



Pra Perancangan Pabrik

“Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”

BAB II

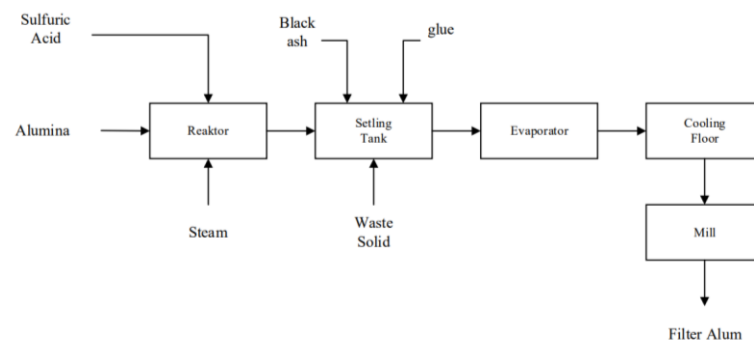
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1. Macam Proses

Tawas atau yang lebih dikenal dengan tawas merupakan salah satu bahan kimia yang sangat diperlukan dalam industri pengolahan air. Tawas berbentuk kristal putih, bersifat larut dalam air dan tidak dapat larut dalam alkohol (Faith and Keyes, 1957). Bahan baku yang digunakan untuk proses pembuatan Tawas tersedia dalam jumlah yang cukup besar di dalam negeri. Tawas dapat dibuat dengan berbagai cara dan dengan bahan baku baik dari bauksit atau dari alumina. Pada umumnya pembuatan Tawas adalah mereaksikan antara bahan yang mengandung alumina (Al_2O_3) dengan asam sulfat. Terdapat 4 macam proses pembuatan Tawas:

1. Proses Dorr
2. Proses Penetralan

II.1.1. Proses Dorr



Gambar II. 1. Diagram Proses Dorr

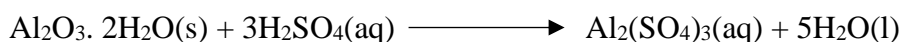
Tawas dapat diproduksi dengan mereaksikan antara asam sulfat dan bauksit. Alumina yang terdapat pada bauksit memiliki rumus kimia $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Komposisi material tambang umumnya mengandung 1-3 molekul air dan impuritis seperti besi, silika, titanium dan selenium. Bauksit biasanya mengandung Al_2O_3 sekitar antara 52-57% dan mengandung 1-10% Fe_2O_3 (Faith dan Keyes, 1957).



Pra Perancangan Pabrik

“Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”

Pembuatan tawas 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°Be. Campuran tersebut diaduk dan direaksikan pada suhu 105°C-110°C dengan menggunakan steam. Persamaan reaksi sebagai berikut :



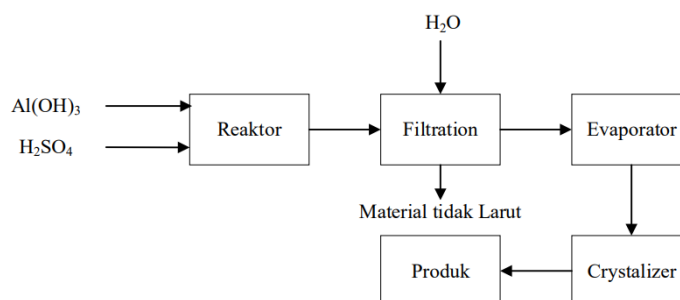
Reaksi tersebut berlangsung pada reaktor berpengaduk yang dirangkai secara seri. Reaksi ditambahkan barium sulfida dalam bentuk abu hitam (*black ash*) pada reactor terakhir untuk mereduksi feri sulfat menjadi fero sulfat dan untuk membantu mengendapkan besi. Kemudian campuran dari reaktor diumpankan 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. Larutan Tawas yang sudah dijernihkan sebelumnya, selanjutnya dipisahkan di dalam *steam coil heated evaporator* dari 35°Be sampai 59°Be. Larutan Tawas diumpankan dalam *flat pan* dimana larutan tersebut didinginkan dan dipadatkan sehingga Tawas menjadi padat dan berbentuk panjang menyerupai slab atau papan. Tawas diumpankan kembali menuju *crusher* yang pertama menggunakan *conveyor* untuk dihancurkan menjadi empat bagian, setelah melewati *crusher* yang pertama. Tawas 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 Tawas dari *hammer mill* kemudian dilakukan *screen* kembali untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan dan disimpan kedalam *storage product* (Austin, 1984).



Pra Perancangan Pabrik

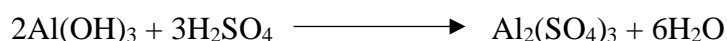
“Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”

II.1.2. Proses Penetralan



Gambar II. 2. Diagram Alir Proses Penetralan

Proses penetralan untuk memproduksi tawas dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 14-23% dengan cara mereaksikan aluminium hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan asam sulfat sesuai dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Langkah-langkah pada proses penetralan yaitu, aluminium hidroksida direaksikan dengan asam sulfat di dalam tangki bertekanan berpengaduk. Sebelum direaksikan dengan aluminium hidroksida, asam sulfat terlebih dahulu dipanaskan dalam *preheater*. Asam sulfat yang digunakan memiliki densitas sebesar $1,6 \text{ gr/cm}^3$. Tawas kemudian dievaporasi menggunakan evaporator sehingga mampu menghasilkan larutan sebesar 60 %. Terdapat 3 macam produk tawas yang biasanya dihasilkan:

1. Produksi tawas dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 14-16% setelah dievaporasi, larutan tawas diumpankan ke *stone solidification boxes* diaduk selama satu jam. Selanjutnya tawas solid dibawa menuju proses penghalusan dan pengayakan dan kemudian dikemas.
2. Produksi tawas dengan kandungan 17-18% setelah dievaporasi larutan tawas diumpankan menuju *crystallizer* dengan penambahan bibit kristal sebesar 1-10% (Myerson, 1993) dari hasil cyclone. Pengecilan ukuran yang pertama menggunakan *prebreaker* dan pengecilan ukuran yang kedua menggunakan *hammer mill* dan selanjutnya dilakukan pengayakan dan pengemasan.
3. Produksi tawas dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 22-23% setelah dievaporasi larutan tawas diumpankan menuju *rapid mixer* untuk ditambahkan bibit



Pra Perancangan Pabrik

“Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”

kristalisasi kemudian diaduk pada temperature 85°C setelah itu menuju ke proses kristalisasi. Pengecilan ukuran yang pertama menggunakan *hammer mill* dan dilakukan proses pengayakan. Cara untuk mendapatkan kandungan Al_2O_3 sebesar 22-23% yaitu dengan melakukan proses kalsinasi menggunakan *vacuum calcination oven*. Hasil dari proses kalsinasi kemudian diangkat menuju *pin mill* yang dilengkapi dengan fasilitas pengisian dan pengayakan. Setelah melewati unit pengayakan, Tawas kemudian dikemas dalam *paperpolyethylene bags* (Ullman, 1985).



Pra Perancangan Pabrik

“Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”

II.2. Seleksi Proses

Berdasarkan macam proses pembuatan tawas diatas, dapat dilakukan seleksi proses pembuatan Tawas dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa parameter seperti pada tabel II.1 berikut:

Tabel II. 1. Perbandingan Proses Dorr dan Penetralan

No	Parameter	Macam Proses			
		Dorr	Penetralan		
			14 - 16%	17 - 18%	22 - 23%
1	Bahan Baku Utama	$\text{Al}(\text{OH})_3$, Al_2O_3	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{Al}(\text{OH})_3$
2	Bahan Baku Pendukung	Asam Sulfat, Black Ash, Glue	H_2SO_4	H_2SO_4	H_2SO_4
3	Tekanan Operasi (atm)	>1 atm	>1 atm	>1 atm	>1 atm
4	Reaktor	Reaktor Degister berjumlah 3	RATB	RATB	RATB
5	Waktu Reaksi	4 jam	17 menit - 1 jam	17 menit - 1 jam	17 menit - 1 jam
6	Suhu Operasi Reaktor	105 - 110°C	170 °C	170 °C	170 °C
7	°Be Evaporator	59 - 62 °Be	52 - 55 °Be	60 °Be	60 °Be
8	Konversi	85%	90%	90%	90%
9	Investasi	Mahal	Murah	Murah	Murah
10	Produk	Tawas (Al_2O_3 17%)	Tawas (Al_2O_3 14 - 16%)	Tawas (Al_2O_3 17 - 18%)	Tawas (Al_2O_3 22 - 23%)
11	Hasil Samping	1. Endapan Fe_2O_3 0,5%	1. Endapan Fe_2O_3 0,006 – 0,008%	1. Endapan Fe_2O_3 0,01%	1. Endapan Fe_2O_3 0,02%



Pra Perancangan Pabrik

“Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”

Berdasarkan tabel II.1 maka dipilih proses penetralan dengan bahan baku aluminium hidroksida dan asam sulfat, dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Berdasarkan pemakaian bahan baku, menggunakan $\text{Al}(\text{OH})_3$ lebih baik daripada menggunakan bauksit karena kandungan alumina pada bauksit lebih rendah dibandingkan pada $\text{Al}(\text{OH})_3$.
- Berdasarkan bahan pembantu, proses penetralan hanya menggunakan 1 bahan pembantu yaitu asam sulfat
- Ditinjau dari konversi, proses penetralan memiliki konversi yaitu 90%
- Ditinjau dari hasil samping, Endapan Fe_2O_3 lebih kecil
- Biaya operasional murah karena menggunakan peralatan dan bahan pembantu yang sedikit.

Dipilih proses pembuatan tawas dengan kandungan Al_2O_3 17-18% dikarenakan kondisi ini merupakan spesifikasi umum tawas di pasaran dan karakteristik tawas telah memenuhi SNI No. 06-0032-2011 mengenai *standard quality* tawas.

II.3. Uraian Proses

Pra rencana pabrik Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) ini bahan baku yang digunakan bahan baku Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat. Proses pembuatan Tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dibagi menjadi 6 tahap, yaitu :

1. Tahap Preparasi Bahan Baku.
2. Tahap Reaksi
3. Tahap Evaporasi
4. Tahap Kristalisasi
5. Tahap Pengeringan
6. Tahap Penanganan Produk

Uraian proses pembuatan tawas 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. Bahan baku asam sulfat disimpan di tangki



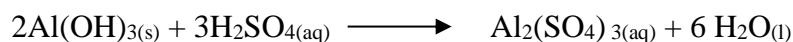
Pra Perancangan Pabrik

“Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”

penyimpanan dipompakan ke tangki pengenceran H_2SO_4 , H_2SO_4 di encerkan dengan air dari water treatment dari 98% sampai kadarnya 66%. Setelah kadar H_2SO_4 mencapai 66% di pompakan ke heater H_2SO_4 untuk dipanaskan menjadi suhu $170\text{ }^\circ\text{C}$. Selanjutnya aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$), asam sulfat (H_2SO_4) direaksikan di dalam reaktor.

2. Tahap reaksi

Tahap reaksi adalah suatu proses dimana $\text{Al}(\text{OH})_3$ direaksikan dengan larutan H_2SO_4 di dalam reaktor (konversi 90%) dengan kondisi tekanan 5 atm sehingga suhu akibat reaksi menjadi $170\text{ }^\circ\text{C}$ yang terjadi di dalam reaktor. $\text{Al}(\text{OH})_3$ bereaksi dengan H_2SO_4 dengan reaksi:



Hasil yang diperoleh berupa campuran tawas dengan konsentrasi 40%. Campuran tawas selanjutnya di pompakan ke evaporator untuk memekatkan konsentrasi tawas dengan cara menghilangkan kadar air yang ada pada campuran.

3. Tahap evaporasi

Sebelum menuju evaporator, campuran tawas hasil reaktor didinginkan dahulu dengan *cooler* sampai suhu $85\text{ }^\circ\text{C}$, lalu dipisahkan dari aluminium hidroksida yang tidak bereaksi di *rotary drum vacuum filter*. Tawas dipekatkan dari 40% menjadi 60% dengan suhu operasi $115\text{ }^\circ\text{C}$.

4. Tahap kristalisasi

Hasil evaporator di alirkan ke *crystallizer* dan ditambahkan bibit kristal tawas 1% hasil dari *cyclone* untuk membantu timbulnya kristal pada proses kristalisasi. *crystallizer* bertujuan untuk mengkristalkan tawas dengan suhu proses $90\text{ }^\circ\text{C}$. Hasil produk dari kristalisasi kemudian menuju *centrifuge* untuk dipisahkan antara kristal dengan mother liquornya. *Mother liquor* berupa cairan tawas, asam sulfat dan air yang nantinya akan dikembalikan menuju *evaporator* dengan menggunakan pompa. Kristal tawas yang terbentuk akan dilakukan proses pengeringan menggunakan *rotary dryer*.



Pra Perancangan Pabrik

“Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”

5. Tahap pengeringan

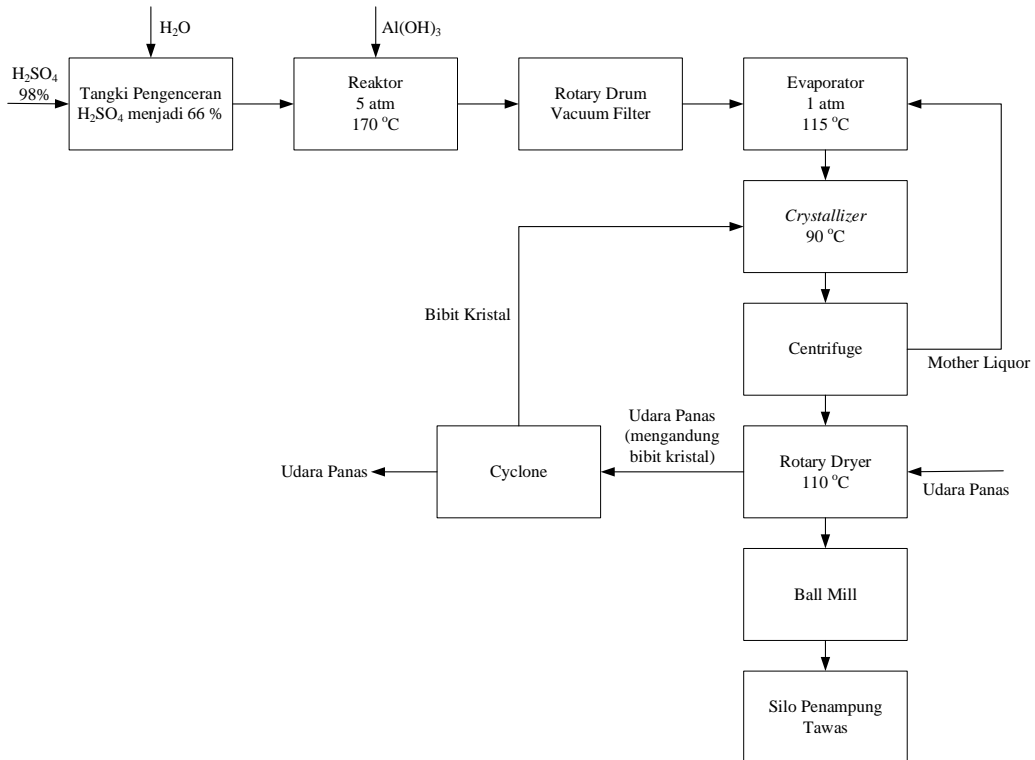
Tahap pengeringan bertujuan mengurangi kadar air dengan bantuan udara panas. Kristal tawas dikeringkan dari suhu 87°C sampai 110°C . Pemanas yang digunakan pada *rotary dryer* adalah udara kering yang di hisap dengan bantuan blower udara, setelah itu udara dipanaskan di *burner*. Udara output dari *rotary dryer* akan dialirkan menuju *cyclone* untuk memperoleh kembali kristal tawas yang terikat udara kering. Kristal tersebut digunakan untuk bibit kristal ditambahkan pada *mixer*. Kristal kering tawas akan didinginkan terlebih dahulu menggunakan *cooling conveyor* menjadi suhu 40°C untuk selanjutnya diteruskan ke *ball mill* untuk diperkecil ukurannya.

6. Tahap penanganan produk

Kristal tawas yang telah didinginkan akan diteruskan menuju *ball mill* dengan bantuan *bucker elevator*. Kristal tawas akan dikecilkan ukuran kristal menjadi 100 mesh. Hasil *output ball mill* akan disimpan didalam silo yang nantinya akan dikemas dan didistribusikan.



Pra Perancangan Pabrik “Pabrik Tawas dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat dengan Proses Penetralan”



Gambar II. 3. Diagram Alir Proses