

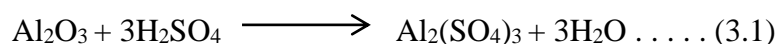
## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan Aluminium Sulfat dengan menggunakan bahan baku bauksit dan asam sulfat 98% pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Asam sulfat 98% dari tangki dialirkan ke *mixer* (M - 01), kemudian diencerkan dengan menggunakan H<sub>2</sub>O sehingga menjadi asam sulfat 80%. Asam sulfat 80% dengan keluaran sebanyak 5084,8499 kg/jam menuju *heat exchanger* (HE - 01) untuk menaikkan suhu 110°C sebelum masuk reaktor. Bauksit dari silo penyimpanan yang berukuran 200 *mesh* sebanyak 2541,9317 kg/jam diumpankan kedalam reaktor. Larutan asam sulfat 80% dan bauksit bereaksi di dalam reaktor. Jenis reaktor yang digunakan adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) atau *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dengan kondisi operasi 110°C dan tekanan 1 atm bereaksi selama 3 jam. Reaksi yang terjadi didalam reaktor sebagai berikut :

Reaksi utama :



Reaksi samping :



Produk keluaran dari reaktor yang dihasilkan berupa *slurry*, kemudian produk keluaran dari reaktor di dinginkan terlebih dahulu

dari suhu 110°C menjadi 70°C dalam *cooler* (CO-01) kemudian diumpankan ke *netrallizer*. Asam sulfat sisa hasil reaksi kemudian dinetralkan oleh barrium sulfida (BaS) di dalam *netrallizer* (N-01) pada kondisi operasi 70 °C dan tekanan 1 atm. Reaksi netralisasi antara BaS dengan asam sulfat menjadi H<sub>2</sub>S, S, dan BaSO<sub>4</sub>. H<sub>2</sub>S dan S berupa gas keluar dari *netrallizer* (N-01) melalui atas yang kemudian dialirkan ke unit pengolahan limbah (UPL). Keluaran *netrallizer* (N-01) kemudian diumpankan ke *centrifuge-01* (CF-01) untuk memisahkan padatan dengan cairannya. Padatan yang sudah terpisah kemudian menuju UPL. Sedangkan cairannya yaitu larutan aluminium sulfat yang keluar dari *centrifuge-01* kemudian masuk ke alat *crystallizer* (CR-01). Di dalam *crystallizer* (CR-01) akan mengalami pengkristalan pada suhu 35 °C. Hasil *crystallizer* (CR-01) berupa produk berbentuk garam. Produk hasil keluaran *crystallizer* masuk ke dalam *rotary drum vacuum filter* (RDVF-01) untuk memisahkan produk kristal dengan *mother liquor*. *Mother liquor* di alirkan menuju UPL. Produk keluaran dari *rotary drum vacuum filter* (RDVF-01) kemudian masuk ke *rotary dryer* untuk mengurangi kandungan air yang terkandung dalam kristal Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> dengan menggunakan udara panas. Hasil produk dari *rotary dryer* (RD-01) berupa kristal Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.3H<sub>2</sub>O dengan kemurnian 98% dibawa oleh *belt conveyor* (BC-03) menuju silo produk.

### 3.2 Spesifikasi Alat

#### 1. Tangki Penyimpanan Bahan Baku Asam Sulfat (T - 01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku asam sulfat selama  
14 hari

Jenis : Tangki silinder tegak dengan *flat bottom*  
dengan *conical roof*

Bahan : *Stainless Steel SA - 167 Grade 304*

Fase : Cair

Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm

Suhu : 30°C

Spesifikasi : Diameter : 15,2400 m

Tinggi : 10,0887 m

Tebal *shell* : 0,5 in

Tebal *head* : 2 in

Jumlah : 1

Harga : \$ 176.745

#### 2. Silo Bauksit (S - 01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku padatan bauksit  
selama 7 hari

Jenis : *Cylindrical vessel design* dengan dasar  
*conical*

Bahan	: <i>Carbon Steel SA- 283 Grade C</i>
Fase	: Padatan
Kondisi operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : 30 °C
Spesifikasi	: Diameter : 4,8136 m Tinggi : 7,8520 m Tebal <i>shell</i> : 1,5 in
Kapasitas	: 5530,6503 ft <sup>3</sup>
Jumlah	: 1
Harga	: \$ 40.059

### 3. Silo Barium Sulfida (S - 02)

Tugas	: Menyimpan barium sulfida (BaS) selama 7 hari
Jenis	: <i>Cylindrical vessel design</i> dengan dasar <i>conical</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA - 167 Grade 304</i>
Fase	: Padatan
Kondisi operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : 30 °C
Spesifikasi	: Diameter : 2,1139 m Tinggi : 3,4482 m Tebal <i>shell</i> : 0,1875 in

Kapasitas : 468,4005 ft<sup>3</sup>  
 Jumlah : 1  
 Harga : \$ 12.468

#### 4. Silo Alumunium Sulfat (S-03)

Fungsi : Menyimpan produk aluminium sulfat  
 Jenis : *Cylindrical vessel design* dengan dasar  
*conical*  
 Bahan : *Carbon Steel SA- 283 Grade C*  
 Fase : Padatan  
 Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm  
 Suhu : 30 °C  
 Spesifikasi : Diameter : 7,5656 m  
 Tinggi : 12,3410 m  
 Tebal *shell* : 1,5 in  
 Tebal *head* : 1,5 in  
 Jumlah : 1  
 Harga : \$ 126.296

#### 5. Mixer (M - 01)

Fungsi : Mengencerkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% dengan  
 H<sub>2</sub>O  
 Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk  
 Bahan : *Stainless Steel SA - 167 Grade 304*

Kondisi operasi	: Tekanan	: 1 atm
	Suhu	: 30 °C
Ukuran	: Diameter <i>mixer</i>	: 2,8956 m
	Tinggi <i>shell</i>	: 4,1785 m
	Tinggi <i>mixer</i>	: 4,1912 m
	Tebal <i>head</i>	: 0,25 in
	Tebal <i>shell</i>	: 0,25 in
Jenis pengaduk	: - <i>Flat Blades Turbins Impeller</i>	
	- Jumlah <i>baffle</i> 4 buah	
Diameter pengaduk	: 0,9286 m	
Panjang <i>impeller</i>	: 0,2413 m	
Lebar pengaduk	: 0,5791 m	
Lebar <i>baffle</i>	: 0,2413 m	
Jumlah <i>impeller</i>	: 1	
Kecepatan pengaduk	: 68 rpm	
Daya	: 0,5 Hp	
Harga	: \$ 84.274	

## 6. Reaktor (R - 01)

Fungsi	: Mereaksikan asam sulfat 80% dengan bauksit
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB)

Bahan	: <i>Stainless Steel SA - 167 Grade 304</i>
Jumlah	: 2 , disusun seri
Kondisi operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : 110 °C
Ukuran	: Diameter : 2,8956 m Tinggi <i>shell</i> : 4,3145 m Tinggi reaktor : 5,4718 m Tebal <i>shell</i> : 0,25 in Tebal <i>head</i> : 0,25 in
Jenis pengaduk	: - <i>Flat Blades Turbins Impeller</i> - Jumlah <i>baffle</i> 4 buah
Diameter pengaduk	: 0,9652 m
Panjang <i>impeller</i>	: 0,2413 m
Lebar pengaduk	: 0,5791 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,2413 m
Jumlah <i>impeller</i>	: 3
Kecepatan pengadukan	: 125 rpm
Daya	: 200 Hp
Luas perpindahan panas	: 57,9814 ft <sup>2</sup>

**Jaket pendingin**

Diameter jaket	: 3,0019 m
Tinggi jaket	: 3,8856 m
Tebal jaket	: 0,375 in
Harga	: \$ 488.328

**7. *Netrallizer* (N - 01)**

Fungsi	: Menetralkan $H_2SO_4$ sisa hasil reaksi dengan barium sulfida (BaS)
Jenis	: Tangki silinder tegak berpengaduk
Bahan	: <i>Stainless Steel SA - 167 Grade 304</i>
Kondisi operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : 70 °C
Ukuran	: Diameter : 3,9624 m Tinggi <i>shell</i> : 5,6677 m Tinggi <i>netralizer</i> : 7,2557 m Tebal <i>shell</i> : 0,25 in Tebal <i>head</i> : 0,3125 in
Jenis pengaduk	: - <i>Flat Blades Turbins Impeller</i> - Jumlah <i>baffle</i> 4 buah
Diameter pengaduk	: 1,3208 m



Panjang <i>impeller</i>	: 0,3302 m
Lebar pengaduk	: 0,7925 m
Lebar <i>baffle</i>	: 0,3302 m
Jumlah <i>impeller</i>	: 3
Kecepatan pengadukan	: 100 rpm
Daya	: 450 Hp
Harga	: \$ 943.176

#### 8. *Centrifuge* (CF - 01)

Fungsi	: Memisahkan larutan aluminium sulfat ingin dikristalkan dengan padatannya
Bahan	: <i>Carbon Steel SA- 283 Grade C</i>
Jenis	: <i>Solid Bowl</i>
Ukuran	: Diameter <i>bowl</i> : 0,6096 m Panjang : 1,8288 m
Kecepatan putar	: 3000 rpm
Daya	: 25 Hp
Harga	: \$ 87.506

### 9. *Crystallizer (CR - 01)*

Fungsi	: Mengkristalkan aluminium sulfat keluaran <i>centrifuge</i> (CF - 01)
Jenis	: <i>Swanson walker crystallizer</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA- 283 Grade C</i>
Kondisi operasi	: Tekanan : 1 atm Suhu : 35 °C
Ukuran	: Diameter : 0,7620 m Panjang : 12,1920 m
Kapasitas	: 240,0312 lb/menit
Kecepatan pengadukan	: 30 rpm
Luas penampang	: 157 ft <sup>2</sup>
Daya	: 0,75 Hp
Harga	: \$ 97.204

### 10. *Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF-01)*

Fungsi	: Memisahkan antara kristal aluminium sulfat dengan cairannya
Bahan	: <i>Carbon Steel SA - 283 Grade C</i>
Ukuran	: Diameter drum : 0,406 m Panjang drum : 0,508 m
Pembagian area operasi	: Sudut pembentukan <i>cake</i> : 61° Sudut <i>first dewatering</i> : 117°

	Sudut <i>washing</i>	: 60°
	Sudut <i>second dewatering</i>	: 115°
	Sudut <i>dead zone</i>	: 20°
Harga	:	\$ 87.506

#### 11. *Rotary Dryer (RD - 01)*

Fungsi	:	Memisahkan antara Kristal aluminium sulfat dengan cairannya
Bahan	:	<i>Carbon Steel SA- 283 Grade C</i>
Kondisi operasi	:	Tekanan : 1 atm Suhu : 55 °C
Ukuran	:	Diameter : 4,5696 m Panjang <i>drum</i> : 6,8544 m
Kondisi operasi	:	Suhu udara masuk : 130 °C Suhu udara keluar : 91 °C Suhu umpan masuk : 30 °C Suhu produk keluar : 55 °C Suhu bola basah : 88 °C
Harga	:	\$ 196.255

**12. Heater (HE - 01)**

Fungsi	: Memanaskan Asam sulfat 80% keluaran dari <i>mixer</i> – 01 (M – 01) menuju reaktor (R – 01)
Jenis	: <i>Double Pipe</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA - 167 Grade 304</i>
Luas transfer panas	: 16 ft <sup>2</sup>
Panjang	: 12 ft
Jumlah <i>hairpin</i>	: 3
<b><i>Annulus</i></b>	
- IPS	: 2 in ; Sch no. 40
- <i>Pressure drop</i>	: 0,03 psi
- Fluida panas	: <i>Steam</i>
<b><i>Inner pipe</i></b>	
- IPS	: 1,25 ; Sch no. 40
- <i>Pressure drop</i>	: 0,07 psi
- Fluida dingin	: Asam sulfat
Harga	: \$ 2.193

**13. Heater (HE - 02)**

Fungsi	: Memanaskan udara sebelum masuk ke <i>rotary dryer</i> (RD - 01)
Jenis	: <i>Double Pipe</i>

Bahan : *Carbon Steel SA- 283 Grade C*

Luas transfer panas : 85 ft<sup>2</sup>

Panjang : 12 ft

Jumlah hairpin : 6

***Annulus***

- IPS : 3 in ; Sch no. 40

- *Pressure drop* : 0,5 psi

***Inner pipe***

- IPS : 2 in ; Sch no. 40

- *Pressure drop* : 0,3 psi

Harga : \$2.424

**14. Cooler (CL - 01)**

Fungsi : Menurunkan suhu produk keluaran dari reaktor (R-02) menuju *netrallizer* (N - 01)

Jenis : *Double Pipe*

Bahan : *Stainless Steel SA - 167 Grade 304*

Luas transfer panas : 7 ft<sup>2</sup>

Panjang : 12 ft

Jumlah *hairpin* : 1

***Annulus***

- IPS : 2 in ; Sch no. 40

- *Pressure drop* : 5 psi
- Fluida panas : Alumunium sulfat

***Inner pipe***

- IPS : 1,25 in ; Sch no. 40
- *Pressure drop* : 0,4 psi
- Fluida dingin : Air pendingin
- Harga : \$ 2.078

**15. *Blower (BL – 01)***

- Fungsi : Memberikan udara lingkungan ke  
*rotary dryer (RD – 01)*
- Jenis : *Blower centrifugal*
- Bahan : *Carbon Steel SA 283 Grade C*
- Kondisi operasi : Tekanan : 1 atm  
Suhu : 30 °C
- Volume udara masuk : 321.702 ft<sup>3</sup>/ menit
- Daya : 10 Hp
- Harga : \$ 15.354

**16. *Screw Conveyor (SC - 01)***

- Fungsi : Mengangkut bahan baku bauksit  
dari silo penyimpanan (S - 01)  
menuju *bucket elevator (BE - 01)*

Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Ukuran	: Diameter <i>flight</i> : 9 in
	Diameter pipa : 2,5 in
	Panjang : 30 ft
	Kecepatan putar : 40 rpm
Daya	: 0,17 Hp
Harga	: \$ 3.463

#### 17. *Screw Conveyor (SC - 02)*

Fungsi	: Mengangkut bahan baku BaS dari silo penyimpanan (S - 02) menuju <i>bucket elevator (BE - 02)</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Ukuran	: Diameter <i>flight</i> : 9 in
	Diameter pipa : 2,5 in
	Panjang : 35 ft
	Kecepatan putar : 40 rpm
Daya	: 0,05 hp
Harga	: \$ 6.580

#### 18. *Screw Conveyor (SC - 03)*

Fungsi	: Mengangkut kristal aluminium sulfat dari <i>crystallizer (CR-01)</i> ke <i>centrifuge (CF-02)</i>
--------	---

Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Ukuran	: Diameter <i>flight</i> : 10 in
	Diameter pipa : 2,5 in
	Panjang : 20 ft
	Kecepatan putar : 55 rpm
Daya	: 0,25 hp
Harga	: \$ 5.772

#### 19. *Hopper* (H - 01)

Fungsi	: Menampung sementara bauksit sebelum masuk reaktor (R - 01)
Jenis	: Tangki silinder <i>vertical</i> dengan dasar berbentuk <i>cone</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Kapasitas	: 3050,3180 kg/jam
Ukuran	: Diameter : 0,6039 m
	Tinggi : 0,9059 m
Harga	: \$2.424

#### 20. *Hopper* (H - 02)

Fungsi	: Menampung sementara BaS sebelum masuk <i>netrallizer</i> (N - 01)
Jenis	: Tangki silinder <i>vertical</i> dengan dasar berbentuk <i>cone</i>



Bahan	: <i>Stainless Steel SA - 167 Grade 304</i>
Kapasitas	: 335,5350 kg/jam
Ukuran	: Diameter = 0,2652 m Tinggi = 0,3979 m
Harga	: \$2.401

**Tabel 3.1 Spesifikasi *Bucket Elevator***

Spesifikasi	BE - 01	BE - 02	BE - 03
Tujuan	Mengangkut bauksit dari <i>screw conveyor</i> (SC - 01) menuju <i>hopper</i> (H - 01)	Mengangkut BaS dari <i>screw conveyor</i> (SC - 02) menuju <i>hopper</i> (H - 02)	Mengangkut produk aluminium sulfat dari <i>belt conveyor</i> (BC - 03) menuju silo penyimpanan produk (S - 03)
Jenis	<i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>	<i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>	<i>Continuous Discharge Bucket Elevator</i>
Kapasitas (ton/jam)	3,0503	0,3355	6,0606
Ukuran <i>bucket</i>	8 x 5 1/2 x 7 3/4 in	8 x 5 1/2 x 7 3/4 in	8 x 5 1/2 x 7 3/4 in
<i>Bucket spacing</i> (m)	8 in	8 in	8 in
Jumlah <i>bucket</i>	70 buah	80 buah	125 buah
Tinggi elevator	7 m	8 m	12,5 m
Kecepatan <i>bucket</i>	19,9987 ft/menit	0,6774 ft/menit	77,6459 ft/menit
Daya	5 hp	5 hp	3 hp
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Harga	\$11,313	\$14,084	\$16,162

**Tabel 3.2 Spesifikasi Belt Conveyor**

Spesifikasi	BC - 01	BC - 02
Tujuan	Mengangkut kristal aluminium sulfat dari <i>centrifuge</i> (CF - 02) menuju <i>rotary dryer</i> (RD - 01)	Mengangkut kristal aluminium sulfat dari <i>rotary dryer</i> (RD - 01) menuju silo penyimpanan (S - 03)
Jenis	<i>Closed Conveyor Belt</i>	<i>Air Cooled Conveyor</i>
Panjang <i>belt</i>	6,2382 m	6,2382 m
Lebar <i>belt</i>	0,3556 m	0,3556 m
Kecepatan <i>belt</i>	200 ft/menit	200 ft/menit
Kapasitas(ton/jam)	6,5862	6.0606
Daya	5 hp	3 hp
Bahan	<i>Carbon Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Harga	\$5,772	\$5,772

**Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa Alat Proses**

Spesifikasi	P - 01 A/B	P - 02 A/B	P - 03 A/B	P - 04 A/B	P - 05 A/B	P - 06 A/B
Fungsi	Mengalirkan asam sulfat 98% dari tangki penyimpanan (T - 01) menuju <i>mixer</i> (M - 01)	Mengalirkan asam sulfat 80% dari <i>mixer</i> (M - 01) menuju reaktor (R - 01)	Mengalirkan fluida keluaran reaktor (R-02) menuju (R-01)	Mengalirkan fluida keluaran reaktor (R-02) menuju <i>netrallizer</i> (N - 01)	Mengalirkan fluida keluaran <i>netrallizer</i> (N - 01) menuju <i>centrifuge</i> (CF - 01)	Mengalirkan fluida keluaran dari <i>centrifuge</i> (CF - 01) menuju <i>crystallizer</i> (CR - 01)
Jenis	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Reciprocating Pump</i>	<i>Reciprocating Pump</i>	<i>Reciprocating Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
NPS (in)	1,5	2	2	2	2	2

Lanjutan Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa Alat Proses

<i>Sch no.</i>	40					
Kapasitas (gpm)	12,1628	16,1110	16,9068	16,9068	18,2485	16,2408
<i>Head</i> pompa	5,5 m	5,8 m	5,8 m	8,3 m	3,9 m	3,8 m
<i>Power</i> pompa	0,75 hp	1,5 hp	2 hp	2 hp	1 hp	1 hp
<i>Power</i> motor	1 hp	1,5 hp	3 hp	3 hp	1,5 hp	1,5 hp
Jumlah pompa	2	2	2	2	2	2
Bahan	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Carbon Steel</i>
Harga	\$17.317	\$18.471	\$19,625	\$19,625	\$19,625	\$11,313

### 3.3 Perencanaan Produksi

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal merupakan faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

- a. Kemampuan pasar, yang dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu :
  1. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.

2. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
  - Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
  - Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
  - Mencari daerah pemasaran.

b. Kemampuan pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Material atau Bahan Baku

Dengan menggunakan material atau bahan baku yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang maksimal.

2. Manusia (Tenaga Kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, Oleh sebab itu sangat perlu dilakukan pelatihan atau *training* secara berkala pada karyawan, baik itu karyawan baru ataupun karyawan lama agar keterampilannya meningkat.

### 3. Peralatan atau Mesin

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.