



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Aluminium Sulfat dari Sulfuric Acid dan Alumina
Tryhydrate dengan Proses Giulini”

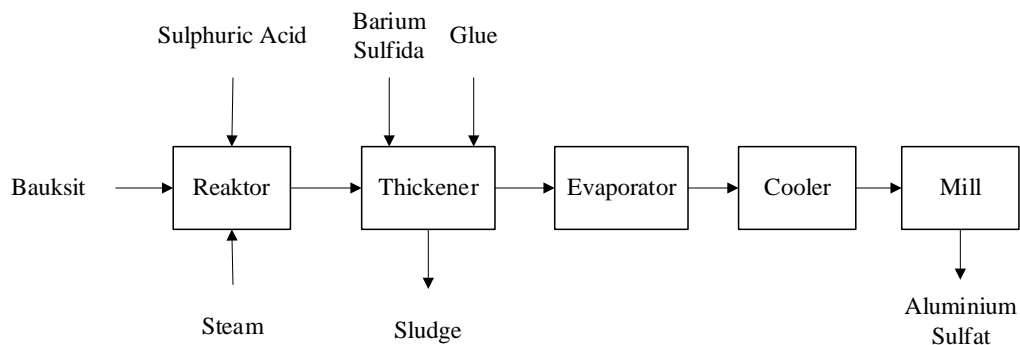
BAB II
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Tinjauan Proses

Proses pembuatan aluminium sulfat pada umumnya menggunakan bahan-bahan yang mengandung alumina (Al_2O_3) yang direaksikan dengan sulfuric acid atau sulfuric acid. Pembuatan aluminium sulfat dibedakan menjadi dua macam proses yakni :

1. Proses Dorr
2. Proses Giulini

II.1.1 Pembuatan Aluminium Sulfat dengan Proses Dorr

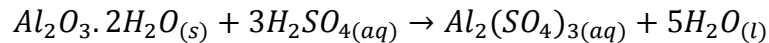


Gambar II.1 Diagram alir pembuatan aluminium sulfat dengan proses dorr

Aluminium sulfat diproduksi dengan mereaksikan antara sulfuric acid dan bauksit, umumnya alumina yang ada pada bauksit mempunyai rumus kimia $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$. Komponen bauksit berupa material tambang yang umumnya mengandung 1-3 molekul air dan impuritis seperti besi, silika, titanium dan selenium. Bauksit mengandung Al_2O_3 antara 52-57% dan mengandung 1-10% Fe_2O_3 . Batuan bauksit mula-mula dihancurkan dengan crusher sehingga ukuran partikelnya lebih kecil. Kemudian bauksit sebanyak 80% yang telah halus, diayak dengan screen 200 mesh. Setelah itu bauksit dimasukkan ke dalam reaktor dan direaksikan dengan sulfuric acid 60 °Be dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



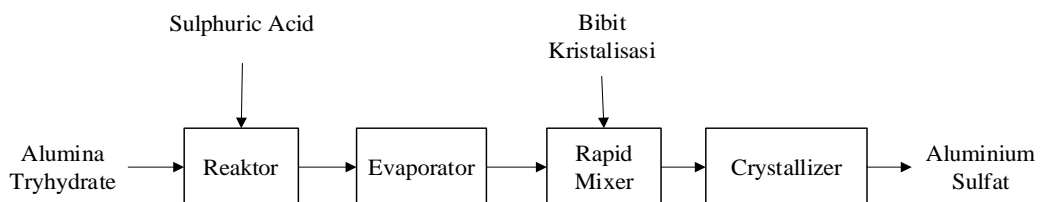
Pra Rencana Pabrik “Pabrik Aluminium Sulfat dari Sulfuric Acid dan Alumina Tryhydrate dengan Proses Giulini”



Campuran tersebut diaduk dan direaksikan pada suhu 105-110 °C menggunakan steam. Reaksi berlangsung pada reaktor berpengaduk dan dirangkai secara seri. Kemudian reaksi ditambahkan barium sulfida dalam bentuk abu hitam (*black ash*) untuk mereduksi feri sulfat menjadi fero sulfat dan untuk mengendapkan besi. Campuran dari reaktor diumpankan dalam thickeners dan dioperasikan secara *counter current* yang bertujuan untuk mengurangi partikel yang tidak terlarut dan dicuci dengan air hasil kondensat sehingga tidak mengandung alum. Untuk menghasilkan aluminium sulfat kering maka larutan aluminium sulfat yang sudah dijernihkan dipekatkan di dalam *steam-coil-heated evaporator* dari 35° Be sampai 59° Be.

Larutan aluminium sulfat diumpankan dalam flat pan dimana larutan didinginkan dan dipadatkan sehingga aluminium sulfat menjadi padat dan berbentuk panjang menyerupai slab atau papan. Aluminium menuju crusher yang pertama menggunakan conveyer untuk dihancurkan menjadi empat bagian, setelah melewati crusher yang pertama, maka bucket elevator membawa material tersebut menuju hammer mill untuk digiling sehingga ukurannya menjadi kurang lebih 8 mesh. Produk dari hammer mill kemudian discreen sehingga mendapatkan ukuran yang diinginkan. Aluminium sulfat disimpan dalam storage product (Faith, 1957).

II.1.2 Pembuatan Aluminium Sulfat dengan Proses Giulini



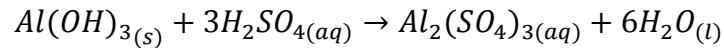
Gambar II.2 Diagram alir pembuatan aluminium sulfat dengan proses giulini



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Sulfuric Acid dan Alumina Tryhydrate dengan Proses Giulini”

Pada proses Giulini untuk memproduksi aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 14-23% dengan cara mereaksikan alumina tryhydrate $Al(OH)_3$ dengan sulfuric acid sesuai dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Di dalam proses Giulini, alumina tryhydrate direaksikan dengan sulfuric acid di dalam tangki bertekanan berpengaduk. Sebelum direaksikan dengan alumina tryhydrate, sulfuric acid terlebih dahulu dipanaskan dalam preheater. Sulfuric acid yang digunakan memiliki densitas sebesar $1,6 \text{ gr/cm}^3$. Pengadukan harus dihentikan setelah satu jam dikarenakan aluminium sulfat dapat terhidrolisis sehingga menyebabkan aluminium sulfat tidak larut dan sulfuric acid menjadi sangat asam. Aluminium sulfat kemudian dievaporasi menggunakan evaporator sehingga mampu menghasilkan larutan sebesar 60°Be . Untuk memproduksi aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 14-16% setelah dievaporasi, larutan aluminium sulfat diumpankan ke stone solidification boxes diaduk selama satu jam. Selanjutnya aluminium sulfat solid dibawa menuju proses penghalusan dan pengayakan dan kemudian dikemas.

Pada produksi aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 17-18% setelah dievaporasi larutan aluminium sulfat diumpankan menuju vacuum tank kemudian menuju rapid mixer untuk ditambahkan bibit kristalisasi kemudian diaduk pada temperatur 85°C setelah itu menuju ke proses kristalisasi. Pengecilan ukuran yang pertama menggunakan prebreaker dan pengecilan ukuran yang kedua menggunakan hammer mill, selanjutnya dilakukan pengayakan dan pengemasan.

Pada produksi aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 22-23% setelah dievaporasi larutan aluminium sulfat diumpankan menuju rapid mixer untuk ditambahkan bibit kristalisasi kemudian diaduk pada temperatur 85°C setelah itu menuju ke proses kristalisasi. Pengecilan ukuran yang pertama menggunakan hammer mil dan dilakukan proses pengayakan. Untuk mendapatkan kandungan Al_2O_3 sebesar 22-23% dilakukan proses kalsinasi dengan menggunakan vacuum



Pra Rencana Pabrik “Pabrik Aluminium Sulfat dari Sulfuric Acid dan Alumina Tryhydrate dengan Proses Giulini”

calcination oven. Hasil dari proses kalsinasi kemudian diangkut menuju pin mill yang dilengkapi dengan fasilitas pengisian dan pengayakan. Setelah melewati unit pengayakan, aluminium sulfat kemudian dikemas dalam paper polyethylene bag (Ulman, 1985).

II.2 Seleksi Proses

Pertimbangan mengenai seleksi proses pembuatan aluminium sulfat dituliskan pada tabel perbandingan berikut ini :

Tabel II.1 Perbandingan Proses Dorr dan Proses Giulini

NO	Parameter	Proses	
		Dorr	Giulini
1	Reaktor	3 Reaktor digester	1 Reaktor berpengaduk
2	Tekanan operasi reaktor	>1 atm	5 – 6 atm
3	Waktu reaksi	4 jam	10 menit – 1 jam
4	Suhu operasi reaktor	105 – 110 °C	160 °C
5	°Be evaporator	59 – 62 °Be	52 – 60 °Be
6	Bahan baku	Bauksit	Al(OH) ₃ ; Al ₂ O ₃
7	Bahan pendukung	Barium Sulfida ; glue	Bibit kristal aluminium sulfat
8	Produk	Aluminium sulfat (Al ₂ O ₃ 17%)	Aluminium sulfat (Al ₂ O ₃ 14 – 23%)
9	Hasil samping	1. Endapan Fe ₂ O ₃ 0,5% 2. <i>Insoluble material</i> <0,1%	1. Endapan Fe ₂ O ₃ 0,006 – 0,02% 2. <i>Insoluble material</i> <0,03%



Pra Rencana Pabrik “Pabrik Aluminium Sulfat dari Sulfuric Acid dan Alumina Tryhydrate dengan Proses Giulini”

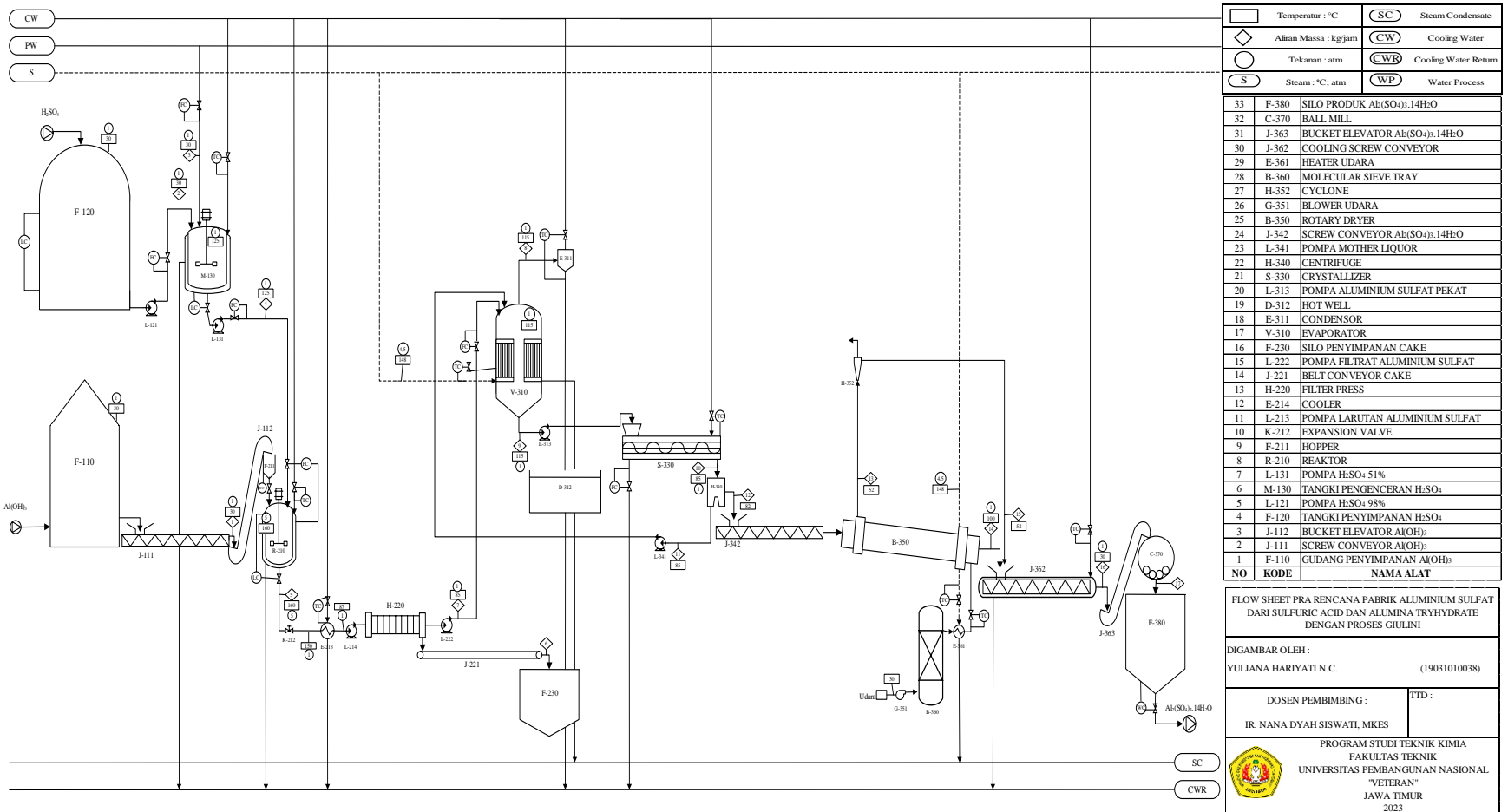
Berdasarkan tabel perbandingan proses pembuatan aluminium sulfat diatas, dipilih proses giulini dengan bahan baku berupa alumina tryhydrate dan sulfuric acid dengan pertimbangan bahwa reaktor, waktu reaksi, dan bahan pendukung yang dibutuhkan lebih sedikit sehingga biaya operasional yang dihasilkan juga lebih ekonomis. Kandungan Fe_2O_3 dan *insoluble material* pada hasil samping proses giulini juga lebih sedikit jumlahnya dibandingkan dengan proses dorr.

Spesifikasi produk aluminium yang dihasilkan pada proses giulini lebih beragam dibandingkan dengan proses dorr yakni aluminium sulfat dengan kadar Al_2O_3 14 – 23%. Pada perancangan pabrik aluminium sulfat ini akan diproduksi aluminium sulfat dengan kadar Al_2O_3 17 – 18%, karena produk tersebut merupakan produk *commercial grade* yang umum dipasarkan dan telah memenuhi kualitas standar aluminium sulfat yang ditetapkan oleh BSN (SNI 0032:2011).



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Aluminium Sulfat dari Sulfuric Acid dan Alumina Tryhydrate dengan Proses Giulini”

II.3 Uraian Proses





Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Sulfuric acid dan Alumina Tryhydrate dengan Proses Giulini”

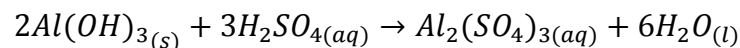
Proses pembuatan aluminium sulfat dengan kadar Al_2O_3 17-18% terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

1. Preparasi Bahan Baku

Tahap preparasi bahan baku merupakan proses mempersiapkan bahan baku yang akan direaksikan yakni dengan melarutkan sulfuric acid (H_2SO_4) dengan air proses (H_2O) pada mixer atau tangki pengenceran hingga konsentrasi 51%. Selanjutnya alumina tryhydrate ($Al(OH)_3$) dan sulfuric acid 51% direaksikan di dalam reaktor.

2. Tahap Reaksi

Tahap reaksi adalah suatu proses dimana $Al(OH)_3$ direaksikan dengan larutan H_2SO_4 di dalam reaktor, dengan kondisi tekanan 5 atm sehingga suhu akibat reaksi menjadi $160^\circ C$ yang terjadi di dalam reaktor. $Al(OH)_3$ bereaksi dengan H_2SO_4 dengan mekanisme reaksi sebagai berikut:



Campuran larutan aluminium sulfat hasil reaksi memiliki konsentrasi sebesar 42% dan kemudian masuk dalam tahap evaporasi.

3. Tahap Evaporasi

Sebelum dilakukannya evaporasi larutan aluminium sulfat dipisahkan dengan alumina tryhydrate yang tidak bereaksi dan material tidak larut lainnya menggunakan filter press. Tahap evaporasi dilakukan pada evaporator yang bertujuan untuk mengurangi kadar air yang ada pada larutan aluminium sulfat dari reaktor sehingga diperoleh larutan aluminium sulfat pekat. Larutan dievaporasi dengan temperatur $115^\circ C$.

4. Tahap Kristalisasi

Tahap kristalisasi yang terjadi pada crystallizer adalah proses pembentukan kristal aluminium sulfat lewat jenuh. Proses kristalisasi berlangsung pada temperature $85^\circ C$. Kristal aluminium sulfat memiliki rumus kimia $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$. Hasil dari kristalisasi kemudian dibawa menuju centrifuge untuk dipisahkan antara kristal dengan mother liquornya. Mother liquor berupa cairan aluminium sulfat, sulfuric



Pra Rencana Pabrik

“Pabrik Aluminium Sulfat dari Sulfuric acid dan Alumina Tryhydrate dengan Proses Giulini”

acid dan air direcycle kembali menuju evaporator dengan menggunakan pompa. Kristal $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ dikeringkan menggunakan rotary dryer.

5. Tahap Pengeringan

Tahap pengeringan dilakukan di dalam rotary dryer untuk menghasilkan produk dengan kandungan air basahnya sebesar 0,1% dengan menggunakan udara yang diserap oleh blower, dikurangi kelembaban udaranya menggunakan molecular sieve dan dipanaskan pada heater. Udara output dari rotary dryer dialirkan menuju cyclone untuk memperoleh kembali kristal aluminium sulfat yang terikat udara kering. Kristal tersebut kemudian ditambahkan kembali pada cooling screw conveyor bersama kristal kering $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ untuk didinginkan terlebih dahulu dan selanjutnya diteruskan ke ball mill untuk diperkecil ukurannya.

6. Tahap Penanganan Produk

Pada tahap penanganan produk ini terdiri atas proses pendinginan, penghalusan, pengayakan dan pengemasan. Proses pendinginan dilakukan pada cooling screw conveyor. Selanjutnya dilakukan Pengecilan ukuran kristal aluminium sulfat dengan ball mill. Setelah itu dilakukan pemisahan produk berdasarkan ukurannya dengan screen. Ukuran mesh pada screen yang digunakan sebesar 100 mesh. Kristal oversize akan dikembalikan pada ball mill. Kristal aluminium sulfat undersize ditampung di silo untuk dikemas dan didistribusikan.