



Pra Rencana Pabrik  
Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan Proses  
Basah Kapasitas 70.000 Ton/Tahun

**LEMBAR PENGESAHAN  
PRA RENCANA PABRIK**

**"PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT  
DENGAN PROSES BASAH KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN"**

Disusun Oleh:  
**YASMINE NUR RAHMAWATI NPM. 20031010181**

Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing  
Pada tanggal : 12 Desember 2024

Dosen Penguji:

1.

**Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, M.T.**  
NIP. 19570314 198603 2 001

Dosen Pembimbing:

**Ir. Sani, M.T.**  
NIP. 19630412 199103 2 001

2.

**Erwan Adi Saputro, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP. 19800410 200501 1 001

3.

**Ir. Titi Susilowati, M.T.**  
NIP. 19600801 198703 2 008

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

  
**Prof. Dr. Dra Jariyah, M.P.**  
NIP. 19650403 199103 2 001



Pra Rencana Pabrik  
Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan  
Proses Basah Kapasitas 70.000 Ton/Tahun

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PRA RENCANA PABRIK  
"PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT  
DENGAN PROSES BASAH KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN"**

**Disusun Oleh:**

**YASMINE NUR RAHMAWATI**

**NPM. 20031010181**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh Dosen Pembimbing  
Pada tanggal : 12 Desember 2024  
Dosen Pembimbing**

**Ir. Sani, M.T.**

**NIP. 19630412 199103 2 001**



### KETERANGAN REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Yasmine Nur Rahmawati  
NPM : 20031010181  
Program Studi : Teknik Kimia / ~~Teknik Industri~~ / ~~Teknologi Pangan~~ /  
~~Teknik Lingkungan~~ / ~~Teknik Sipil~~

Telah mengerjakan revisi / ~~tidak ada revisi~~ \*) PRA RENCANA (DESAIN) / SKRIPSI /  
TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode Desember, TA. 2024/2025.

Dengan Judul : PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI BAUKSIT DAN ASAM SULFAT  
DENGAN PROSES BASAH KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Prof. Dr. Ir. Sri Redjeki, MT

2. Erwan Adi Saputro, S.T, M.T, Ph.D

3. Ir. Titi Susilowati, MT.

Surabaya, 11 Desember 2024  
Menyetujui,  
Dosen Pembimbing

Ir. Sani, M.T.  
NIP. 19630412 199103 2 001

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yasmine Nur Rahmawati

NPM : 20031010181

Fakultas/Program Studi : Teknik & Sains /Teknik Kimia

Judul Skripsi/Tugas Akhir/Tesis/Desertasi : Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan Proses Basah Kapasitas 70.000 Ton/Tahun

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 06 Januari 2025

Yang Menvatakan



(Yasmine Nur Rahmawati)



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir Pra Rencana Pabrik ini dengan judul "Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan Proses Basah". Pra Rencana Pabrik ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.

Pra Rencana Pabrik ini tidak dapat tersusun sedemikian rupa tanpa bantuan baik sarana, prasarana, pemikiran, kritik dan saran. Oleh karena itu, tidak lupa penyusun ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu penyusunan tugas akhir ini, yaitu kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
3. Ibu Ir. Sani, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas akhir Pra Rencana Pabrik Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
4. Ibu Ir. Nana Dyah Siswati, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Skripsi Penelitian dan Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
5. Tim Penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir
6. Kelurga tercinta bapak, ibu, dan adik yang selalu menemani penulis selama masa perkuliahan dan memberikan do'a dan dukungan yang luar biasa, serta selalu mencurahkan kasih sayang kepada penulis. Sehat dan bahagia selalu keluargaku, terimakasih atas do'a dan kasih sayangnya hingga penulis bisa sampai di titik ini.
7. Keluarga besar kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dan do'a.



## Pra Rencana Pabrik

### Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan Proses Basah Kapasitas 70.000 Ton/Tahun

---

8. Rekan-rekan mahasiswa yang membantu dalam memberikan masukan-masukan dalam pelaksanaan penyusunan laporan pra rencana pabrik.

Akhir kata, penyusun menyampaikan maaf atas kesalahan yang terdapat dalam laporan ini. Penyusun berharap semoga dapat memenuhi syarat akademis dan bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan. Kritik dan saran yang bersifat membangun penyusun butuhkan demi perbaikan Laporan Pra Rencana Pabrik ini.

Surabaya, 6 Desember 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
INTISARI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES .....	II-1
BAB III NERACA MASSA .....	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V-1
BAB VI INSTRUMENTASI DAN KESEHATAN KERJA.....	VI-1
BAB VII UTILITAS .....	VII-1
BAB VIII TATA LETAK DAN LOKASI .....	VIII-1
BAB IX STRUKTUR ORGANISASI.....	IX-1
BAB X ANALISA EKONOMI .....	X-1
BAB XI DISKUSI DAN KESIMPULAN .....	XI-1
DAFTAR PUSTAKA.....	DP
APPENDIX A.....	A
APPENDIX B .....	B
APPENDIX C .....	C
APPENDIX D.....	D



## INTISARI

Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan Proses Basah pada kapasitas 70.000 Ton/tahun. Aluminium sulfat merupakan senyawa yang memiliki kegunaan sangat luas dalam industri kimia. Senyawa ini biasa digunakan sebagai bahan baku utama atau bahan pembantu, seperti pada industri tekstil, kertas atau pulp dan pada proses penjernihan air dapat digunakan sebagai water treatment dan pengolahan limbah. Pabrik beroperasi selama 330 hari dalam setahun dengan jumlah tenaga kerja 155 Karyawan. Asam Sulfat dilarutkan hingga konsentrasi 77,67%. Dua bahan diumpukan ke dalam reaktor dengan kondisi temperatur 110°C dan tekanan 1 atm sehingga membentuk larutan aluminium sulfat jenuh. Kristal dan mother liquor dipisahkan menggunakan centrifuge, untuk mother liquor dialirkan menuju waste water treatment, sedangkan kristal basah dikeringkan pada rotary dryer dengan udara panas dan menghasilkan kristal kering yang didinginkan pada cooling screw conveyor hingga suhu 30°C. Kristal diseragamkan ukurannya menggunakan ball mill berukuran 100 mesh ditampung pada silo penampungan untuk dikemas dan didistribusikan.

Ketentuan pendirian pabrik Aluminium Sulfat yang telah direncanakan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kapasitas Produksi : 70.000 ton/tahun
2. Bentuk Organisasi : Perseroan Terbatas
3. Sistem Organisasi : Garis dan Staff
4. Lokasi Pabrik : JIPE, Manyar, Gresik, Jawa Timur
5. Sistem Operasi : Kontinyu
6. Waktu Operasi : 330 hari
7. Analisis Ekonomi
  - Masa Konstruksi = 2 tahun.
  - Fixed Capital Investment (FCI) = Rp. 518,800,314,981
  - Working Capital Investment = Rp. 113,192,176,374
  - Total Capital Investment (TCI) = Rp. 631,992,491,355



## Pra Rencana Pabrik

### Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan Proses Basah Kapasitas 70.000 Ton/Tahun

---

- Biaya Bahan Baku (per tahun) = Rp. 146,563,393,988
- Biaya Utilitas (per tahun) = Rp. 125,881,083,550
- Hasil Penjualan = Rp. 633,850,000,000
- Bunga Pinjaman Bank = 11 %
- Rate on Investment (sebelum pajak) = 22,04%
- Rate on Investment (sesudah pajak) = 16.53%
- Pay Out Periode = 4 tahun 5 Bulan
- Internal Rate of Return = 13,39%
- Break even Point (BEP) = 31,6%



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Industri kimia merupakan salah satu sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia hingga saat ini. Industri kimia terus berkembang secara meluas dan berkonsolidasi. Tujuan dari pembangunan sektor industri kimia adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang semakin meningkat akibat meningkatnya kebutuhan berbagai bahan penunjang dalam industri. Oleh karena itu perlu adanya pendirian pabrik-pabrik baru yang dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Salah satunya adalah pabrik Aluminium sulfat. Kebutuhan bahan baku aluminium sulfat untuk sektor industri yang di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Salah satu contoh sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia adalah industri kimia. Dengan kebutuhan industri-industri kimia saat ini, maka kebutuhan bahan baku industri kimia pun semakin meningkat.

Aluminium sulfat adalah senyawa kimia anorganik dengan rumus  $Al_2(SO_4)_3$ , yang umumnya dikenal sebagai alum. Senyawa ini larut dalam air tetapi tidak larut dalam alkohol. Berdasarkan publikasi statistik, aluminium sulfat digunakan dalam berbagai industri, termasuk industri minyak, baik dari nabati maupun hewani, industri minyak goreng dari kelapa sawit, industri gula pasir, industri kertas, industri kimia dasar organik yang berasal dari hasil pertanian, dan industri perekat. Aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ), yang juga disebut tawas, berfungsi sebagai flokulator untuk menggumpalkan partikel kotoran dalam proses penjernihan air. Selain itu, aluminium sulfat banyak digunakan dalam berbagai sektor industri sebagai bahan baku atau bahan tambahan. Beberapa industri yang memanfaatkan aluminium sulfat sebagai bahan baku meliputi industri sabun dan deterjen, petrokimia, kertas, pewarna, farmasi, antiseptik kulit, serta sintesis bahan lainnya.



## I.2 Kegunaan Produk

Aluminium sulfat merupakan bahan penunjang yang penting untuk bermacam-macam industri, antara lain sebagai berikut :

1. Industri Farmasi : Sebagai bahan baku industri obat-obatan
2. Industri Kertas : Sebagai bahan pelekat kertas
3. Industri Tekstil : Sebagai bahan pewarna
4. Industri Water Treatment : Sebagai bahan koagulan yang berfungsi untuk mengendapkan kotoran sehingga air menjadi bersih

(Faith and Keyes, 1957)

## I.3 Alasan Pendirian Pabrik

Pabrik ini didirikan untuk memenuhi kebutuhan Aluminium Sulfat di dalam negeri yang meningkat di setiap tahunnya. Hal ini juga diperkuat dengan adanya ketersediaan bahan baku yaitu bauksit dan asam sulfat yang melimpah di Indonesia. Pendirian dari pabrik ini diharapkan dapat menumbuhkan perekonomian negara dan peningkatan aktivitas ekspor Aluminium Sulfat ke luar negeri untuk menambah pendapatan negara. Selain itu diharapkan dapat mendorong pertumbuhan industri kimia dan menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat Indonesia.

**Tabel I. 1** Kapasitas Pabrik Aluminium Sulfat di Indonesia

No	Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/tahun)
1	PT. Indonesia Acid Industri	Jakarta Timur	44.600
2	PT. Dunia Kimia Utama	Sumatra Selatan	30.000
3	PT. Tawas Sembada Murni	Sidoarjo	20.000
4	PT. Acid Ariaguna	Jakarta Timur	15.000
5	PT. Timurnya Tunggal	Jawa Barat	18.000
6	PT. Liku Telaga	Jawa Barat	20.000

(Kementerian Perindustrian,2024)



### I.4 Time Schedule

Pabrik Aluminium sulfat direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2028, dengan durasi konstruksi selama 2 tahun. Masa konstruksi ini merupakan faktor krusial dalam pembangunan pabrik, di mana terdapat jadwal untuk setiap kegiatan yang dikenal sebagai time schedule. Berikut adalah time schedule untuk pembangunan pabrik Aluminium sulfat.

No	Nama Kegiatan	Jan-20	Feb-20	Mar-20	Apr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Agust-20	Sep-20	Oct-20	Nov-20	Des-20	Jan-25	Feb-25	Mar-25	Apr-25	May-25	Jun-25	Jul-25	Aug-25	Sep-25	Oct-25	Nov-25	Dec-25	Jan-26	Feb-26	Mar-26	Apr-26	May-26	Jun-26	Jul-26	
1	Survey lokasi pendirian pabrik	█																															
2	Survey harga bahan baku dan peralatan		█																														
3	Pembelian dan pembebasan lahan			█																													
4	Perizinan bangunan dan usaha				█																												
5	Pembangunan pabrik dan fasilitas					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
6	Pembelian peralatan					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
7	Pemasangan instalasi peralatan																																
8	Pembelian bahan baku																																
9	Rekrutmen karyawan																																
10	Training office																																
11	Cek serangkaian proses dan Trial I																																
12	Pengujian skala laboratorium																																
13	Evaluasi dan perbaikan																																
14	Trial II																																
15	Pengujian skala laboratorium																																
16	Evaluasi dan perbaikan																																
17	Start up																																

Gambar I. 1 Time Schedule Pembangunan Pabrik Aluminium Sulfat

### I.5 Penentuan Kapasitas Pabrik Aluminium Sulfat

#### I.5.1 Data Impor

Tabel I. 2 Data Impor Aluminium Sulfat di Indonesia

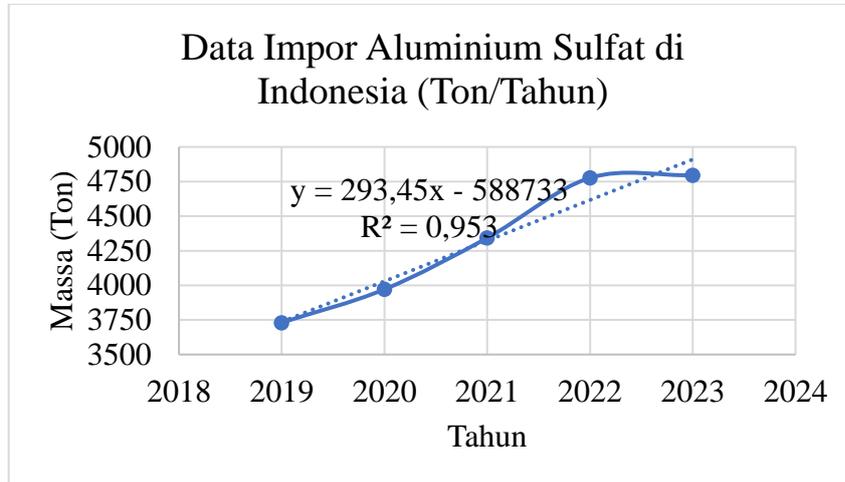
No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
1	2019	3730,555	-
2	2020	3971,251	6,5%
3	2021	4342,344	9,3%
4	2022	4776,217	10,0%
5	2023	4795,307	0,4%
<b>Total</b>		21615,674	26%
<b>Rata-rata</b>		4323,1348	7%

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan data impor yang tercantum dalam Tabel I.2, terlihat bahwa impor aluminium sulfat di Indonesia selama lima tahun terakhir cukup signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa permintaan terhadap aluminium sulfat di Indonesia



cenderung meningkat setiap tahunnya, sementara produksi domestik tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Oleh karena itu, hal ini menjadi salah satu faktor yang mendukung potensi penghasil aluminium sulfat.



**Gambar I. 2** Grafik Data Impor Kebutuhan Aluminium Sulfat di Indonesia

Berdasarkan data impor diatas maka nilai kebutuhan untuk Aluminium Sulfat pada tahun 2028 dapat dihitung menggunakan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$F = P(1+i)^n \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- F = Nilai kebutuhan pada tahun ke-n
- P = Besarnya data pada tahun sekarang (Ton/Tahun)
- i = Rata-rata pertumbuhan
- n = Selisih tahun

Sehingga perkiraan nilai impor Aluminium Sulfat pada tahun 2028 ( $m_1$ ) adalah:

$$m_1 = P(1+i)^n$$

$$m_1 = 4.795,307 (1+0,07)^5$$

$$m_1 = 6.584,486 \text{ ton/tahun}$$



### I.5.2 Data Ekspor

**Tabel I. 3** Data Ekspor Aluminium Sulfat di Indonesia

No	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
1	2019	26506,55	-
2	2020	28.215	6,4%
3	2021	31.334	11,1%
4	2022	32945,8	5,1%
5	2023	37578,23	14,1%
<b>Total</b>		156579,42	37%
<b>Rata-rata</b>		31315,884	9%

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan data ekspor pada Tabel I.3, diketahui bahwa ekspor aluminium sulfat di Indonesia dalam 5 tahun terakhir selalu terjadi peningkatan. Maka dapat diperkirakan nilai ekspor Aluminium sulfat pada tahun 2028 yang didapatkan dari perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

$$F = P(1+i)^n \dots\dots\dots (1)$$

Sehingga perkiraan nilai konsumsi Aluminium Sulfat pada tahun 2028 ( $m_4$ ) adalah:

$$m_4 = P(1+i)^n$$

$$m_4 = 37.578,23 (1+0,09)^5$$

$$m_4 = 58.287,47 \text{ ton/tahun}$$

### I.5.3 Kapasitas Pabrik

Pabrik direncanakan akan didirikan pada tahun 2028. Penentuan produksi dilakukan dengan *discounted method* dengan menggunakan data yang telah didapat yaitu jumlah impor dan ekspor bahan tersebut di Indonesia dengan menggunakan persamaan berikut:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- $m_1$  = Nilai impor tahun berdiri pabrik (Ton/Tahun)
- $m_2$  = Produksi pabrik dalam negeri (Ton/Tahun)
- $m_3$  = Kapasitas pabrik yang akan didirikan (Ton/Tahun)
- $m_4$  = Nilai ekspor tahun berdiri pabrik (Ton/Tahun)
- $m_5$  = Nilai konsumsi tahun berdiri pabrik (Ton/Tahun)



Konsumsi dalam negeri ( $m_5$ ) = 269.169 ton/tahun

Produksi pabrik dalam negeri ( $m_2$ ) = 127.600 ton/tahun

Sehingga,

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = (58.287,47 + 269.169) - (6.584,486 + 127.600)$$

$$m_3 = 193.229 \text{ Ton/Tahun}$$

Dikarenakan di Indonesia sudah ada pabrik Aluminium Sulfat yang telah berdiri, maka perhitungan kapasitas produksi maksimal 30% dari nilai peluang produksi

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi} &= 30\% \times \text{kebutuhan} \\ &= 30\% \times 193.229 \frac{\text{Ton}}{\text{Tahun}} \\ &= 57.969 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kapasitas pabrik untuk memproduksi Aluminium Sulfat pada tahun 2028 adalah sebesar 70.000 Ton/Tahun.

## I.6 Sifat Bahan Baku dan Produk

### I.6.1 Bahan baku

#### a. Bauksit

1. Bentuk : Bubuk
2. Specific Gravity : 2,55
3. Warna : Kuning
4. Ukuran Partikel : 200 *mesh*
5. Komponen :
  - $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  : 55 %
  - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 5,2 %
  - $\text{SiO}_2$  : 0,05%
  - $\text{TiO}_2$  : 0,05%
  - $\text{H}_2\text{O}$  : 39,7%

#### a) Aluminium oksalat hidroksida

##### Sifat Fisika

1. Rumus Molekul :  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
2. Berat Molekul : 138 g/mol
3. Titik Leleh : 2.040 °C



## Pra Rencana Pabrik

### Pabrik Aluminium Sulfat dari Bauksit dan Asam Sulfat dengan Proses Basah Kapasitas 70.000 Ton/Tahun

---

4. Densitas :  $3,97 \text{ g/cm}^3$

5. Bentuk : Padat

(Yaws,1999 ; Perry 1997 ; Chemicalbook.com ; Booklet ESDM )

#### b) Besi (III) Oksida

##### Sifat Fisika

1. Rumus Molekul :  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

2. Berat Molekul :  $160 \text{ g/mol}$

3. Titik Leleh :  $1.538 \text{ }^\circ\text{C}$

4. Densitas :  $5,18 \text{ g/cm}^3$

5. Bentuk : Padat

(Yaws,1999 ; Perry 1997 ; Chemicalbook.com ; Booklet ESDM)

#### b. Asam Sulfat

1. Rumus Molekul :  $\text{H}_2\text{SO}_4$

2. Berat Molekul :  $98,08 \text{ g/mol}$

3. Titik Lebur :  $10,49 \text{ }^\circ\text{C}$

4. Titik Didih :  $290 \text{ }^\circ\text{C}$

5. Specific Gravity :  $1,834$

6. Warna : Tidak berwarna

7. Bentuk : Cair

(Perry, 1997)

#### c. Barium Sulfida

1. Rumus Molekul :  $\text{BaS}$

2. Berat Molekul :  $169 \text{ g/mol}$

3. Bentuk : Padat

4. Titik Leleh :  $1.200 \text{ }^\circ\text{C}$

5. Densitas ( $15^\circ\text{C}$ ) :  $4,25 \text{ g/cm}^3$

(Perry, 1997)

## I.6.2 Produk

### a. Aluminium Sulfat

1. Rumus Molekul :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

2. Berat Molekul :  $342,15 \text{ g/mol}$



## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

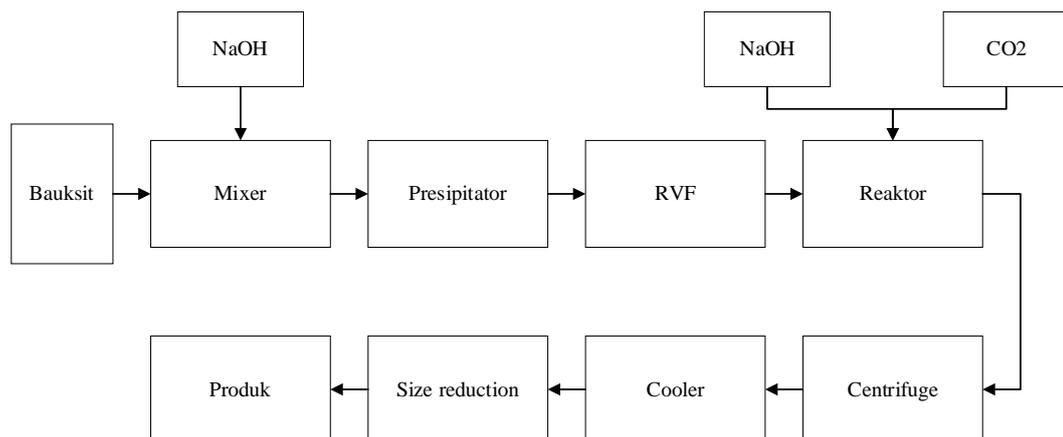
#### II.1 Tinjauan Proses

Aluminium sulfat diproduksi dengan mereaksikan antara bauksit dan asam sulfat dengan menghasilkan air sebagai produk samping. Secara umum, terdapat dua proses yang sering digunakan dalam industri Aluminium Sulfat, yaitu:

1. Proses Kering
2. Proses Basah

Adapun uraian proses-proses diatas seperti berikut:

##### II.1.1 Proses Kering



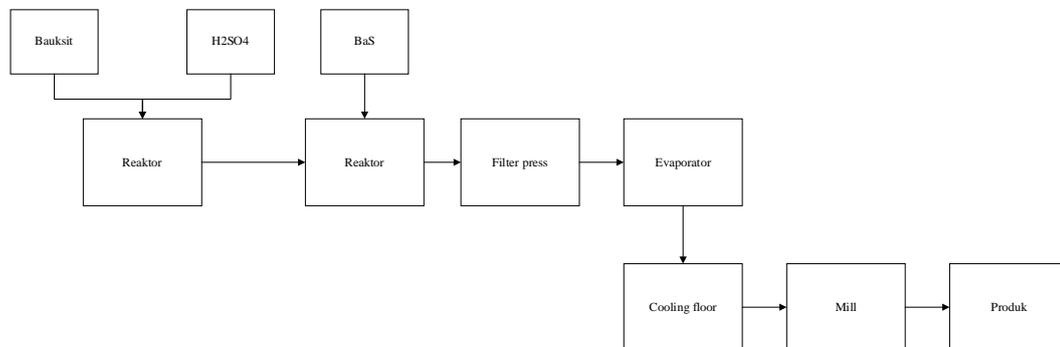
Bauksit dari silo penyimpanan bahan baku diangkut dengan *conveyor* dan dilarutkan dalam suatu tangki yang dilapisi timah hitam untuk memperoleh konsentrasi larutan. Kemudian larutan NaOH 10% dimasukkan kedalamnya, dipanaskan dengan agitasi. pH campuran diatur 7-10 dengan jalan mengencerkannya dengan air.  $Al_2(OH)_3$  yang terbentuk kemudian diendapkan dengan alat yang disebut tangki pengendapan. Endapan yang terbentuk kemudian disaring pada drum berputar penyaring hampa dan sebagian dikembalikan sebagai pembawa yang bertujuan untuk mempercepat proses pengendapan. Aluminium Hidroksida yang tersaring kemudian disuspensikan kedalam sejumlah air pada suatu tangki dan kemudian dilarutkan lagi dalam NaOH dengan memanaskan larutan  $CO_2$  dilewatkan terhadap larutan ini untuk mengatur pH 7-10. Disini akan



terbentuk endapan yang berbentuk gel. Hasil endapan yang berbentuk Alumina gel disaring dan dicuci di alat penggerak pengering berputar, gel dikeringkan pada suhu 400-800°C. Kemudian didinginkan di alat pendingin berputar, selanjutnya dimasukan ke alat mesin penghancur sehingga didapatkan produk yang diinginkan. (Mc.Ketta,1997)

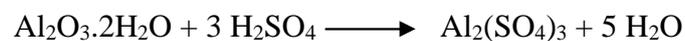
Pada proses ini Aliminium Sulfat dibuat dengan cara memanaskan bahan yang mengandung  $Al_2O_3$  dengan asam sulfat pada suhu 170°C dan tekanan 1 atm. Bahan yang umum digunakan dalam proses ini adalah kaolin.

### II.1.2 Proses Basah



Pada proses ini Aluminium sulfat diproduksi oleh reaksi antara bauksit atau bijih alumina terhidrasi yang memiliki rumus  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$  dengan asam sulfat 77,67%. Bahan bauksit umumnya mengandung alumina dan impuritiesnya. Bauksit dengan dengan asam sulfat direaksikan di dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk, dimana reaktor tersebut dijalankan pada suhu 105-110°C. Dalam reaktor terjadi reaksi pembentukan produk dan reaksi samping. Berikut adalah reaksi yang terjadi dalam reaktor 1 pada proses basah :

Reaksi Pembentukan produk :



Reaksi Samping :



Produk yang keluar dari reaktor 1 dipompa ke clarifier untuk mereduksi  $Fe_2(SO_4)_3$  menjadi  $FeS$  dengan penambahan  $BaS$ . Kemudian dialirkan untuk memisahkan padatan sisa hasil reaksi dari filtrat. Selanjutnya larutan aluminium



sulfat kemudian dipampatkan dalam evaporator dan diumpangkan ke dalam cooling floor, agar produk dihasilkan dalam bentuk padatan/kristal.

## II.2 Seleksi Proses

**Tabel II. 1** Seleksi Proses Pembuatan Aluminium Sulfat

Parameter	Proses	
	Kering	Basah
Bahan baku	Bauksit & NaOH	Bauksit & H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Fase Bahan	Cair-cair	Cair-padat
Temperatur reaksi (°C)	170	105-110
Tekanan	1 atm	1 atm
Yield	-	92%
Limbah	Limbah yang terbentuk berupa debu berbentuk serbuk halus	Limbah yang terbentuk sedikit
Alat	Rumit	Sederhana

Dari tinjauan proses pembuatan aluminium diatas maka dapat disimpulkan bahwa proses yang dipilih adalah proses pembuatan aluminium sulfat dari bauksit dan asam sulfat dengan proses basah dengan faktor pertimbangan:

1. Instalasi yang dilakukan lebih mudah
2. Suhu reaksi yang lebih rendah
3. Limbah yang dihasilkan sedikit sehingga mudah diolah dan tidak berbahaya

Berdasarkan pra-rancangan pabrik aluminium sulfat yang dibuat oleh Fadhilah pada tahun 2023, pabrik ini dilengkapi dengan banyak peralatan proses. Hal ini berpengaruh pada tingginya biaya produksi akibat pengeluaran untuk pembelian alat yang banyak. Oleh karena itu, penulis merancang pabrik ini dengan mengurangi penggunaan alat dalam proses yang sama, yang bertujuan untuk menekan biaya pengadaan alat. Selain itu, harga bahan baku yang tinggi juga menjadi salah satu alasan penulis melakukan perancangan ulang dengan mengganti bahan baku dengan alternatif yang lebih terjangkau tetapi tetap memiliki kualitas yang sama. Namun,



pabrik ini memiliki nilai BEP yang lebih tinggi, yaitu 57%, serta waktu pengembalian modal yang lebih cepat dibandingkan dengan rancangan penulis.

### II.3 Uraian Proses

Pembuatan asam sulfat dari bauksit dan asam sulfat melalui proses basah dapat dilakukan melalui 3 tahapan proses yaitu :

1. Persiapan bahan baku.
2. Proses reaksi.
3. Proses pembentukan produk
4. Proses pemisahan dan pemurnian produk.

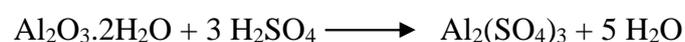
#### II.3.1 Persiapan Bahan Baku

Tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan bahan baku sesuai spesifikasi yang dibutuhkan untuk proses utama dalam industri kimia. Bahan baku yang akan dipersiapkan yakni Bauksit dan Asam Sulfat. Bauksit dan asam sulfat 77,67% dilarutkan dalam suatu reaktor pada suhu 110°C dengan tekanan 1 atm.

#### II.3.2 Proses Reaksi

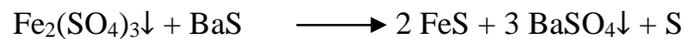
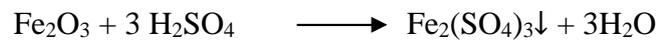
Pembuatan Aluminium sulfat menggunakan proses basah dengan bahan baku bauksit dan asam sulfat 98% pada suhu 110 °C dan tekanan 1 atm. Bahan baku bauksit disimpan di Silo dibawa menuju reaktor sambil dipanaskan sampai suhu reaksi 110°C menggunakan jacketed screw conveyor dan ditampung sementara di Hopper sebelum masuk reaktor. Asam sulfat 98% diencerkan dalam *mixer* dengan menggunakan air sehingga menjadi asam sulfat 77,67%. Sebelum masuk reaktor, asam sulfat 77,67% menuju *heat exchanger* untuk merubah suhu hingga 110°C. Kemudian asam sulfat dan bauksit diumpukan ke Reaktor dengan jenis Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) atau dengan nama lain *Continious stirred tank (CSTR)* pada suhu 110°C dengan tekanan 1 atm dan konversi 92% yang mana reaksi bersifat eksotermis sehingga di reaktor dipasang jaket pendingin yang berisi air dengan suhu 30°C sebagai media pendingin. Didalam reaktor terjadi reaksi sebagai berikut:

Reaksi Utama :





Reaksi Samping :



### II.3.3 Proses Pembentukan Produk

Produk yang keluar dari reaktor diumpankan ke *clarifier* untuk memisahkan sisa hasil reaksi dari filtrat dan mereduksi  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  menjadi FeS dengan penambahan BaS. Cairan *overflow* dimasukkan kedalam cooler untuk menurunkan panas yang dihasilkan dalam slurry aluminium sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) pada kondisi operasi suhu 65 °C. kemudian diumpankan ke dalam *crystalizer* untuk di kristalkan dengan suhu 32 °C.

### II.3.4 Persiapan Pemisahan dan Pemurnian Produk

Hasil dari *crystalizer* berbentuk butiran halus seperti garam. Produk hasil keluaran *crystalizer* dialirkan kedalam *centrifuge* untuk memisahkan produk sisa yang tidak terpakai. Hasil keluaran dari *centrifuge* berupa aluminium sulfat dan mother liquor. Mother liquor yang terbentuk dialirkan menuju unit pengolahan limbah, sedangkan produk aluminium sulfat dialirkan menuju *rotary dryer* untuk dikeringkan. Produk yang dihasilkan dibawa menuju *cooling conveyor* untuk memastikan produk benar-benar dalam keadaan kering. Selanjutnya produk dibawa menuju *ball mill* dengan menggunakan *bucket elevator* untuk dilakukan proses pengseragaman ukuran dan pengayakan menjadi 200 mesh. Produk yang keluar dapat disimpan kedalam silo aluminium sulfat untuk dilanjutkan dengan proses pengemasan dan kemudian dapat dipasarkan.