



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

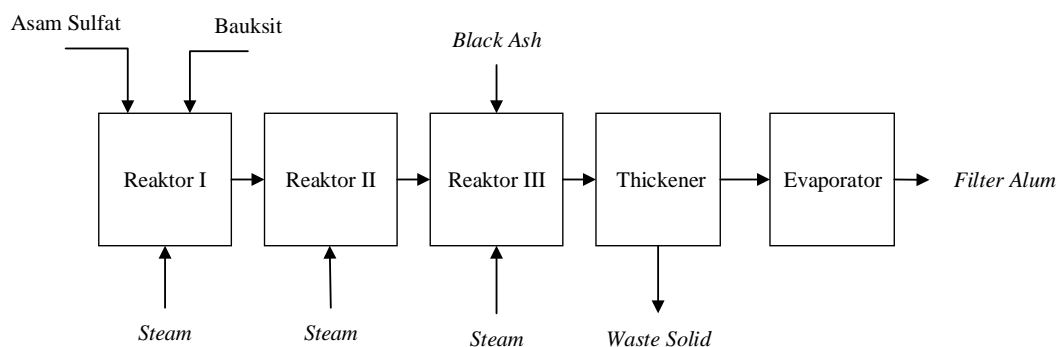
II.1 Macam Proses

Filter Alum atau yang lebih dikenal dengan aluminium sulfat atau tawas merupakan bahan kimia padat berbentuk kristal berwarna putih yang bersifat larut dalam air dan tidak larut dalam alkohol. Aplikasi *filter alum* di industri sering dipergunakan untuk pengolahan air sebagai *agent* flokulan dalam permurnian air sedangkan di industri kertas *filter alum* digunakan untuk pewarnan dasar, membantu melapiskan kerta *glossy*, mengendapkan dan memperbaiki bahan perekat.

Pada pembuatan *filter alum* dapat dibuat dengan menggunakan bahan baku dari *alumina* atau dari baukit, dimana ketersediaan bahan baku tersebut jumlahnya cukup besar di dalam negeri. *Filter alum* diproduksi dengan cara mereaksikan antara bahan yang mengandung *alumina* (Al_2O_3) dan asam sulfat. Proses produksi *filter alum* dibedakan menjadi dua macam, antara lain:

- 1) Produksi *Filter Alum* Dengan Proses Dorr
- 2) Produksi *Filter Alum* Dengan Proses Giulini

II.1.1 Produksi Filter Alum Dengan Proses Dorr



Gambar II.1 Blok Diagram Alir Produksi *Filter Alum* Dengan Proses Dorr

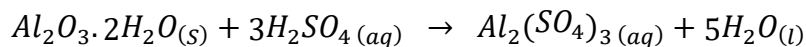
Filter Alum dapat diproduksi dengan mereaksikan antara asam sulfat dan bauksit. *Alumina* yang terdapat pada bauksit memiliki rumus kimia $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Komposisi material tambang umumnya mengandung 1-3 molekul air dan impuritis



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Filter Alum dari Alumina Hydrate dan Asam Sulfat dengan
Proses Giulini”

seperti besi, silika, titanium dan selenium. Bauksit biasanya mengandung Al_2O_3 sekitar antara 52-57% dan mengandung 1-10% Fe_2O_3 (Faith dan Keyes, 1957). Pembuatan *filter alum* diawali dengan menghancurkan batuan bauksit menggunakan *crusher* sehingga ukuran partikelnya menjadi lebih kecil. Sekitar 80% bauksit dengan partikel berukuran halus yang telah mengalami proses *crusher* kemudian diayak menggunakan *screen* ukuran 200 *mesh*. Setelah itu bauksit dimasukkan ke dalam reaktor berpengaduk untuk direaksikan dengan asam sulfat $60^\circ Be$. Campuran tersebut diaduk dan direaksikan pada suhu $105^\circ C$ - $110^\circ C$ dengan menggunakan steam.

Persamaan reaksi sebagai berikut: (Faith dan Keyes, 1957)



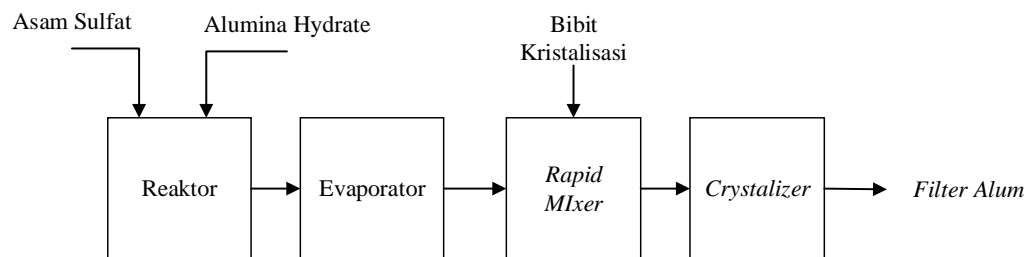
Reaksi tersebut berlangsung pada reaktor berpengaduk yang dirangkai secara seri. Pada reaktor terakhir, reaksi ditambahkan barium sulfida dalam bentuk abu hitam (*black ash*) untuk mereduksi feri sulfat menjadi fero sulfat dan untuk membantu mengendapkan besi. Kemudian campuran dari reaktor diumpankan dalam *thickener* yang dioperasikan secara *counter current* bertujuan untuk mengurangi partikel yang tidak terlarut dari hasil proses sebelumnya dan dicuci dengan air hasil kondensat sehingga tidak mengandung alum. Dalam memproduksi *filter alum* kering maka larutan *filter alum* yang sudah dijernihkan sebelumnya, selanjutnya dipekatkan di dalam *steam coil heated evaporator* dari $35^\circ Be$ sampai $59^\circ Be$. Larutan *filter alum* diumpankan dalam *flat pan* dimana larutan tersebut didinginkan dan dipadatkan sehingga *filter alum* menjadi padat dan berbentuk panjang menyerupai *slab* atau papan. Selanjutnya *filter alum* diumpankan kembali menuju *crusher* yang pertama menggunakan *conveyor* untuk dihancurkan menjadi empat bagian, setelah melewati *crusher* yang pertama *filter alum* yang telah menjadi empat bagian tersebut diangkut menggunakan *bucket elevator* menuju *hammer mill* untuk dilakukan proses giling sehingga ukurannya menjadi kurang lebih 8 *mesh*. Hasil produk *filter alum* dari *hammer mill* kemudian dilakukan *screen*



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Filter Alum dari Alumina Hydrate dan Asam Sulfat dengan
Proses Giulini”

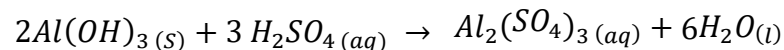
kembali untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan dan disimpan kedalam *storage product* (Austin, 1984).

II.1.2 Produksi Filter Alum Dengan Proses Giulini



Gambar II.2 Blok Diagram Alir Produksi *Filter Alum* Dengan Proses Giulini

Pembuatan *filter alum* menggunakan proses Giulini dalam memproduksi *filter alum* yang memiliki kandungan Al_2O_3 sebesar 14-23% dengan cara mereaksikan *alumina hydrate* dengan asam sulfat sesuai persamaan reaksi sebagai berikut:



Pada proses ini, *alumina hydrate* direaksikan dengan asam sulfat di dalam tangki bertekanan berpengaduk. Sebelumnya asam sulfat digunakan memiliki densitas sebesar $1,6 \text{ gr/cm}^3$ yang kemudian dipanaskan terlebih dahulu dalam *preheater* dan setelahnya direaksikan dengan *alumina hydrate*. Proses pengadukan campuran tersebut harus dihentikan setelah satu jam dikarenakan *filter alum* dapat terhidrolisis sehingga menyebabkan *filter alum* tidak larut dan asam sulfat menjadi sangat asam. Kemudian larutan *filter alum* tersebut dilakukan proses evaporasi untuk dipertatkan menggunakan evaporator supaya menghasilkan larutan sebesar 60°Be . Dalam memproduksi *filter alum* yang memiliki kandungan Al_2O_3 sebesar 14-16% setelah dilakukan proses evaporasi, larutan *filter alum* diumpankan ke *stone solidification boxes* untuk dilakukan pengadukan selama satu jam kemudian hasilnya berupa *filter alum solid* yang diangkut menuju proses penghalusan dan pengayakan. Setelah itu produk *filter alum* dikemas (pada *stream 1*).

Selanjutnya dalam memproduksi *filter alum* yang memiliki kandungan 17-18% setelah dilakukan proses evaporasi, larutan *filter alum* diumpankan menuju



Pra Rencana Pabrik “Pabrik Filter Alum dari Alumina Hydrate dan Asam Sulfat dengan Proses Giulini”

vacuum tank dan menuju *rapid mixer* untuk ditambahkan bibit kristalisasi kemudian dilakukan pengadukan pada suhu 85°C setelah itu menuju ke proses kristalisasi. Hasil produk dari proses kristalisasi dilakukan pengecilan ukuran partikel yang pertama menggunakan *prebreaker* dan pengecilan ukuran partikel yang kedua menggunakan *hammer mill*. Kemudian dilakukan proses pengayakan dan pengemasan hasil produk *filter alum* (pada *stream 2*).

Sedangkan dalam memproduksi *filter alum* yang memiliki kandungan Al_2O_3 sebesar 22-23% setelah dilakukan proses evaporasi, larutan *filter alum* diumpungkan menuju *rapid mixer* untuk ditambahkan bibit kristalisasi kemudian dilakukan pengadukan pada suhu 85°C setelah itu menuju ke proses kristalisasi. Hasil produk dari proses kristalisasi dilakukan pengecilan ukuran yang pertama menggunakan *hammer mil* dan dilakukan proses pengayakan. Selanjutnya dilakukan proses kalsinasi dengan menggunakan *Vaccum Calcinaion Oven*. Hasil dari proses kalsinasi kemudian diangkut menuju *pin mill* yang dilengkapi dengan fasilitas pengisian dan pengayakan. Setelah itu *filter alum* dikemas dalam *paper-polyethylene bags* (pada *stream 3*) (Ullman, 1985).



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Filter Alum dari Alumina Hydrate dan Asam Sulfat dengan
Proses Giulini”

II.2 Seleksi Proses

Mengikuti uraian macam proses pembuatan *filter alum* di atas, maka dapat dilakukan seleksi pemilihan suatu proses dengan mempertimbangkan beberapa parameter pada tabel di bawah ini :

Tabel II.1 Perbandingan Proses Dorr dan Proses Giulini

No	Parameter	Uraian Proses			
		Door	Giulini		
			14-16%	17-18%	22-13%
1	Tekanan Operasi (Atm)	>1 atm	>1 atm	>1 atm	>1 atm
2	Jumlah Reaktor	3 Reaktor Digester	1 Reaktor bertekanan 5-6 atm	1 Reaktor bertekanan 5-6 atm	1 Reaktor bertekanan 5-6 atm
3	Waktu Reaksi dalam Reaktor	4 jam	17 menit – 1 jam	17 menit – 1 jam	17 menit – 1 jam
4	Suhu Operasi dalam Reaktor	105-110 °C	170 °C	170 °C	170 °C
5	Nilai °Be Evaporator	59-60 °Be	52-55 °Be	60 °Be	60 °Be
6	Konversi	85%	90%	90%	90%
7	Bahan Baku Utama	Bauksit & Asam Sulfat	Al(OH) ₃ & Asam Sulfat	Al(OH) ₃ & Asam Sulfat	Al(OH) ₃ & Asam Sulfat
8	Bahan Baku Pendukung	Barium Sulfida; Lem Seprih & Larutan Asam Sulfat	-	Bibit Aluminium sulfat Powder	Bibit Aluminium sulfat Powder
9	Ukuran Produk	3,38 mm	1,5 mm	1,5 mm	1,5 mm



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Filter Alum dari Alumina Hydrate dan Asam Sulfat dengan
Proses Giulini”

10	Produk Utama	Aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 17%	Aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 14-16%	Aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 17-18%	Aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 22-23%
11	Produk Samping	Endapan Fe_2O_3 0,5% & Insoluble Material <0,1%	Endapan Fe_2O_3 0,06-0,008% & Insoluble Material <0,04%	Endapan Fe_2O_3 <0,01% & Insoluble Material <0,03%	Endapan Fe_2O_3 <0,02% & Insoluble Material <0,03%

Dari tabel II.1 maka dipilih proses Giulini dalam pembuatan *filter alum* dengan bahan baku *alumina hydrate* dan asam sulfat, dengan pertimbangan sebagai berikut :

Bahan baku *alumina hydrate* dipilih karena *alumina hydrate* memiliki kandungan besi yang sedikit, sehingga tidak perlu adanya penambahan barium sulfida dan lem serpih dalam membantu mengendapkan besi. Selain itu proses Giulini dapat memproduksi *filter alum solid* dengan kandungan Al_2O_3 dari 14% hingga 23%, dan dipilihnya proses pembuatan *filter alum* dengan kandungan Al_2O_3 17-18% dikarenakan kondisi ini merupakan spesifikasi umum *filter alum* di pasaran dan karakteristik *filter alum* telah memenuhi SNI No. 06-0032-2004 mengenai *standard quality filter alum*.

II.3 Uraian Proses

Berikut ini proses pembuatan *filter alum* yang memiliki kandungan Al_2O_3 17-18% dengan beberapa tahap, yaitu:



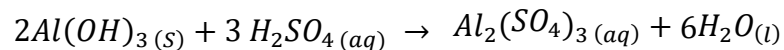
Pra Rencana Pabrik “Pabrik Filter Alum dari Alumina Hydrate dan Asam Sulfat dengan Proses Giulini”

1) Tahap preparasi bahan baku.

Tahap preparasi bahan baku merupakan proses mempersiapkan bahan baku yang akan direaksikan yakni dengan mengencerkan H_2SO_4 98% menjadi kadarnya 66% di tangki pengenceran [D-130]. Selanjutnya merekasikan antara *alumina hydrate* ($Al(OH)_3$) dengan asam sulfat (H_2SO_4) yang telah di encerkan sebelumnya ke dalam reaktor [R-210], dilakukan pelarutan tersebut bertujuan agar mempercepat proses reaksi yang terjadi.

2) Tahap reaksi.

Tahap reaksi terjadi, dimana $Al(OH)_3$ direaksikan dengan larutan H_2SO_4 di dalam reaktor [R-210] dengan kondisi operasi tekanan 5 atm yang menyebabkan suhu di dalam reaktor menjadi $170^\circ C$. Berikut ini persamaan reaksi :



Aluminium sulfat cair hasil reaksi selanjutnya dipompa menggunakan pompa [L-213] menuju filter press [H-220] untuk memisahkan antara *alumina hydrate* yang tidak bereaksi dan material tidak larut lainnya.

3) Tahap evaporasi.

Tahap evaporasi dilakukan pada kondisi operasi suhu $115^\circ C$ dengan menggunakan evaporator [V-310] yang bertujuan untuk mengurangi kadar air yang ada pada larutan *filter alum* dari hasil produk reaktor sehingga diperoleh larutan *filter alum* yang lebih pekat. Selanjutnya larutan *filter alum* tersebut dialirkan menuju ke mixer [D-320] untuk dilakukan penambahan bibit kristalisasi dari *cyclone* [H-351].

4) Tahap kristalisasi.

Tahap kristalisasi terjadi pada tangki kristaliser [S-330] merupakan proses pembentukan kristal *filter alum* yang telah dipekatkan dari proses evaporasi. Sebelumnya larutan *filter alum* ditambahkan bibit *filter alum* yang bertujuan untuk membantu terbentuknya kristal pada proses kristalisasi. Proses kristalisasi berlangsung pada suhu $85^\circ C$, dimana *filter alum* berbentuk kristal memiliki rumus kimia $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$ dan hasil produk dari kristalisasi kemudian diangkat



Pra Rencana Pabrik
“Pabrik Filter Alum dari Alumina Hydrate dan Asam Sulfat dengan
Proses Giulini”

menuju *centrifuge* [H-340] untuk dipisahkan antara kristal dengan mother liquornya. Mother liquor berupa cairan *filter alum*, asam sulfat dan air yang nantinya akan dikembalikan menuju evaporator [V-310] dengan menggunakan pompa [L-341]. Kristal $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ yang terbentuk akan dilakukan proses pengeringan menggunakan *rotary dryer* [B-350].

5) Tahap pengeringan.

Tahap pengeringan dilakukan di dalam *rotary dryer* [B-350] untuk menghasilkan produk dengan kandungan air sebesar 0,1% dengan menggunakan udara yang ditangkap *blower* [G-361] dari udara bebas dan dipanaskan oleh *burner* [Q-360]. Udara *output* dari *rotary dryer* [B-350] dialirkan menuju *cyclone* [H-351] untuk memperoleh kembali kristal *filter alum* yang terikut udara kering. Kristal tersebut digunakan untuk bibit kristal ditambahkan pada *mixer* [D-320]. Kristal kering $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ akan didinginkan terlebih dahulu menggunakan *cooling conveyor* [J-362] untuk selanjutnya diteruskan ke *ball mill* [C-370] untuk dilakukan pengecilan ukurannya.

6) Tahap penanganan produk.

Tahap penanganan produk terdiri dari beberapa proses yaitu proses pendinginan, penghalusan, pengayakan dan pengemasan. Proses pendinginan dilakukan pada *cooling conveyor* [J-362]. Selanjutnya dilakukan pengecilan ukuran kristal *filter alum* dengan *ball mill* [C-370] yang dilengkapi screen berukuran sebesar 100 *mesh*. Kemudian produk yang keluar ditampung pada silo [F-380] yang nantinya akan dikemas dan didistribusikan.