

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, pemerintah Indonesia sedang melakukan pengembangan dalam berbagai sektor industri, salah satunya industri kimia. Seiring dengan perkembangan teknologi, kebutuhan dalam negeri pun terus meningkat sementara jumlah macam industri kimia di Indonesia masih tergolong sedikit. Hal ini mengharuskan Indonesia melakukan impor bahan - bahan kimia dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Oleh karena itu, diharapkan dengan adanya pembangunan industri kimia di Indonesia ini dapat menghasilkan produk antara yang menguntungkan karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor luar negeri. Terlebih dengan penggunaan bahan baku dari sumber daya alam yang melimpah di Indonesia, biaya produksi untuk menghasilkan produk tersebut dapat diminimalisir.

Dengan banyaknya pabrik atau industri yang dibangun di suatu tempat dapat menyerap tenaga kerja. Selain itu dapat menambah pendapatan negara yang berasal dari pajak dan devisa negara. Kemudian, pendapatan ini dimanfaatkan untuk berbagai sektor industri sehingga taraf hidup hidup masyarakat meningkat. Salah satu bahan baku yang ada adalah bauksit dan dapat diolah menjadi produk antara aluminium sulfat.

Aluminium Sulfat atau $Al_2(SO_4)_3$ merupakan suatu senyawa kimia anorganik yang larut dalam air. Kebutuhan akan aluminium sulfat diperkirakan terus meningkat, karena banyak industri lain yang menjadikan aluminium sulfat sebagai bahan baku seperti industri sabun dan *detergent*, petrokimia, sebagai pelekat kertas yang digunakan pada proses pembuatan *pulp* atau kertas, pewarna, farmasi, antiseptik kulit dan sintesis bahan kimia lainnya. Penggunaan Aluminium Sulfat sebagai bahan koagulan yang biasanya digunakan dalam *water treatment* dan pengolahan limbah. Kegunaan lain dari Aluminium Sulfat ini adalah sebagai bahan baku pembuatan kaleng untuk mengawetkan makanan. Aluminium sulfat biasa disebut alum yang memiliki sifat larut dalam air tetapi tidak larut dalam alkohol (Faith dan Keyes, 1957).

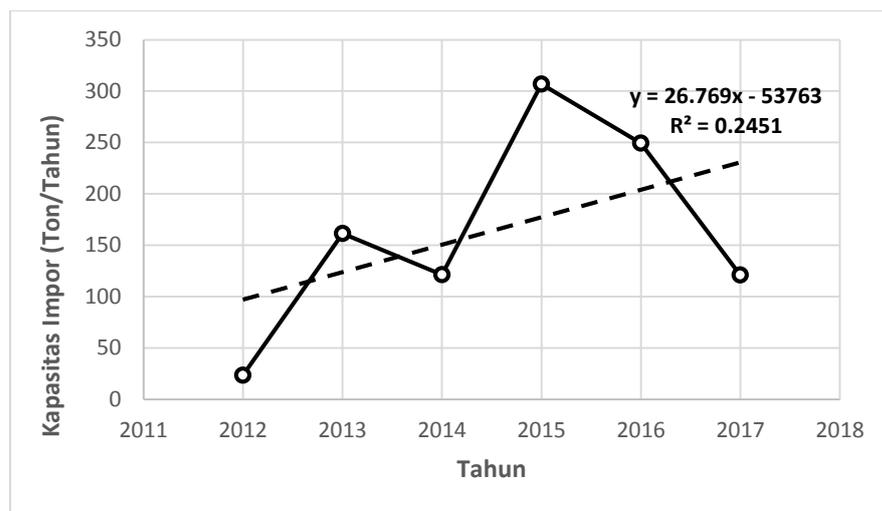
Badan Pusat Statistik menunjukkan data bahwa kegiatan ekspor impor Aluminium Sulfat dalam kurun waktu enam tahun terakhir dari 2012 – 2018 mengalami peningkatan pada ekspor produk Aluminium Sulfat, yang berarti tidak hanya pabrik dalam negeri yang membutuhkan tetapi juga pabrik luar negeri. Oleh karena itu, pembangunan pabrik kimia Aluminium Sulfat ini dapat dipertimbangkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri, tetapi lebih diutamakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Berikut merupakan Data Impor produk Aluminium Sulfat di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1 :

Tabel 1.1 Data Impor Aluminium Sulfat di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2012	23,361
2013	161,352
2014	121,335
2015	306,912
2016	249,291
2017	120,867

Sumber data: Badan Pusat Statistik

**Gambar 1.1 Grafik Data Impor Aluminium Sulfat di Indonesia**

Dari kurva tersebut diperoleh persamaan garis lurus $y = 26,769x - 53763$ dengan x sebagai fungsi tahun dan nilai $R^2 = 0,2451$. Maka dari persamaan tersebut dapat dihitung kebutuhan Aluminium Sulfat dalam negeri pada tahun 2024 mendatang adalah sebagai berikut :

$$y = 26,769x - 53763 \dots\dots\dots(1.1)$$

$$y = 26,769 (2024) - 53763$$

$$y = 417,456 \text{ ton/tahun}$$

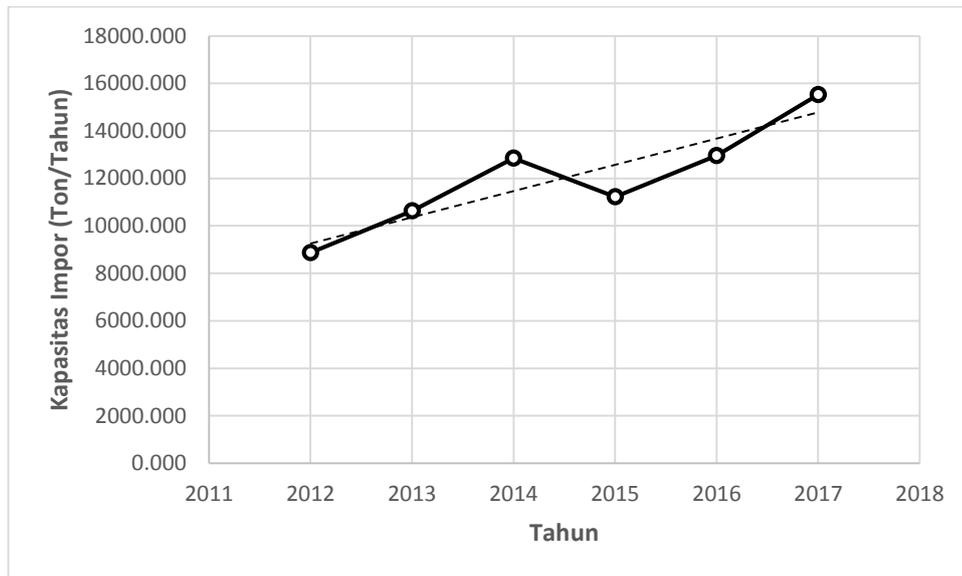
Maka didapatkan kebutuhan Aluminium Sulfat di Indonesia pada tahun 2024 meningkat menjadi sebesar 417,456 ton/tahun.

Penentuan besarnya kapasitas pabrik pembuatan Aluminium Sulfat yang akan didirikan juga berdasarkan pada data impor Aluminium Sulfat negara - negara ASEAN (*Association South East Asian Nation*) dalam kurun waktu 2012 hingga tahun 2017. Dengan rincian data sebagai berikut:

Tabel 1.2 Impor Aluminium Sulfat Negara ASEAN 2012 - 2017

Tahun	Jumlah Impor (Ton/Tahun)
2012	8.866,600
2013	10.625,560
2014	12.856,262
2015	11.228,160
2016	12.964,844
2017	15.529,800

Sumber Data: Comtrade



Gambar 1.2 Grafik Data Impor Aluminium Sulfat di Negara ASEAN

Adanya penurunan pada data impor Aluminium Sulfat di Indonesia disebabkan karena terdapat beberapa pabrik penghasil Aluminium Sulfat yang telah beroperasi di Indonesia. Berikut adalah data perusahaan penghasil Aluminium Sulfat di Indonesia :

Tabel 1.3 Perusahaan Penghasil Alumunium Sulfat di Indonesia

No	Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Dunia Kimia Utama	30.000
2.	PT. Indonesian Acids Industry	44.600
3.	PT. Liku Telaga	161.400
4.	PT. Mahkota Indonesia	45.000
5.	PT. Aktif Indonesia Indah	20.868

Sumber : PT. Lautan Luas Tbk, 2014

Tabel 1.4 Perusahaan Penghasil Alumunium Sulfat di Dunia

No	Negara Asal	Pabrik	Kapasitas (Ton)
1	Cina	Sanghai Yixin Chemical Co.,Ltd	1.000.000
2	Hongkong	Hongkong Vilia Chemical.Ltd	12.000
3	Malaysia	Yucheng Jinhe Industry Co.,Ltd	134.500
4	Bangladesh	Total Link Corporation	200.000

Sumber: Alibaba, 2014

Adapun manfaat dari pendirian pabrik aluminium sulfat ini adalah dapat mengurangi impor dan ketergantungan dari luar negeri, dapat menambah pemasukan negara dari pajak yang diperoleh dan dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia. Dalam menghadapi era perdagangan bebas, tujuan pabrik aluminium sulfat ini didirikan antara lain juga untuk melakukan ekspor.

Bahan baku yang digunakan adalah bauksit dan aluminium sulfat, bahan – bahan tersebut diperoleh dari pabrik – pabrik dibawah ini :

1. Asam sulfat diperoleh dari pabrik PT. Indonesian Acids Industry yang berlokasi di Jakarta, Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 82.500 ton/tahun.
2. Bauksit diperoleh dari pabrik PT. Cita Mineral Investindo Tbk yang berlokasi di Kabupaten Sandai, Kalimantan Barat, Indonesia dengan kapasitas produksi sebesar 4,6 juta ton/tahun.

Dari pertimbangan – pertimbangan diatas dan melihat persediaan bahan baku dari pembuatan aluminium sulfat inilah maka perkiraan kapasitas produksi Perancangan Pabrik Aluminium Sulfat adalah sebesar 40.000 ton/tahun yang direncanakan akan dioperasikan pada tahun 2024, dengan tujuan sebagian produksi dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, sebagian lagi di ekspor ke negara-negara ASEAN.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Bauksit

Bauksit atau yang biasa disebut juga *gibbsite*, *boehmite*, *diaspora*, *porocel* atau *laterite* merupakan bijih atau bongkahan berwarna keabuan atau coklat muda yang bersifat tidak mudah terbakar, stabil, tidak reaktif dalam kondisi normal dan tidak tergolong sebagai komponen yang berbahaya. Mineral bauksit juga merupakan mineral yang tersusun dari mineral anorganik dimana merupakan senyawa kimia yang terbentuk secara alami. Adapun komposisi dan komponen dari bauksit, yaitu terdiri dari 55% Al_2O_3 , 24% H_2O , 10% Fe_2O_3 , 7% SiO_2 , dan 4% TiO_2 .

1.2.2 Asam Sulfat

Asam sulfat atau yang bisa disebut juga sebagai *sulphuric acid* atau *hydrogen sulphate* merupakan senyawa asam anorganik yang digunakan dalam pembuatan pupuk, aluminium sulfat (tawas), bahan peledak, zat warna, kertas, dan lain-lain. Asam sulfat berbentuk cairan kental tidak berwarna, tidak berbau, bersifat higroskopis, mempunyai rumus molekul

H₂SO₄ dengan berat molekul 98,08 gr/mol, mudah larut dalam air dingin dan larut dalam etil alkohol. Selain itu juga bersifat korosif, berbahaya jika terhirup dan tertelan dan dapat bereaksi dengan memancarkan panas jika kontak dengan air.

1.2.3 Aluminium Sulfat

Aluminium sulfat (*solid*) atau yang bisa juga disebut dengan alum merupakan padatan berupa kristal berwarna putih tidak berbau dengan berat molekul 342,15 gr/mol. Biasanya digunakan dalam industri *water purification* karena sifatnya yang larut dalam air sehingga dimanfaatkan sebagai bahan flokulasi, kilang pengolahan air limbah, dan juga dalam pembuatan kertas. Tidak tergolong sebagai bahan berbahaya mengacu pada *European Union Legislation*.

1.2.4 Air

Air merupakan substansi kimia yang memiliki rumus molekul H₂O. bersifat tidak berbau, tidak berwarna, memiliki berat molekul 18,0153 gr/mol dan sering disebut sebagai pelarut universal karena air dapat melarutkan banyak zat kimia.

1.3 Jenis – Jenis Proses

Terdapat dua jenis proses utama dalam memproduksi Aluminium Sulfat, yaitu:

1. Proses Dorr

Pada proses ini aluminium sulfat dibuat dengan cara mereaksikan bauksit dengan asam sulfat 80% dalam suatu reaktor dan dijalankan pada suhu 110°C dengan tekanan 1 atm. Reaksi antara asam sulfat dan padatan bauksit yang dapat larut merupakan reaksi yang sangat dipengaruhi oleh suhu dan komposisi campuran. Reaktor yang digunakan pada reaksi ini adalah satu unit Reaktor Tangki Alir Berpengaduk (RATB) atau *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) dengan konversi sebesar 92%. Reaksi yang terjadi dalam reaksi antara biji bauksit dan asam sulfat adalah sebagai berikut :



Di dalam reaktor juga ditambahkan barium sulfida (BaS) atau *black ash* untuk mereduksi *ferric sulphate* ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) yang dapat mengganggu proses selanjutnya sehingga kandungan besi menjadi berkurang. Lalu dari reaktor diumpankan ke *centrifuge* untuk dipisahkan dengan kandungan air. Diumpankan ke *evaporator* untuk dikurangi kadar air nya. Selanjutnya diumpankan lagi ke *crystallizer* agar produk membentuk kristal. Selanjutnya masuk lagi ke *centrifuge* dan *rotary dryer* untuk dikurangi kembali kadar air nya dan kemudian disimpan di dalam silo.

(U.S. Patent No. 3216792)

2. Proses *Giulini*

Sebagian besar negara – negara di Eropa menggunakan proses Giulini dalam memproduksi aluminium sulfat. Proses Giulini menggunakan bahan baku aluminium hidroksida ($\text{Al}(\text{OH})_3$) dan asam sulfat (H_2SO_4) dengan perbandingan aluminium sulfat : asam sulfat adalah 2 : 3. Berikut adalah persamaan reaksinya:



Bahan baku berupa aluminium hidroksida dan asam sulfat diumpankan ke dalam reaktor yang beroperasi pada temperatur 170°C dan tekanan 5 – 6 atm. Kemudian, produk keluaran reaktor ini dipekatkan dengan menggunakan *evaporator* kemudian dialirkan ke tangki vakum untuk didinginkan.. Lalu, produk aluminium sulfat diumpankan ke *mixer* dengan menambahkan serbuk aluminium sulfat 1 – 2% untuk mempercepat proses pembentukan produk. Setelah itu dikristalkan dengan menggunakan *crystallizer*. Dimana panas kristalisasi yang tinggi belum bias dilakukan pengecilan ukuran, sehingga harus didinginkan terlebih dahulu. Setelah mendapatkan produk yang diinginkan kemudian siap dibawa ke unit *packaging* atau dapat disimpan untuk sementara waktu didalam silo penyimpanan. Konversi reaksi dari proses ini adalah 90% dan *yield* aluminium sulfat dari proses ini mencapai 99,92%.

(*U.S. Patent no.3226188*)

Tabel 1.5 Perbandingan Proses Pembuatan Aluminium Sulfat

Kriteria	Proses <i>Dorr</i>	Proses <i>Giulini</i>
Kondisi Operasi	<ul style="list-style-type: none"> • T = 110°C • P = 1 atm • Yield = 92% • Konversi = 92% 	<ul style="list-style-type: none"> • T = 170°C • P = 5 – 6 atm • Yield = 99,92% • Konversi = 90%
Bahan Baku	<ul style="list-style-type: none"> • Harga bahan baku cenderung lebih murah (bauksit) dan mudah didapatkan 	<ul style="list-style-type: none"> • Harga bahan baku mahal (aluminium hidroksida) dan sulit didapat
Limbah yang Dihasilkan	<ul style="list-style-type: none"> • Limbah yang dihasilkan berupa H₂S sangat sedikit jumlahnya, dapat dimasukkan ke dalam unit pengolahan limbah sehingga tidak membahayakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Limbah yang dihasilkan berupa debu yang berbentuk serbuk yang ukurannya sangat halus sehingga dapat membahayakan paru – paru manusia

Berdasarkan tabel diatas, maka dipilih proses *Dorr* untuk memproduksi aluminium sulfat dengan bahan baku bauksit dan asam sulfat dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang digunakan (bauxit) mudah didapat dan bukan berasal dari impor;
2. Reaksi dapat berlangsung secara spontan, yang artinya proses ini membutuhkan energi yang lebih kecil;
3. Berlangsung pada kondisi operasi yang bersifat normal dengan tekanan dan suhu yang tidak ekstrim sehingga aman;
4. Proses ini menghasilkan konversi produk yang tinggi.

1.4 Tinjauan Kinetika dan Termodinamika

1.4.1 Dasar Reaksi

Proses pembuatan Aluminium Sulfat secara umum merupakan reaksi padatan yang ukuran partikelnya kecil dengan cairan, yaitu Alumina atau Al_2O_3 dengan Asam Sulfat atau H_2SO_4 , dengan reaksi sebagai berikut:



1.4.2 Kondisi Operasi

Reaksi terjadi dengan kondisi operasi sebagai berikut; temperatur 110°C dan tekanan 1 atm. Reaksi pembentukan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dari Al_2O_3 dan H_2SO_4 merupakan reaksi orde dua (Kirk dan Othmer, 1997).

1.4.3 Tinjauan Kinetika

Diketahui reaksi :



Reaksi diatas merupakan reaksi padatan yang ukuran partikel nya kecil (serbuk) dengan cairan. Reaksi pembentukan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dari Al_2O_3 dan H_2SO_4 merupakan reaksi orde 2. (Kirk dan Othmer, 1997)

Persamaan kecepatan reaksi :

$$(-r_A) = \frac{dC_A}{c_A^2} = k \cdot C_A \cdot C_B \dots \dots \dots (1.6)$$

$$r_A = -k \cdot C_A \cdot C_B$$

Karena konsentrasi reaktor equimollar, maka $-r_A = k \cdot C_A^2$

$$-\int_{C_{AO}}^{C_A} \frac{dC_A}{C_A^2} = k \int dt \dots \dots \dots (1.7)$$

$$\left(\frac{1}{C_A}\right) - \left(\frac{1}{C_{AO}}\right) = k \cdot t$$

Dari data waktu tinggal pembentukan Aluminium Sulfat di dalam reaktor yaitu 3 jam, dengan perbandingan mol Al_2O_3 dan H_2SO_4 adalah 1 : 3, konversi reaksi 92%. Dari waktu reaksi dapat ditentukan tinjauan kinetika, sesuai dengan konversi reaksi, sehingga dimensi reaktor yang meliputi volume, diameter dan tinggi dapat dihitung. (Kirk dan Othmer, 1997)

Dari persamaan kecepatan reaksi (1.5) diatas, dapat diperoleh nilai kinetika reaksi sebesar $0,7444 \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$.

1.4.4 Tinjauan Termodinamika

Dalam hal ini tinjauan termodinamika untuk menentukan kondisi operasi reaksi, apakah reaksi berjalan secara eksotermis atau endotermis, diperlukan pembuktian dengan menggunakan perhitungan panas pembentukan standard pada tekanan 1 atm dan suhu 298 K.

Reaksi pembentukan aluminium sulfat dari bauksit dan asam sulfat adalah sebagai berikut :



$\Delta H_{f 298}$ yang didapatkan adalah sebagai berikut ini :

$$\Delta H_{f 298} \text{ Al}_2\text{O}_3 = - 1675,700 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta H_{f 298} \text{ H}_2\text{SO}_4 = - 735,130 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta H_{f 298} \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 = - 3440,800 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta H_{f 298} \text{ H}_2\text{O} = - 241,800 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = \Delta H_{298} + \Delta H_p - \Delta H_r$$

$$\Delta H_{\text{reaksi}} = -2.418.008,2748 \text{ kj/kmol}$$

Dari hasil perhitungan , diperoleh hasil negatif (-), maka dapat disimpulkan bahwa reaksi tersebut bersifat eksoterm atau menghasilkan panas.

Selanjutnya, kondisi operasi dari reaksi pembentukan aluminium ditinjau dari harga kesetimbangan dari persamaan energi Gibbs, yaitu sebagai berikut :

$$\ln K = \frac{-\Delta G}{RT} \dots \dots \dots (1.9)$$

Keterangan :

K : konstanta kesetimbangan reaksi

G : energi bebas Gibbs (kjoule/mol)

R : konstanta gas (kjoule/mol.K)

T : temperatur (K)

ΔG°_{298} yang diperoleh adalah sebagai berikut :

$$\Delta G^\circ_{298} \text{ Al}_2\text{O}_3 = - 1582,476 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{298} \text{ H}_2\text{SO}_4 = - 744,828 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{298} \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 = - 3190,026 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{298} \text{ H}_2\text{O} = - 229,467 \text{ kjoule/mol}$$

$$\Delta G^\circ_{298} = \sum \Delta \text{HG}^\circ \text{ Produk} - \sum \Delta \text{HG}^\circ \text{ Reaktan}$$

$$= (((3 \times (- 229,467) + (- 3190,026)) - (((3 \times (- 744,828) + (- 1582,476))$$

$$= - 3878,427 - (- 3816,96)$$

$$= - 61,467 \text{ kjoule/mol}$$

$$= - 61.467 \text{ joule/mol}$$

Hasil perhitungan diatas yaitu $- 61.467$ joule/mol, yang berarti reaksi berlangsung sangat cepat dan spontan. Reaksi dapat berlangsung karena hasil perhitungan $\Delta G^\circ_{\text{reaksi}} < 0$.

$$\ln K = \frac{-\Delta G}{R T}$$

$$= \frac{-(-61467)}{8,314 \times 298}$$

$$= 24,80936982$$

$$K = 5,9 \times 10^{10}$$

Jadi, karena nilai K sangat besar, sehingga dapat dianggap bahwa reaksi pembentukan aluminium sulfat merupakan reaksi *irreversible* atau merupakan reaksi satu arah.

1.5 Tinjauan Proses Pembuatan Aluminium Sulfat Secara Umum

Konversi reaksi sebesar 92% dan berlangsung selama 3 jam atau setara dengan 180 menit, dimana reaksi ini bersifat *isothermal* dan *irreversible*. Adapun perbandingan mol Al_2O_3 dan H_2SO_4 adalah 1 : 3 karena semakin banyak konsentrasi H_2SO_4 maka akan meningkat pula konversi reaksinya.

1.5.1 Deskripsi Proses

Proses pembuatan aluminium sulfat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

a. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku bauksit disimpan didalam gudang penyimpanan bauksit pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C . Dari gudang penyimpanan bauksit kemudian dimasukkan ke dalam silo bauksit untuk ditampung sementara sebelum diumpankan ke *hopper* kemudian reaktor. Bahan baku asam sulfat 98% disimpan didalam tangki penyimpanan asam sulfat dengan tekanan 1 atm dan suhu 30°C dalam kondisi cair kemudian dialirkan ke *mixer* – 01 (M-01) untuk diencerkan dengan air hingga konsentrasi asam sulfat menjadi 80%.

b. Tahap Reaksi

Tahap ini berfungsi untuk mereaksikan antara bahan baku bauksit dengan asam sulfat di dalam reaktor. Reaksi utama yang terjadi didalam reaktor:

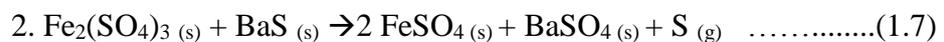
Reaksi utama:



Reaksi samping:



Jenis reaktor yang digunakan adalah reaktor RATB (Reaktor Tangki Alir Berpengaduk) atau CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*) pada suhu 110°C, tekanan 1 atm dan konversi reaktor 92%. Untuk mempertahankan suhu di dalam reaktor agar tetap 110°C, maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Produk reaksi berupa cairan dan padatan kemudian dialirkan ke *netrallizer* (N – 01) dan ditambahkan Barium Sulfida atau BaS, reaksi yang terjadi di dalam *netrallizer* yaitu :



kemudian keluaran *netrallizer* dialirkan kembali menuju *centrifuge* – 01 (CF–01) untuk memisahkan padatan dengan cairannya. Padatan yang terpisah akan menuju ke UPL sedangkan cairannya akan di alirkan menuju *crystallizer* (CY–01) untuk dikristalkan. Selanjutnya, masuk ke *centrifuge*–02 (CF–02) untuk memisahkan produk yang sudah

terkristalkan dengan *mother liquor*. Produk yang sudah terkristalkan diumpungkan kembali ke *rotary dryer* (RD-01) untuk mengurangi kadar airnya. Hasil produk *rotary dryer* berupa Kristal $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dengan kemurnian 98%

c. Tahap Penanganan Produksi (Produk)

Tahap ini memiliki tujuan untuk memisahkan aluminium sulfat dari air dan sisa reaktan lainnya sehingga diperoleh produk aluminium sulfat dalam bentuk kristal. Produk keluaran reaktor dan *netrallizer* dialirkan menuju *centrifuge* yang berfungsi memisahkan produk keluaran reaktor dan *netrallizer* dengan air dan sisa reaktan. Selanjutnya dari *centrifuge* akan dibawa menuju *cystallizer* untuk mengkristalkan aluminium sulfat. Setelah dikristalkan, aluminium sulfat masuk ke *rotary drum vacuum filter* untuk memisahkan aluminium sulfat dengan sisa reaktannya yang berbentuk cair. Selanjutnya, kristal yang sudah terbentuk akan dikeringkan di *rotary dryer*. Produk yang berupa kristal ini kemudian *dipacking* dan dijual untuk dipasarkan.

1.6 Kegunaan Produk

Produk Aluminium Sulfat berupa kristal putih yang merupakan bahan penunjang utama bagi bermacam-macam industri lainnya.

Adapun kegunaan dari produk Aluminium Sulfat adalah sebagai berikut:

1. Digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan kaleng untuk mengawetkan makanan, sebagai koagulan pada industri kain sintesis, sebagai bahan pembantu dalam kegiatan industri tekstil seperti pencelupan batik misalnya, juga pembuatan bahan-bahan kimia, pencegah api pada bahan penyekat, kosmetik, obat-obatan, alat pemadam api dan bahan cat (Mc. Ketta dan Kirk Othmer).
2. Sebagai pengontrol pH air, penjernih air dan membantu dalam pengolahan air buangan yaitu dapat sebagai koagulan yang nantinya dapat mengendapkan kotoran-kotoran dan bakteri sehingga air menjadi bersih terbebas dari pencemaran dan dapat memenuhi *standard* air minum yang diperbolehkan.
3. Dapat dimanfaatkan sebagai pelarut kertas yang digunakan dalam proses pembuatan *pulp* dan kertas, yaitu untuk mengendapkan damar yang larut dalam kanji dalam serat kertas. Selain itu juga untuk mengontrol pH pada bubur kertas, *setting* ukuran kertas dan membantu mengolah air pulp dengan cara menambahkan Aluminium Sulfat ke dalam *pulp* kertas sebelum masuk kedalam mesin pembuat kertas nya.