



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Uraian Proses

PT Petrokimia Gresik merupakan pabrik pupuk terlengkap di Indonesia yang mampu menghasilkan produk pupuk dan prosuk non pupuk serta bahan kimia lainnya. Secara umum, PT Petrokimia Gresik dibagi menjadi 3 unit produksi, yaitu unit produksi I A dan I B, unit produksi II A dan II B serta unit produksi III A dan III B. Departemen produksi IIIA merupakan unit produksi yang memproduksi bahan baku hampir di seluruh unit produksi PT Petrokimia Gresik. Unit produksi III A menghasilkan produk berupa asam sulfat, asam fosfat, phospogypsum, dan asam fluosilikat untuk menghasilkan produk lain seperti pupuk Phonska, pupuk ZA, dan  $AlF_3$ . Unit produksi IIIA dibagi menjadi 3, yaitu :

- Unit Asam Sulfat
- Unit asam fosfat
- Unit ZA

Kapasitas produksi unit III A sebagai berikut :

**Tabel II.1 Kapasitas Produksi Departemen III A**

| Unit Produksi                         | Bahan Baku   | Kapasitas Produksi |
|---------------------------------------|--|--------------------|
| Pupuk ZA II                           | Amoniak, Karbon<br>Dioksida, Asam<br>Sulfat & Gypsum | 350.000 Ton/tahun  |
| Asam Fosfat III A<br>(100% $P_2O_5$ ) | Batuan Fosfat,<br>Asam Sulfat                        | 170.000 Ton/tahun  |
| Asam Sulfat III A<br>(98% $H_2SO_4$ ) | Belerang   | 570.000 Ton/tahun  |

Sementara itu, untuk utilitas pada unit produksi III A dapat menghasilkan steam dan listrik dengan kapastas 100 Ton/jam dan 18 MW



**Tabel II. 2 Unit Utilitas Produksi III A**

| Unit Utilitas           | Produk  | Kapasitas Produksi |
|-------------------------|---------|--------------------|
| Gas Boliler             | Steam   | 100 Ton/jam        |
| Steam Turbine Generator | Listrik | 18 MW              |

## II.1.1 Unit Asam Sulfat

### II.1.1.1 Bahan Baku

Bahan baku pembuatan asam sulfat adalah sulfur padat yang berasal dari Aceh, Kanada, dan Timur Tengah. Penyimpanan sulfur padat di dalam *open storage* tank berkapasitas 75000 Ton. Sulfur yang diolah menjadi asam sulfat adalah 600 Ton/hari. Spesifikasi bahan baku sulfur padat yaitu sebagai berikut :

1. Sulfur padat
  - a. State : Flake / Powder / Granular
  - b. Purity : minimum 99,8 % dry basis
  - c. H<sub>2</sub>O : max. 2 % wt
  - d. Ash : max. 0,03 %
  - e. Acidity : max. 0,23 % wt
  - f. NaCl : max. 82,5 ppm
  - g. Fe : max. 30 ppm
  - h. Density : 1,3 Kg/m<sup>3</sup> rbon, NaCl, Fe, K, Na.
2. Dillution water menggunakan Demineralized Water
  - a. pH: 7,5 ~ 9,5
  - b. Conductivity : max 10  $\mu$  mhos
  - c. Total Hardness : 0 ppm
3. Steam specification
  - a. Pressure : 36 Kg/cm<sup>2</sup>g
  - b. Temperatur : 415 °C

#### 4. Katalis Vanadium Penta Oksida

- a. Manufacture : Topsoe
- b.  $V_2O_5$  purity : 7,5 %

#### 5. Bahan Penolong

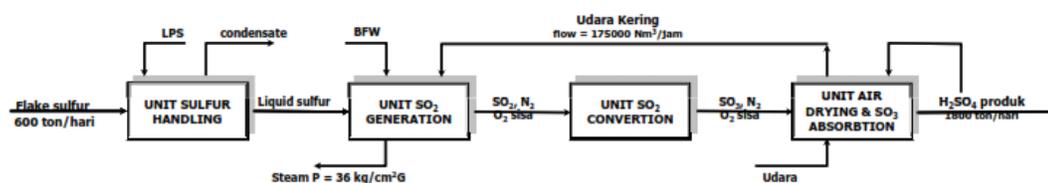
- a. Kapur powder : aktif minimum 70%
- b. Diatomaceous Earth :  $SiO_2 \geq 88,5\%$  ;  $Al_2O_3 \leq 4\%$  ;  $Fe_2O_3 \leq 1,45\%$

Konsumsi Bahan Penolong :

- CaO untuk menetralkan free acid melter 0,33 t/d .
- CraO untuk larutan precoat filter 25 Kg/preparasi
- Diatomaceous Earth 180 Kg/preparasi
- Inert Ceramic Balls total  $\pm 43$  m3 sebagai pelindung katalis di Converter 30-R1201 untuk Bed I-IV (bottom & top katalis)

### III.1.1.2 Proses Produksi Asam Sulfat

Pabrik asam sulfat di PT Petrokimia Gresik beroperasi satu stream dengan kapasitas 1800 ton/hari melalui proses Hitachi Zosen/ T.J. Browder doublecontact dan doubleabsorbtion (DC/DA). Secara umum, proses pembuatan asam sulfat dibagi menjadi 5 macam yaitu *sulphur handling*, unit  $SO_2$  generation,  $SO_2$  conversion, *Drying air and  $SO_3$  absorbtion*,  $H_2SO_4$  storage and distribution.



Gambar II. 1 Diagram Alir Produksi Asam Sulfat

Uraian Proses :

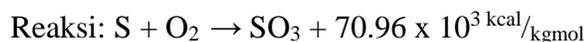
#### 1. Unit Sulfur Handling



Pencairan belerang dengan steam coil flake dengan tekanan steam yang dibutuhkan  $5\text{kg/cm}^2\text{g}$  dan Temperatur smelter dijaga pada  $125^\circ\text{C}$  serta kadar sulfur 90.9

## 2. Unit $\text{SO}_2$ Generation

Mereaksikan sulfur dengan oksigen/udara



Suhu didalam *furnace* kurang dari  $1042^\circ\text{C}$  dan panas yang dihasilkan untuk membuat steam, dan selanjutnya digunakan untuk memutar turbin. Listrik yang dihasilkan 20 MW.

## 3. Unit $\text{SO}_2$ Conversion

Mereaksikan  $\text{SO}_2$  dengan  $\text{O}_2$  menjadi  $\text{SO}_3$



Suhu masuk reaktor pada masing-masing *bed* :

|         |                       |
|---------|-----------------------|
| Bed I   | = $430^\circ\text{C}$ |
| Bed II  | = $440^\circ\text{C}$ |
| Bed III | = $430^\circ\text{C}$ |
| Bed IV  | = $420^\circ\text{C}$ |

Konversi Pada masing-masing *Bed* :

|         |         |
|---------|---------|
| Bed I   | = 60%   |
| Bed II  | = 27%   |
| Bed III | = 7%    |
| Bed IV  | = 5.73% |

## 4. Unit Air Drying & $\text{SO}_3$ Absorbtion

Air yang terdapat dalam Udara diserap dengan menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat didalam menara pengering, Sedangkan didalam menara penyerap menyerap gas  $\text{SO}_3$  dengan air menjadi  $\text{H}_2\text{SO}_4$





Temperatur Absorpsi dijaga 80°C dan konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dijaga pada 98.5 %. Untuk Menjaga temperatur produk (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) maka panas yang terjadi dilewatkan HE untuk didinginkan.

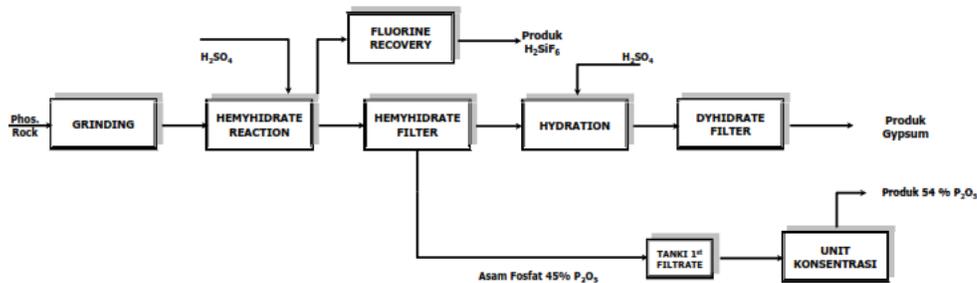
## II.1.2 Unit Asam Fosfat

### II.1.2.1 Bahan Baku

1. Phosphate Rock
  - a. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : min 32% wt
  - b. Pb : 1,411 gr/mL
  - c. H<sub>2</sub>O : max 25% wt
  - d. CaO : min 51% wt
  - e. SiO<sub>2</sub> : 2,5 – 5,0% wt
  - f. SO<sub>3</sub> : max 2% wt
  - g. F : min 3% wt
  - h. CO<sub>2</sub> : 4,5 - 6% wt
2. Asam Sulfat Technical Grade
  - a. Kadar asam sulfat : min 98,0%
  - b. Specific gravity : 1,82 – 1,824
  - c. Impurities : 115 ppm

### II.1.2.2 Proses Produksi Asam Fosfat

Pabrik asam fosfat di PT Petrokimia Gresik menggunakan teknologi *Nissan C Process* dengan kapasitas produksi sebesar 610 Ton/hari. Proses pembuatan asam sulfat berbasis reaksi hemihidrate-dihidrate. Tahapan pembuatan asam fosfat antara lain : rock grinding, reaction dan hemihydrate filtration, conversion dan dihydrate filtration, flourine recovery, dan concentration.

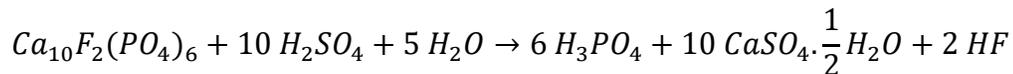


Gambar II. 2 Diagram Alir Produksi Asam Fosfat

Uraian Proses :

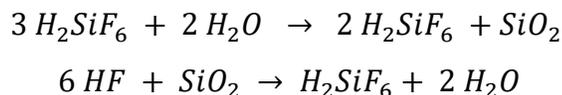
Phosphate rock sebagai bahan baku utama pada pembuatan asam fosfat dihancurkan dalam grinder yang kemudian dihaluskan dengan screen and ball mill untuk umpan reaksi. Proses reaksi antara phosphate rock dengan asam sulfat menjadi fosfat terjadi dalam reaktor dengan suhu 90-104°C.

Reaksi :



Selanjutnya dilakukan penyerapan  $SiF_4$  dan HF dengan menggunakan larutan  $H_2SiF_6$  encer sehingga menjadi  $H_2SiF_6$  dengan konsentrasi 18-20%.

Reaksi :



Hemihidrate slurry melalui proses filtrasi dimana filtrat dari filtrasi kedua digunakan sebagai returnacid. Kemudian dilanjutkan dengan proses hidrasi hemihidrate cake dengan asam sulfat. Filtrat dari proses filtrasi dehydrateslurry digunakan untuk pencucian pada hemifilter sedangkan cake dijadikan produk berupa phosphogypsum. Hasil filtrat yang awalnya memiliki kadar  $P_2O_5$  45% dipadatkan menjadi asam fosfat pekat 54%.

## II.1.3 Unit Ammonium Sulfat (ZA)

### II.1.3.1 Bahan Baku



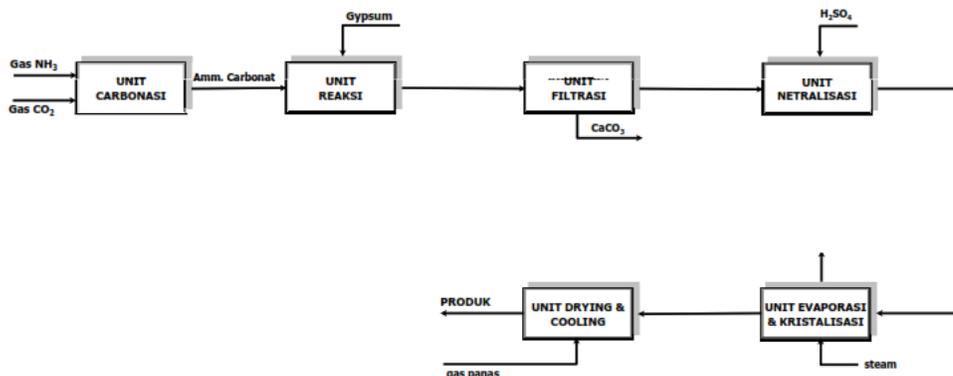
Bahan baku pembuatan ZA II ini antara lain adalah amonia, karbondioksida, phospo gypsum dan asam sulfat. Spesifikasinya sebagai berikut:

1. Ammonia ( $\text{NH}_3$ )
  - a. Bentuk : Cair, Gas
  - b. Suhu :  $-33^\circ\text{C}$  (Cair),  $35-45^\circ\text{C}$
  - c. Tekanan : Atmosferik (Cair),  $1.2 - 1,3 \text{ kg/cm}^2$
  - d. Kandungan :  $99\% - 99.5\%$
  - e. Sumber : Departemen I (gas dan cair), Departemen II (cair)
2. Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ )
  - a. Bentuk : Gas
  - b. Suhu :  $35^\circ\text{C}$
  - c. Tekanan :  $0.44 \text{ kg/cm}^2$
  - d. Kandungan :  $99\% \text{ min}$
  - e. Sumber : Departemen I
3. Asam Sulfat
  - a. Bentuk : Cair
  - b. Suhu :  $34^\circ\text{C}$
  - c. Tekanan : atmosferik
  - d. Kandungan :  $98.5\%$
4. Fosfo Gypsum
  - a. Bentuk : Padat
  - b.  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  :  $97\% \text{ min}$
  - c. F total :  $0.69\% \text{ min.}$
  - d.  $\text{P}_2\text{O}_5$  Total :  $0.33\% \text{ min}$
  - e. CaO :  $3.69\% \text{ min}$
5. Anti Cacking ( AFFA / Anti Free Flowing Agent )
  - a. Bentuk : Padatan
  - b. Ketampakan : Kuning-Coklat
  - c. SG (Spesific Gravity) :  $0.800-0,950 (70^\circ\text{C})$

- d. Viskositas : 50 cps pada 70°C
- e. Titik leleh : 60°C

### II.1.3.2 Proses Produksi Ammonium Sulfat (ZA)

Pabrik amonium sulfat (ZA II) dapat memproduksi amonium sulfat dengan kapasitas 813 Ton/hari dengan kadar air sebanyak 0,15%. Proses pembuatan amonium fosfat dibagi menjadi 4 unit yaitu unit reaksi, unit filtrasi. Unit konsentrasi, dan *unit finishing*. Proses pembuatan amonium sulfat dibagi menjadi beberapa unit yaitu unit *carbonation* /pembuatan amonium karbonat, unit reaksi dan *gas scrubbing*, unit filtrasi, unit netralisasi, unit evaporasi dan kristalisasi, unit pengeringan dan pendinginan, dan unit pengantongan.



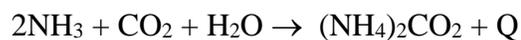
**Gambar II. 3 Diagram Alir Produksi Ammonium Sulfat**

Uraian Proses :

#### 1. Karbonasi.

Peralatan utama yang digunakan adalah carbonation tower yang berfungsi dalam pembuatan amonium karbonat (Carbonat liquor).

Reaksi utamanya :



Suhu gas CO<sub>2</sub> yang terdapat didalam tube di turunkan sampai 27°C sedangkan amonia cair diubah menjadi gas dengan memasukkannya kedalam sisi shell CO<sub>2</sub> Chiller. Gas tersebut kemudian dipanaskan lebih lanjut sampai



suhu 27°C dan masuk kedalam Carbonation tower, sedangkan CO<sub>2</sub>nya ditekan dengan Compressor sampai 1,2 kg/cm<sup>2</sup> suhu +80°C masuk Tower.

Produk larutan (Carbonat Liquor) dari dasar tower dialirkan ke Storage Tank sedangkan gas yang lolos di bagian atas diserap oleh Scrubber Liquor dan yang tak terserap dialirkan ke Reaksi dan Penyerapan Gas.

## 2. Reaksi dan penyerapan gas.

Peralatan utama yang dipakai adalah Reaction Vessel berpengaduk. Amonium karbonat dan pospho gypsum membentuk Reaction Magma (slurry) dan Gas Scrubber menyerap gas NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> yang lolos di Carbonation, Reaction, Filtration & Neutralization

Reaksi:



Gypsum dari Pa Plant masuk ke atas Reaktor I suhu +65°C melalui Vortex Mixer dicampur dengan karbonat liquor sedangkan Reaktor berikutnya suhu operasi 70-73°C dan dari bawah Reaktor slurry dikirim ke Filtrasi

Gas-gas yang mengandung NH<sub>3</sub> dan CO<sub>2</sub> masuk bawah Scrubber dikontakkan CO<sub>2</sub> kondensat /proses kondensat dari atas. Scrubber liquor selanjutnya dikirim ke Karbonation Tower sedangkan sisa gas yang terserap dibuang ke atmosfer melalui Stack.

## 3. Filtrasi.

Dalam tahapan ini tidak ada reaksi pemisahan larutan ZA dengan padatan kapur. Kapur yang masih berada dalam larutan diendapkan di bejana pengendap kapur(Chalk Settler). Pada Primary Filter larutan ZA dari Reaktor terakhir dipisahkan filtrat (strong liquor) sebagai produk filter dan cake yang akan dilarutkan dengan weak liquor untuk diumpankan ke Secondary Filter

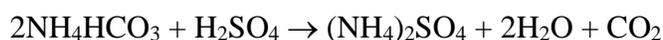
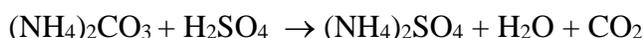
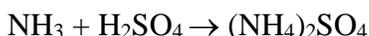
Pada Secondary Filter terjadi proses pemisahan cake (kapur) dengan filtratnya berupa weak liquor yang dipakai sebagai pelarut cake filtrat pertama dan untuk pencuci cake serta pencuci kain pada filter pertama. Strong liquor



dari Primary Filter masih mengandung solid sehingga diendapkan dulu dalam Settler sampai terjadi pengendapan pada dasar Settler sebagai sludge dan overflownya merupakan produk strong liquor untuk dikirim ke Liquor Storage Tank .

4. Netralisasi.

Reaksi yang terjadi :



Pada tahapan ini kelebihan  $\text{NH}_3$  dan ammonium karbonat dinetralkan dengan asam sulfat menjadi ZA tambahan, sedangkan  $\text{CO}_2$  terlepas. Hasil dari reaksi-reaksi tersebut membentuk ammonium sulfat tambahan yang selanjutnya dengan pompa dikirim ke Evaporator dan gas  $\text{CO}_2$  yang lepas dihisap dengan blower untuk dibawa ke *Scrubber* .

5. Evaporasi dan kristalisasi.

Peralatan utamanya adalah Evaporator Crystalizer jenis Calandria yang berfungsi menguapkan  $\text{H}_2\text{O}$  dari larutan ZA supaya larutan menjadi pekat hingga terbentuk kristal ammonium sulfat sedangkan untuk memisahkan kristal dan larutannya digunakan Centrifuge.

Larutan ZA masuk Evaporator I ( $P = 0,93 \text{ kg/cm}^2.A$ ) sisi tube untuk memekatkan sampai mendekati jenuh pada suhu  $98^\circ\text{C}$  dengan pemanas steam di sisi shell. Slurry dari Evaporator I selanjutnya dikirim ke Centrifuge untuk memisahkan kristal dari larutannya. Kristal basah dikirim ke unit Dryer Heat Exchanger sedangkan larutan/mother liquor disirkulasi ke Evaporator III.

6. Pengeringan dan pendinginan kristal.

Pada tahapan ini kristal ZA basah dari Centrifuge dikeringkan serta didinginkan di Rotary Dryer dan ditambah Anti Cacking/Armoflo 11 sedangkan pengeringan dengan panas yang berasal dari pembakaran LSFO.



Kristal basah dikeringkan dengan hembusan udara panas dari Furnace suhu  $162^{\circ}\text{C}$  pada bagian Drying sedangkan dibagian Heat Exchanger kristal didinginkan dengan udara dari Heat Exchanger Air Feed Fan.

Produk kristal selanjutnya dikirim ke pengantongan atau Bulk Storage dengan spesifikasi : bentuk kristal, ukuran 70% tertahan tyler mesh 30, kadar nitrogen 21% berat, asam bebas 0,1% berat dan  $\text{H}_2\text{O}$  0,15% berat maksimum.

#### 7. Penampungan Produk

Produk ZA kering yang keluar dari dryer dengan Bucket elevator dikirim ke bagian Hopper dan diangkat dengan belt conveyor menuju bagian pengantongan dan untuk selanjutnya dilakukan proses pengepakan.