalah batuan fosfat. Fosfat merupakan senyawa fosfor, memiliki anion beratom fosfor yang dikelilingi empat molekul oksigen yang berbentuk sudut tetrahedron (Austin, 1996).

Fosfat yang memiliki rumus molekul P_2O_5 dapat diperoleh dari batuan pospat sebanyak 40% berupa fluoro – apatik ($\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_2$) dan trikalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Fosfat juga terkandung dalam tulang sebanyak 53 % berupa trikalsium Fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dengan kadar fosfat sebanyak 28% - 56,3% (Austin, 1996).



Tidak semua batuan fosfat dan tulang guano dapat dijadikan bahan dasar batuan Fosfat, yang dapat dijadikan asam fosfat harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

Tabel. 1.2. Syarat mutu fosfat sebagai bahan dasar asam fosfat.

No.	Uraian	Batasan (%)	No.	Uraian	Batasan (%)
1.	P ₂ O ₅	Min 32,00	7.	Cl	Max 0,03
2.	H ₂ O	Max 2,00	8.	F	3,50 - 4,00
3.	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	Max 0,80	9.	CO ₂	4,50 - 6,00
4.	CaO	Min 51,00	10.	T - SiO ₂	4,00 - 5,50
5.	MgO	Max 0,40	11.	Organik Carbon	Max 0,60
6.	Na ₂ O	Max 0,75	12.	K ₂ O	Max 0,25
Ukuran butiran					
13.	+ US Mesh 4	Max 0,75	14.	+ US Mesh 20	Min 96,00

(Sutaatmadja, 1994)

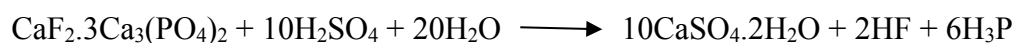
Asam Fosfat dapat dibuat dengan dua metode yaitu menggunakan metode basah yang banyak digunakan di industri pembuatan asam fosfat dan metode tanur listrik.

a. Metode Basah.

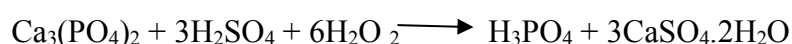
Proses basah banyak digunakan karena meningkatnya permintaan terhadap pupuk tripel superphospat yang berkadar phospat tinggi, ammonium, dan dikalsium phospat. Jauh sebelum itu, kebanyakan asam orthophospat dibuat dengan reaksi asam sulfat encer, dengan sumber phospat berupa serbuk batuan phospat atau tulang (Austin, 1996).

Proses utama yang digunakan untuk pembuatan asam fosfat proses basah adalah dengan menggunakan asam sulfat.

Reaksi pokok adalah :



atau secara sederhana



Pada proses basah ini, asam sulfat yang digunakan berkadar 98% dan suhu reaksi tidak boleh terlalu tinggi agar zat yang terendapkan adalah gypsum, dan bukan anhidritnya. Jika anhidrit terbentuk ia akan terhidrasi kemudian dapat



menyebabkan timbulnya kerak yang akan mengganggu jalannya proses reaksi (Austin, 1996).

Proses basah telah dikembangkan menjadi beberapa macam diantaranya sebagai berikut (MC.kett, 1983):

a. Proses prayon dihidrat.

Proses pembuatan asam fosfat dengan metode ini dilakukan dari proses dihidrat yang dikembangkan oleh *Prayon* dari Belgia. Perkembangan teknologi proses selanjutnya diutamakan pada agitasi dan pola aliran *slurry* yang saat ini digunakan *filter vacum tilting pan* yang dikembangkan oleh *Prayon* dan *America Bird Machine Co.* Filtrasi yang baik dicapai melalui semakin banyak kristal yang hilang. Proses dapat operasikan pada semua jenis batuan fosfat.

b. Proses Jacob Dorr Dihidrat .

Proses ini banyak digunakan di Amerika Serikat dengan produksi asam fosfat lebih dari 3 juta ton per tahun. Proses ini menggunakan reaktor yang terdiri atas dua reaktor berbentuk silinder dengan pendingin *vacum*. Menggunakan batuan basah yang telah dihancurkan dan asam sulfat 98 % proses ini dapat menggunakan beberapa macam *vacum filter*. Asam fosfat yang dihasilkan memiliki kadar 29-31 % P_2O_5 . Proses sentral prayon dihidrat.

c. Proses central prayon dihidrat .

Proses *Central-Prayon* merupakan gabungan antara proses *prayon* dengan proses *central glass*. Dengan proses ini dihasilkan asam fosfat berkapasitas 750.000 ton per tahun. Proses ini dioperasikan berdasarkan kondisi dimana kristal dihidrat yang dihasilkan setelah proses filtrasi yang kemudian dikristalkan kembali. Proses rekristalisasi dijalankan pada kondisi 85 °C. Pemanasan dipenuhi dengan adanya *steam* dan juga panas reaksi dengan asam sulfat dengan kadar 10-15 %.

d. Proses nissan

Proses reaksi dan kristalisasi *hemihidrat* dijaga pada kondisi 85-105 °C dimana terjadi pembentukan silika setelah mendapat tambahan *flolide* dan komponen organik lainnya. *Slurry* kemudian didinginkan sampai temperatur 40-60 °C untuk menghasilkan kristal dihidrat. Adanya proses rekristalisasi menjadi dihidrat dimaksudkan untuk menjaga kualitas *gypsum* yang dihasilkan. Asam fosfat yang dihasilkan memiliki kadar 30-38 %.

Tabel 1.4.1 Data Kekurangan dan kelebihan proses pengembangan
proses basah.

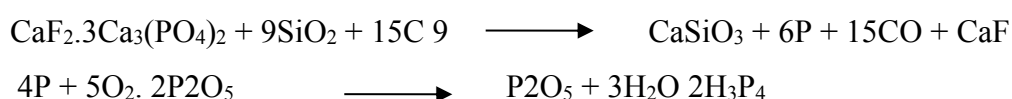
Proses	Keuntungan	Kekurangan
Prayon dihidrat	➤ Proses sederhana ➤ Biaya awal rendah	➤ Konsentrasi asam rendah (28 -32)% ➤ Konversi P_2O_5 (95 -96)%
Jacob dorr Dihydrat	➤ Konsentrasi asam tinggi ➤ Konversi P_2O_5 (98 – 98,5)% ➤ <i>Gypsum</i> berkualitas tinggi	➤ Biaya awal pabrik tinggi ➤ Tidak fleksibel terhadap jenis batuan umpan. ➤ Masalah pada unit filtrasi.
Central prayon dihydrat	➤ Konversi P_2O_5 (98 – 99)% ➤ <i>Gypsum</i> berkualitas tinggi	➤ Perlu proses pemurnian asam. ➤ Biaya investasi tinggi. ➤ Perlu unit pengiling batuan fosfat ➤ Tidak fleksibel terhadap batuan umpan.
Nissan	➤ Proses telah banyak digunakan. ➤ <i>Slurry gypsum</i> mudah difiltrasi. ➤ Konversi P_2O_5 98%	➤ Biaya investasi dan operasi bertambah. ➤ Adanya unit pengilingan batuan dan pemekatan asam fosfat (30 – 32)%

e. Proses tanur listrik.

Pada Proses tanur listrik, asam fosfat pertama kali diproduksi dalam skala komersial kecil-kecilan melalui pengolahan tulang kalsinasi dengan asam sulfat, kemudian menyaring asam fosfat yang terjadi dan menguapkannya sehingga berat jenisnya 1,45. Zat itu lalu dicampur dengan arang atau kokas, lalu dipanaskan lagi dan airnya diuapkan, kemudian dikalsinasi pada suhu tinggi di dalam reactor. Oleh karena itu, fosfat akan terdestilasi keluar kemudian dikumpulkan dibawah air dan dimurnikan dengan mendestilasikan kembali (Austin, 1996).

Proses pembuatan asam fosfat dengan proses tanur listrik dikerjakan dengan menggunakan silica dan coke (batu bara) dengan perbandingan mol yang sesuai didalam persamaan reaksinya. Reaksi dilaksanakan dalam sebuah *furnace* pada temperatur 1600°C. Pada temperatur ini akan dibebaskan P₂O₅, dimana P₂O₅ ini kemudian direduksi dengan coke yang berpijar menjadi phosphor. Reaksi pada proses ini diteruskan dengan oksidasi dan hidrasi. Asam fosfat yang dihasilkan dari proses ini mempunyai kemurnian lebih tinggi (Austin, 1996).

Reaksi :



1.5 Manfaat Asam fosfat

Asam Fosfat banyak digunakan pada berbagai industri diantaranya (Shreve, 1995):

a. Industri Bahan Makanan.

Penggunaan Asam Fosfat pada industri ini hanya berkisar 5%, asam fosfat digunakan sebagai pengawet makanan dan pemberi rasa pada minuman.

b. Industri Tekstil.

Pada industri ini asam Fosfat digunakan sebagai pemberi warna cerah dan memperbaiki sistem ikatan benang pintal. Industri ini membutuhkan asam Fosfat sebanyak 5%.

c. Industri Gelas dan Esterorganik.

Asam Fosfat digunakan sebagai pembuat bening gelas. Sedangkan pada industri Esterorganik digunakan sebagai plasticier.

d. Industri Pupuk.

Asam Fosfat banyak digunakan pada industri ini yaitu sekitar 83%, pada industri ini asam Fosfat digunakan sebagai bahan dasar pupuk Fosfat diantaranya NPK, pupuk trisuperfosfat (SP-36), TSP.

1.6 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Prodak.

a. Bahan baku

1. Batuan Fosfat

Rumus molekul : $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

BM (g / mol) : 310

Kemurnia : Kemurnian asam Fosfat setiap wilayah berbeda beda, dan kemurnian batuan Fosfat dari cina adalah sebagai berikut :

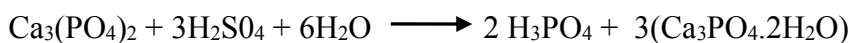
Tabel 1.3. Kadar Kemurnian Batuan Fosfat

NO	Molekul	Kadar (%)
1	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	62 - 73
2	SiO_2	2 -5
3	Al_2O_3	0.40
4	Fe_2O_3	0.20
5	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	5 - 10
6	CaF_2	10 - 18

(US Paten 1,297,464)

Sifat kimia batuan Fosfat:

Fosfat bila direaksikan dengan Asam Sulfat dan air akan terbentuk Asam Fosfat dan Gypsum, dengan reaksi sebagai berikut:



2. Asam Sulfat.

Rumus Molekul	: H_2SO_4
Berat molekul (g/gmol)	: 98,08
Kenampakan	: cair
Kemurnian	: 98 % berat
Impuritas H_2O	: 2 % berat
Densitas	: 1,837 g/cm ³
Kapasitas Panas	: 0,4518 kal/g°C
Titik lebur	: 10,36 °C
Titik didih	: 338 °C
<i>Specific gravity</i>	: 1,84

(PT Petrokimia)

Sifat Kimia Asam Sulfat:

- Asam Sulfat direaksikan dengan basa membentuk garam dan air.
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots (1.6)$
- Asam Sulfat direaksikan dengan alkohol membentuk eter dan air.
 $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots (1.7)$
- Asam Sulfat direaksikan dengan NaCl.
 $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaSO}_4 + 2\text{HCl} \dots\dots\dots (1.8)$
- Bereaksi dengan MgCO_3 membentuk MgSO_4 .
 $\text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \dots\dots\dots (1.9)$
- Korosif terhadap semua logam.

3. Air

Rumus Molekul	: H_2O
Berat molekul (g/gmol)	: 18
Kenampakan	: cair
Densitas (g/cm ³)	: 1
Titik didih	: 100 °C

(Perry's, 2008)

b. Prodak Utama

Asam Fosfat

Rumus Molekul : H_3PO_4

Berat molekul (g/gmol) : 97.9957.

Titik lebur : 42 °C

Titik didih : 213 °C

Specific gravity : 1,67

Densitas : 1,685 g/ml

Wujud : Cair

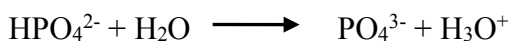
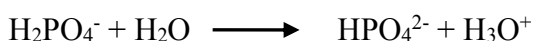
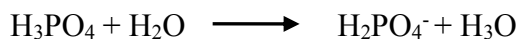
Kemurnian : 85%

Warna : Tidak berwarna, transparan

Kelarutan : alkohol dan air

Sifat kimia :

Merupakan asam tribasa, yang memiliki daya pelepasan ion hidrogen yang pertama adalah ionisasi yang paling cepat. Ionisasi kedua sedang dan yang ketiga lambat. Hal ini bisa dapat dilihat dari ketetapan penguraian ionisasi (Perry's,1999):



Asam fosfat lebih kuat dari asam asetat, asam oksalat, dan asam borak,tetapi lebih lemah dibandingkan asam nitrat, asam sulfat, dan asam klorida (Perry's,1999).

c. Prodak Samping.

Rumus molekul : $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Nama lain gypsum : Kalsium sulfat dihidrat

Berat molekul (g/gmol) : 145,15

Titik lebur : 1450 °C

Kenampakan : Serbuk berwarna putih



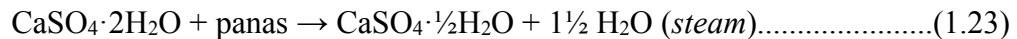
Kemurnian : 96 %

Specific gravity : 2,32 – 2,96

Sifat kimia gipsum :

Pada temperatur 170 °C akan terbentuk anhidrit.

Reaksi adalah:



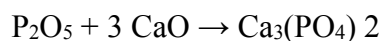
1.7 Tinjauan Operasi Secara Umum.

Reaksi pembuatan asam Fosfat dari batuan Fosfat dan asam sulfat merupakan reaksi heterogen (padat – cair).

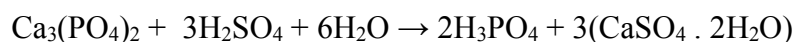
Proses awal batuan Fosfat yang disimpan di dalam gudang penyimpanan yang berbentuk bongkahan di hancurkan menggunakan alat penghancur yang terdiri dari *Gyratory Crusher*, *Hammer Mill* dan *Ball Mill*, selanjutnya bubuk batuan Fosfat dibawa ke penyaring yang berupa screening, batuan yang tidak lolos dikembalikan ke *Ball Mill*, sedangkan yang lolos di umpankan ke reaktor dengan suhu berkisar 75°C hingga 85°C tekanan 1 atm dengan waktu operasi selama 1 jam hingga 3 jam.

Batuan Fosfat yang diumpankan ke reaktor direaksikan dengan asam sulfat reaksi berjalan secara non *isothermal*, prodak yang terbentuk adalah asam Fosfat, *gypsum*, dan SiF_4 . Prodak dilewatkan di filter guna memisahkan asam Fosfat dan *gypsum*. Asam Fosfat di masukan ke dalam evaporator untuk di pekatkan dengan cara menguapkan uap air yang terkandung, sedangkan gas dari reaktor yang mengandung *fluorine* dialirkan ke unit *fluorine recovery*.

Reaksi :



Reaksi :



Proses pembentukan asam fosfat penggunaan asam sulfat dapat diganti dengan asam nitrat , namun proses adisulasi asam fosfat dengan asam nitrat menghasilkan superfosfat yang hidroskopis karena mengandung kalsium nitrat (Shreve, 1975).