

## BAB III

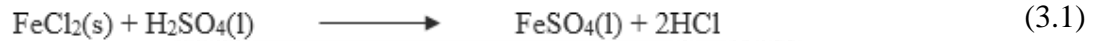
### PERANCANGAN PROSES

Untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan maka pada perancangan pabrik *ferrous sulphate heptahydrate* perlu memilih proses yang tepat agar proses produksi lebih efektif dan efisien.

#### 3.1 Uraian Proses

Bahan Baku  $H_2SO_4$  98% disimpan dalam Tangki Penyimpanan (T-01) pada suhu  $30^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Dari Tangki  $H_2SO_4$  dialirkan ke *Mixer* (M-01) menggunakan pompa (P-01) untuk diturunkan konsentrasinya menjadi 30%. Air yang digunakan untuk menurunkan konsentrasi  $H_2SO_4$  berasal dari utilitas yang dialirkan menggunakan pompa (P-02) menuju *Mixer*. Selanjutnya  $H_2SO_4$  30% dari *Mixer* dicampurkan dengan *pickling liquor* yang berasal dari Tangki *pickling liquor* (T-02) menggunakan *mixing valve* untuk dialirkan ke Reaktor Alir Tangki Berpengaduk. Proses reaksi dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk berlangsung dengan suhu  $85^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Kondisi operasi harus dijaga pada suhu  $85^\circ C$  agar tidak terjadi oksidasi yang dapat menyebabkan larutan menjadi ferrisulfat. Waktu reaksi yang dibutuhkan adalah 4 jam (Sumber: Patent,0281732)

Untuk menghasilkan kemurnian produk yang tinggi 99% berat, tekanan harus dijaga pada 1 atm. Setelah larutan asam sulfat dan *pickling liquor* tercampur, maka reaksi yang terjadi adalah :



Reaksi yang terjadi adalah endotermis sehingga terjadi kekurangan panas. Larutan hasil reaksi yang keluar dari reaktor kemudian dialirkan ke dalam Evaporator (EV-01) menggunakan pompa (P-04) untuk dipekatkan pada suhu  $100^\circ\text{C} - 105^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Selanjutnya hasil keluaran dari Evaporator (EV-01) dialirkan menuju *Cristalizer* (CR-01) menggunakan *Screw Conveyor* (SC-01) untuk membentuk kristal *ferrous sulphate heptahydrate* ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), proses ini dilakukan selama 4 – 9 jam. Kemudian hasil kristal dilakukan proses penyaringan oleh *centrifudge* (CF-01) agar terpisah antara kristal *ferrous sulphate heptahydrate* dengan larutan induknya. Selanjutnya kristal *ferrous sulphate heptahydrate* dialirkan menggunakan *Screw Conveyor* (SC-02) menuju *Rotary Dryer* (RD-01) untuk dilakukan proses pengeringan menggunakan udara panas yang diperoleh dari udara sekitar, sebelum udara panas masuk ke dalam *Rotary Dryer* (RD-01) dilakukan *Filter* (F-01) dan pemanasan menggunakan *Heat Exchanger* (HE-03) agar mencapai suhu  $102^\circ\text{C}$ . Proses pengeringan berlangsung dengan waktu 22 menit. Selanjutnya *ferrous sulphate heptahydrate* yang keluar dari *Rotary Dryer* (RD-01) masih dalam kondisi suhu  $60^\circ\text{C}$  didinginkan menggunakan *Fan Cooler* (FC-01) dan dimasukkan sementara ke Silo (S-01) untuk dilakukan tahap pengemasan.

### 3.2 Spesifikasi Alat

#### 3.2.1 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Kode : T-01

Fungsi : Menyimpan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98%

Jenis : Tangki silinder tegak dengan dasar tangka dana tap berbentuk  
*conical.*

Jumlah : 1 unit

Volume : 640,367 m<sup>3</sup>

Bahan : *Stainless stell SA 167 Grade 3*

Kondisi Operasi: Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C

Dimensi Tangki : 12,2 m

Tinggi Tangki : 7,7 m

Tinggi *Roof* : 2,2 m

Tebal Head : 0,19 in

Tebal *Bottom* : 0,25 in

Harga : US\$ 271.600

### 3.2.2 Mixer

Kode : M-01

Fungsi : Menurunkan konsentrasi Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan

menggunakan  $H_2O$

Tipe : *Mixer*

Jumlah : 1 unit

Volume : 5,840 m<sup>3</sup>

Bahan : *Stainless Steel SA 187 Grade A*

Kondisi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 33°C

Dimensi

Diameter : 1,472 m

Tebal Shell : 0,250 m

Tinggi Mixer : 3,520 m

Volume Mixer : 5,840 m<sup>3</sup>

Pengaduk

Jenis : *Three Blade Marine Propeller*

Dimensi Impller : 0,5 m

Kecepatan : 251 Rpm

Power Pengaduk : 5 Hp

Harga : US\$ 591.900

### 3.2.3 Tangki Penyimpanan *Pickling Liquor*

Kode : T-02

Fungsi : Menyimpan bahan baku *pickling liquor*

Jenis : Tangki Silinder Tegak dengan dasar tegak dan atap berbentuk  
*conical*

Jumlah : 1 unit

Volume : 125,202 m<sup>3</sup>

Bahan : *Carbon Stell SA 283 Grade C*

Kondisi Operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C

Dimensi Tangki : 6,1 m

Tinggi Tangki : 4,8 m

Tinggi *Roof* : 1,1 m

Tebal *Head* : 0,19 in

Tebal *Bottom* : 0,25 in

Harga : US\$ 21.300

### 3.2.4 Reaktor

Kode : R

Fungsi : Mereaksikan *pickling liquor* dengan asam sulfat

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Jumlah : 1 unit

Volume : 186,819 m<sup>3</sup>

Bahan : *Stainless Stell SA 28 Grade C*

Kondisi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 85 °C

Dimensi

Diameter Shell : 5,391 m

Tebal Shell : 0,437 m

Tinggi Reaktor : 10,382 m

Volume Shell : 183,486 m<sup>3</sup>

Dimensi Head

Tinggi Head : 1,148 m

Tebal Head : 0,438 in

Volume Head : 2,333 m<sup>3</sup>

### Pengaduk

Jenis : *Turbin 6 blade disk standart*

Jumlah : 1 buah

Diameter : 1,821 m

Lebar Pengaduk : 0,455 m

Jarak Pengaduk : 1,821 m

Kecepatan : 37 rpm

Power : 7,5 Hp

### Jaket Pemanas

Diameter dalam jaket : 5,486 m

Diameter luar jaket : 5,537 m

Tinggi Jaket : 9,344 m

Tebal Jaket : 1 in

Harga : US\$ 711.700

### 3.2.5 Evaporator

Kode : EV-01

Fungsi : Memekatkan larutan *Ferrous Sulphate* dengan menguapkan air

Tipe : *Single Effect Evaporator*

Jumlah : 1 unit

Bahan : *Carbon Steel SA 212 Grade A*

Kondisi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 105°C

Dimensi Vessel Evaporator

Diameter : 1,446 m

Tinggi : 8,215 m

Tebal Shell : 0,188 in

Tebal Head : 0,188 in

Tebal Bottom : 0,188 in

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 422.600

### 3.2.6 *Crystalizer*

Kode : CR-01

Fungsi : Mengkristalkan larutan  $\text{FeSO}_4$  yang keluar dari Evaporator

Tipe : *Swenson Walker Crystalizer*

Jumlah : 1 unit



Bahan : *Stainless steel SA-240 Grade C type 347*

Kondisi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 35°C

Diameter : 1,143 m

Panjang : 6,096 m

Tebal Dinding : 0,1875 in

Pengaduk

Jenis Pengaduk : *Helical Conveyor*

Panjang Pengaduk : 6,096 m

Daya Pengaduk : 1 Hp

Harga : US\$ 486.700

### 3.2.7 Centrifuge

Kode : CF-01

Fungsi : Memisahkan Kristal  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dengan *mother liquor*

Tipe : *Solid Bowl Centrifuge (Decanter Centrifuge)*

Jumlah : 1 unit

Volume : 11,519 m<sup>3</sup>

Bahan : *Low alloy steels, SA-240, 18Cr-8Ni Grade S*

Kondisi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 32°C

Dimensi Vessel *Centrifuge*

Diameter : 1,401 m

Panjang : 4,204 m

Tebal Shell : 0, 188 in

Dimensi *Solid Bowl Centrifuge*

Tipe : *Helical Conveyor*

Diameter *Bowl* : 0,61 in

Panjang *Bowl* : 1,24 m

Kecepatan : 4000 rpm

Daya Motor : 20 Hp

Daya *Conveyor* : 1 Hp

Harga : US\$ 199.900

### 3.2.8 Rotary Dryer

Kode : RD-01

Fungsi : Meringankan produk  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Tipe : *Counter current direct – heat rotary dryer*

Jumlah : 1 unit

Bahan : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Kondisi : Tekanan : 1 atm

Suhu masuk : 35°C

Suhu Keluar : 60°C

Suhu udara panas : 102°C

Panjang *Flight* : 22,688 m

Jumlah *Flight* : 6 ft

Kecepatan Putaran : 9,989 rpm

Motor Penggerak : 5 Hp

Waktu tinggal : 22,41 menit

Harga : US\$ 97.800



### 3.2.9 Pompa

Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi Pompa

| Parameter               | P-01  | P-02   | P-03   | P-04   |
|-------------------------|---|--|--|--|
| <b>Fungsi</b>           | Mengalirkan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ke <i>Mixer</i> (M-01) | Mengalirkan air dari utilitas ke <i>Mixer</i> (M-01) | Mengalirkan larutan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dari <i>Mixer</i> (M-01) ke Reaktor | Mengalirkan larutan <i>Pickling Liquor</i> dari Tangki (T-02) ke Reaktor |
| <b>Type</b>             | <i>Centrifugal Pump</i>   | <i>Centrifugal Pump</i>                              | <i>Centrifugal Pump</i>  | <i>Centrifugal Pump</i>  |
| <b>Bahan Konstruksi</b> | <i>Stainless Steel SA 187 Grade A</i>                             | <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>                   | <i>Stainless Steel SA 187 Grade A</i>  | <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>                                       |
| <b>Kapasitas</b>        | 14,07 gpm   | 56,97 gpm  | 77,65 gpm  | 6,92 gpm   |
| <b>Power Pompa</b>      | 0,42 Hp   | 0,65 Hp  | 1,91 Hp  | 1,5 Hp   |
| <b>Jumlah</b>           | 2 Buah  | 2 Buah   | 2 Buah   | 2 Buah   |
| <b>Harga (peralat)</b>  | US\$ 8.100  | US\$ 5.400   | US\$ 8.100   | US\$ 6.000   |

| Parameter               | P-05   | P-06  |
|-------------------------|--|---|
| <b>Fungsi</b>           | Mengalirkan larutan FeSO <sub>4</sub> dari Reaktor ke Evaporator | Mengalirkan larutan FeSO <sub>4</sub> dari Evaporator ke <i>Crystalizer</i> |
| <b>Type</b>             | <i>Centrifugal Pump</i>  | <i>Centrifugal Pump</i>   |
| <b>Bahan Konstruksi</b> | <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>                               | <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>  |
| <b>Kapasitas</b>        | 263,77 gpm   | 134,23 gpm  |
| <b>Power Pompa</b>      | 1,43 Hp  | 0,06 Hp   |
| <b>Jumlah</b>           | 2 Buah   | 2 Buah  |
| <b>Harga (peralat)</b>  | US\$ 11.400  | US\$ 11.400   |

### 3.2.10 Heat Exchanger

Tabel 3. 2 Tabel Spesifikasi *Heat Exchanger*

| Parameter               | H-01  | H-02   |
|-------------------------|---|--|
| Fungsi                  | Menaikkan suhu larutan <i>Pickling Liquor</i> masuk ke reaktor dari suhu 30°C menjadi suhu 85°C | Menaikkan suhu udara lingkungan masuk ke RD-01 dari suhu 30°C menjadi suhu 102°C |
| Tipe                    | <i>Double pipe Heat Exchanger</i>   | <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>   |
| Bahan Konstruksi        | <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>  | <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>   |
| ID (shell)              | -   | 17,25 in   |
| ID (Tube)r              | -   | 0,620 in   |
| OD (Tube)               | -   | 0,750 in   |
| BWG                     | -   | 16   |
| Pitch                   | -   | 0,9375 in  |
| Pass                    | -   | 1  |
| <i>Annulus</i>          |   |  |
| Jenis Fluida            | <i>Pickling Liquor</i>  | -  |
| OD                      | 1,66 in   | -  |
| ID                      | 1,38 in   | -  |
| <i>Inner Pipe</i>       |   |  |
| Jenis Fluida            | <i>Steam</i>  | -  |
| OD                      | 1,05 in   | -  |
| ID                      | 0,82 in   | -  |
| Luas Transfer Panas     | 11,99 ft <sup>2</sup>   | 758,136 ft <sup>2</sup>  |
| Jumlah <i>Hair Pin</i>  | 3 buah  | -  |
| Panjang <i>Hair Pin</i> | 12 ft   | -  |
| Jumlah                  | 1 Buah  | 1 Buah   |
| Harga                   | US\$ 1.100  | US\$ 41.100  |

### 3.2.20 Screw Conveyor 01

|                    |   |
|--------------------|---|
| Kode               | : SC-01   |
| Fungsi             | : Mengangkut produk $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari CR-01 ke CF-01 |
| Tipe               | : <i>Holicoid Screw Conveyor</i>  |
| Bahan Konstruksi:  | <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>  |
| Jumlah             | : 1 unit  |
| Suhu               | : 30°C  |
| Kapasitas          | : 500 ft <sup>3</sup> /jam  |
| Diameter           | : 6 in  |
| Panjang            | : 5 m   |
| Kecepatan Putaran: | 200 rpm   |
| Daya               | : 4 Hp  |
| Harga              | : US\$ 2.800  |

### 3.2.21 Screw Conveyor 02

|                   |   |
|-------------------|---|
| Kode              | : SC-02   |
| Fungsi            | : Mengangkut produk $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dari CF-01 ke RD-01 |
| Tipe              | : <i>Holicoid Screw Conveyor</i>  |
| Bahan Konstruksi: | <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>  |

Jumlah : 1 unit  
 Suhu : 30°C  
 Kapasitas : 74 ft<sup>3</sup>/jam

Diameter : 3 in

Panjang : 5 m

Kecepatan Putaran: 250 rpm

Daya : 0,75 Hp

Harga : US\$ 1.500

### 3.2.22 Filter

Kode : F-01

Fungsi : Menyaring pengotor debu yang terbawa oleh udara segar

Tipe : *Bag House Filter*

Bahan Konstruksi: *Carbon Steel SA 283 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Suhu : 30°C

Diameter Bag : 8 in

Panjang Bag : 8 ft

Jumlah Bag : 4 buah

Luas Cloth : 66,99 ft<sup>2</sup>

Harga : US\$ 69.000

### 3.2.23 Blower

Kode : BL-01

Fungsi : Mengalirkan udara ke HE-03

Tipe : Blower Sentrifugal

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Daya : 0,083 Hp

Harga : US\$ 2.600

### 3.2.24 Belt Conveyor

Kode : BC-01

Fungsi : Memindahkan kristal FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O dari RD-01 ke FC-01

Tipe : Belt Conveyor

Suhu : 30°C

Tekanan : 1 atm

Panjang Belt : 10 m

Lebar Belt : 0,36



Daya : 0,125 Hp

Harga : US\$ 10.900

### 3.2.25 Bucket Elevator

Kode : BE-01

Fungsi : Mengangkut produk  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dari FC-01 ke SL-01

Shaft Diameter :

Head : 2,437 in

Tail : 1,687 in

Diameter Pulley :

Head : 20,5 in

Tail : 14 in

Tinggi : 15 m

Kecepatan : 5,952 ft/min

Putaran : 1,111 rpm

Daya : 0,05

Harga : US\$ 17.700

### 3.3 Prancangan Produksi

#### 3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada jumlah bahan baku yang tersedia di sekitar wilayah pabrik di bangun, serta ketentuan kapasitas bahan baku minimal. Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan dari bahan baku terhadap kapasitas pabrik. Bahan baku *pickling liquor* diperoleh dari PT. Angkasa Raya Steel, dan untuk bahan baku Asam Sulfat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur.

#### 3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.