

## PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM HIDROKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES GIULINI KAPASITAS 25.000 TON/TAHUN

Delfi Ainal Fazri<sup>1,\*</sup>, Nina Fitriyani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. Jenderal Achmad Yani KM 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

\*Corresponding Author: delfiainalfazri@gmail.com

### Abstrak

Dalam industri pengolahan air sebagai reagen flokulan untuk penjernihan air yang digunakan biasanya adalah aluminium sulfat. Berdirinya pabrik aluminium sulfat sangat penting di Indonesia karena diharapkan dapat mencukupi kebutuhan aluminium sulfat dalam negeri, mengurangi impor, serta menambah pemasukan bagi negara dengan mengeksport aluminium sulfat. Perencanaan pabrik yang didirikan akan beroperasi dengan kapasitas 25.000 ton/tahun di Gresik, Jawa Timur.

Aluminium sulfat dapat dibuat dari  $Al(OH)_3$  dan  $H_2SO_4$  dengan proses Giulini. Pembentukan produk dilakukan didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) dengan kondisi operasi  $170^\circ C$  dan tekanan 5 atm. Produk akhir berupa aluminium sulfat dengan kandungan  $Al_2O_3$  17,2%,  $Fe_2O_3$  <0,01% dan bahan yang tidak larut 0,03%. Kebutuhan utilitas air diambil dari sungai brantas dan kebutuhan utilitas listrik dari PT PLN gresik.

Analisa ekonomi didapat pada TCI sebesar Rp 109.378.111.755,- dengan biaya penjualan yaitu sebesar Rp 243.750.003.725,-. Diperoleh ROI sebelum pajak sebesar 29,13% dan ROI sesudah pajak sebesar 18,94%. POT sebelum pajak yaitu 2,69 tahun dan POT sesudah pajak yaitu 3,71 tahun. Sehingga diperoleh BEP sebesar 43% dan SDP sebesar 27%. Berdasarkan pertimbangan hasil analisa ekonomi tersebut, maka pabrik aluminium sulfat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

**Kata kunci:** Aluminium Hidroksida, Asam Sulfat, Aluminium Sulfat, Giulini

### 1. Pendahuluan

Saat ini peran industri kimia semakin dominan dalam perkembangan teknologi dan perkembangan berbagai sektor pembangunan. Hal ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, memperluas kesempatan kerja dan meningkatkan angka pemasukan bagi negara. Salah satu produk kimia yang banyak dibutuhkan adalah Aluminium Sulfat. Dalam kehidupan sehari-hari Alum atau tawas digunakan sebagai penjernihan pada air sumur. Aluminium sulfat merupakan koagulan yang membantu mengendapkan partikel kecil pada air yang sulit untuk mengendap dengan sendirinya (Sutrisno, 1996).

Di dalam industri pengolahan air Aluminium sulfat merupakan bahan kimia yang berperan penting dalam proses penjernihan air. Aluminium sulfat adalah senyawa yang digunakan sebagai koagulan yang larut dalam air. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk maka berbanding lurus dengan kebutuhan terhadap Aluminium Sulfat (Ismayanda, 2011).

Terdapat dua sumber yang dapat menghasilkan aluminium sulfat, yaitu dari senyawa  $Al(OH)_3$  dan  $H_2SO_4$  (Ismayanda, 2011).

Aluminium hidroksida merupakan sumber dari aluminium yang digunakan, sedangkan sumber sulfat yang digunakan yaitu asam sulfat. Bahan baku didapatkan dari dalam negeri. Industri aluminium sulfat perlu dikembangkan karena aluminium sulfat memiliki pengaruh terhadap berlangsungnya pabrik industri. Tujuan pendirian pabrik adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan membuka lapangan kerja yang lebih luas. Hal ini juga dapat meningkatkan pendapatan negara dengan melakukan penjualan keluar negeri.

Berikut data komoditas Aluminium sulfat menurut badan pusat statistik pada tahun 2015-2020 disajikan pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

**Tabel 1.** Data Impor Aluminium Sulfat di Indonesia

No.	Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (i)
1.	2015	60	0
2.	2016	80,02	0,3337
3.	2017	60,788	-0,2403
4.	2018	65,888	0,0839
5.	2019	177,077	1,6875
6.	2020	221,372	0,2501
	Total	605,145	2,1149
	Rata-rata		0,4230



**Tabel 2.** Tabel data Ekspor Aluminium Sulfat di Indonesia

No.	Tahun	Ekspor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (i)
1.	2016	35.442,385	0,5973
2.	2017	35.770,900	0,0093
3.	2018	37.273,760	0,0420
4.	2019	34.029,800	-0,0870
5.	2020	42.284,401	0,2426
Total		184.801,246	0,8042
Rata-rata			0,1608

**Tabel 3.** Tabel Data Pabrik Aluminium Sulfat di Indonesia (Kemenperin, 2020)

Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Indonesia Acids Industry	44.600
PT. Timur Raya Tunggal	12.000
PT. Dunia Kimia Utama	10.000
PT. Nebraska Utama	5.400
Total Kapasitas Nasional	72.000

**Tabel 4.** Tabel Data Pabrik Aluminium Sulfat di Dunia (BPPI, 2018)

Negara	Kapasitas (Ton/Tahun)
New Zeland	150.000
Canada	91.000
Venezuela	280.000
South Carollina	180.600
Australia	220.400
Brazil	310.000

Dari data tersebut untuk mengetahui perkiraan kebutuhan produksi aluminium sulfat di Indonesia pada tahun 2027 menggunakan persamaan berikut (Ulrich, 1984):

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

Keterangan:

F = Besar kebutuhan aluminium sulfat tahun 2027

P = Besarnya data import dan export pada saat perancangan (ton/tahun)

i = Data kenaikan rata-rata tahun 2016-2020

n = Nilai selisih antara tahun perancangan dan tahun rencananya berdiri (tahun ke-n)

Berdasarkan hasil perhitungan dan data aluminium sulfat tahun 2016-2020, kemungkinan kapasitas pabrik aluminium sulfat yang rencana dibangun pada tahun 2027 adalah = 50.000 ton/tahun. Saat memilih kapasitas produksi, total keseluruhan produksi pabrik aluminium sulfat yang ada di dalam negeri juga dipertimbangkan. Dalam perancangan pabrik aluminium sulfat ini direncanakan kapasitas produksi sebesar 25.000 ton/tahun (50% dari total kebutuhan impor dan ekspor aluminium sulfat) pada tahun 2027. Dengan pemilihan kapasitas pabrik tersebut setidaknya terdapat dalam kategori kapasitas pabrik yang berproduksi di dalam negeri

## 2. Uraian Proses

### 2.1 Macam Proses

Terdapat 2 jenis proses dalam pembuatan aluminium sulfat di industri, yaitu proses Dorr (produksi aluminium sulfat dari *bauxite* dan  $H_2SO_4$ ) dan proses Giulini (produksi aluminium sulfat dari  $Al(OH)_3$  dan  $H_2SO_4$ ). Berikut adalah perbedaan antara proses Dorr dan proses Giulini yang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

**Tabel 5.** Perbedaan Proses Giulini dengan Proses Dorr

No.	Parameter	Uraian Proses	
		Dorr	Giulini
1.	Tekanan Operasi (atm)	1 atm	5 atm
2.	Reaktor	Reaktor digester	RATB
3.	Konversi	92%	80%
4.	Yield	92%	99,85%
5.	Suhu operasi pada reaktor	110°C	170°C
6.	Waktu tinggal	4 jam	2 Jam
7.	Bahan baku Utama	<i>Bauxite</i> dan $H_2SO_4$	$Al(OH)_3$ dan $H_2SO_4$
8.	Bahan Baku Lain	BaS dan Lem serpih	<i>Seed aluminium sulfat powder</i>
9.	Produk	Produk dengan komposisi $Al_2O_3$ 17%	Produk dengan komposisi $Al_2O_3$ 17-18%
10.	Hasil Sampung	- Endapan $Fe_2O_3$ 0,5% - Bahan tidak larut <0,1%	- Endapan $Fe_2O_3$ <0,01% - Bahan tidak larut <0,03%

Berdasarkan **Tabel 5**, Proses yang digunakan yaitu proses Giulini, dengan pertimbangan sebagai berikut :

- 1) Bahan baku dari  $Al(OH)_3$  merupakan senyawa yang memiliki kadar besi rendah sehingga tidak memerlukan bahan baku tambahan untuk melakukan pengendapan pada besi.
- 2) Waktu reaksi berlangsung sekitar 2 jam.
- 3) Proses Giulini dapat menghasilkan aluminium sulfat padat dengan kandungan  $Al_2O_3$  sebesar 17%.
- 4) Proses Giulini dapat menghasilkan yield aluminium sulfat sebesar 99,85%.
- 5) Dapat memenuhi persyaratan umum aluminium sulfat di pasaran dan sifat-sifat aluminium sulfat dengan memproduksi aluminium sulfat dengan kandungan  $Al_2O_3$  sebesar 17%. Karakteristik produk ini memenuhi SNI No. 06-4367-1999 tentang baku mutu aluminium sulfat.



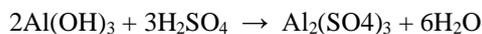
## 2.2 Uraian Proses Terpilih

### 2.2.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku perlu dikondisikan sedemikian rupa agar sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan sehingga reaksi bisa berjalan dengan baik. Bahan baku utama berupa aluminium hidroksida terdapat pada gudang penyimpanan (F-110) yang akan dipindahkan menggunakan *screw conveyor* (J-111) menuju ke reaktor (R-210). Bahan baku lain yaitu asam sulfat dari tangki penyimpanan (F-120) dipompakan menuju mixer (M-130) untuk dilakukan pengenceran kemudian dipompakan menuju heater (E-132) untuk dilakukan pemanasan.

### 2.2.2 Tahap Reaksi

Aluminium hidroksida dari gudang penyimpanan (F-110) kemudian *recycle* dari *filter press* (H-310) dan asam sulfat dari tangki penyimpanan (F-120) kemudian *recycle* dari *centrifuge* (H-350) direaksikan dalam reaktor selama 2 jam. Berlangsung dalam kondisi operasi suhu 170 °C dan tekanan 5 atm. Berikut adalah reaksi yang terjadi



### 2.2.3 Tahap Evaporasi

Pemekatan larutan aluminium sulfat hingga kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  menjadi 17%. Tahap ini dilakukan pada evaporator (V-320). Larutan aluminium sulfat pekat dipompakan menuju *cooler* (E-322) untuk menurunkan suhu larutan dari 115°C menjadi 85°C.

### 2.2.4 Tahap Kristalisasi

Aluminium sulfat pekat akan dipompakan menuju *mixer* (M-330) untuk ditambahkan bibit kristal aluminium sulfat. Kemudian dilakukan pengkristalan melalui *crystalizer* (X-340). Produk keluaran *crystalizer* akan dilakukan pemisahan hidrat pada *centrifuge* (H-350), untuk mengurangi kadar air dilakukan pencucian menggunakan *residu washing centrifuge* (H-352).

### 2.2.5 Tahap Pengeringan

Hasil dari pencucian *residu washing centrifuge* (H-352) akan dikering di *rotary dryer* (B-360) yang dimasukan udara kering dengan suhu 140 °C gas keluaran *rotary dryer* akan dialiri menuju *cyclone* untuk digunakan sebagai *seed* aluminium sulfat.

### 2.3.6 Tahap Penanganan Produk

Bongkahan aluminium sulfat kering dari *rotary dryer* dipindah menuju *cooling screw conveyor* (J-365) untuk dilakukan pendinginan. Kemudian proses penghalusan produk dilakukan

pada *ball-mill* (C-370) keluaran *ball mill* akan disaring melalui *screen* (H-380). Aluminium sulfat yang *oversize* akan *direcycle* kembali dan yang *onsize* dimasukan ke *hopper* (F-381) untuk dikemas. Aluminium sulfat yang sudah dikemas disimpan didalam gudang penyimpanan (F-390).

## 3. Utilitas

Sungai Brantas digunakan untuk air kebutuhan proses, kantor dan laboratorium. Konsumsi air sebesar 119.638,82 kg/jam. Kebutuhan listrik pabrik dipenuhi oleh pembangkit listrik turbin uap yang penyimpanan energinya berupa generator. Persyaratan utilitas umum yang diperlukan untuk pengoperasian aluminium sulfat ditunjukkan pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Kebutuhan Utilitas pabrik

Kebutuhan	Total	Satuan
Air Pendingin	110.346,91	kg/hour
Steam	5.289,17	kg/hour
Air Proses	1.791,58	kg/hour
Air Sanitasi dan Keamanan	2.211,16	kg/hour
Listrik	844,47	kWh
Bahan Bakar	11.405,59	Liter/jam

## 4. Analisa Ekonomi

Pendirian pabrik dapat dinyatakan memenuhi standar kelayakan berdasarkan perolehan profit yang dihasilkan, oleh karena itu dilakukan analisis ekonomi. Berikut adalah analisis ekonomi pabrik aluminium sulfat terdapat pada **Tabel 7**.

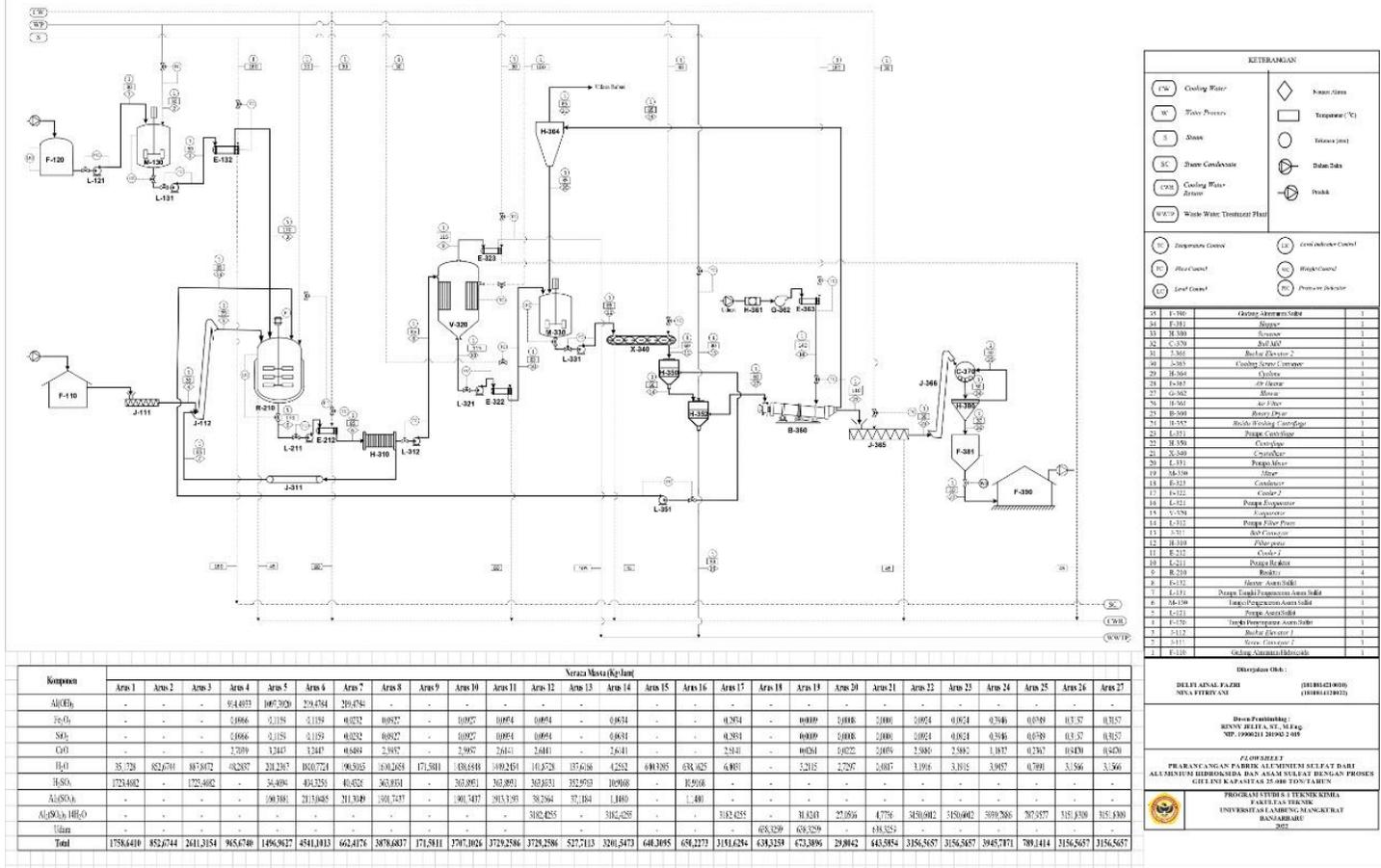
**Tabel 7.** Analisa Ekonomi Pabrik Aluminium Sulfat

Analisa	Nilai	Range	Keterangan
ROI	18,94%	Min. 11%	Memenuhi
POT	3,71 tahun	2-5 tahun	Memenuhi
BEP	43%	40-60%	Memenuhi
SDP	28%	20-40%	Memenuhi

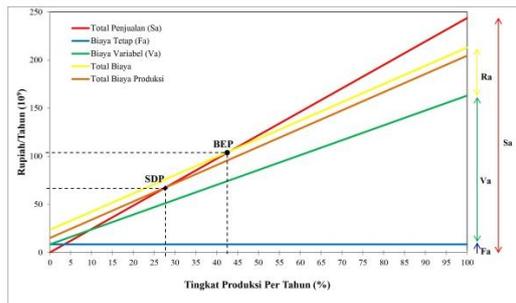
Pengembalian modal yang diinvestasikan (ROI) adalah pengembalian modal yang diinvestasikan dibagi dengan pendapatan. *Payback Period* (POT) adalah periode pengembalian (uang investasi) yang dihasilkan dari profit. Titik impas (BEP) adalah titik yang mewakili tingkat biaya dan manfaat yang sama. Titik waktu atau saat kegiatan produksi dihentikan disebut *Stopping Point* (SDP). Penyebab SDP seringkali adalah biaya variabel yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen dihasilkan dari operasi produksi yang tidak menguntungkan. Grafik untuk mengetahui ekonomi pabrik ditunjukkan pada **Gambar 2**.



**PRARANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM  
HIDROKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES GIULINI KAPASITAS  
25.000 TON/TAHUN**



**Gambar 1. Process Flow Diagram Pabrik Aluminium Sulfat**



**Gambar 2.** Grafik Break even point dan Shut Down Point

## 5. Kesimpulan

Hasil perhitungan dan desain proses pabrik Aluminium sulfat, ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data ekspor dan impor tahun 2016 sampai dengan 2020, perencanaan pabrik memproduksi Aluminium sulfat pada tahun 2027 berkapasitas 25.000 Ton/Tahun.
2. Berdasarkan pertimbangan sumber bahan baku, pemasaran produk dan lingkungan, direncanakan pabrik didirikan didaerah Gresik, Jawa Timur.
3. Hasil evaluasi ekonomi pabrik Aluminium Sulfat berkapasitas 25.000 ton/tahun adalah sebagai berikut:
  - Rata-rata keuntungan sebelum pajak : Rp 23.194.690.462
  - Rata-rata keuntungan setelah pajak : Rp 15.076.548.800
  - ROI (Return Of Investment) sebelum pajak : 29,28%

- ROI (Return Of Investment) sesudah pajak : 29,28%
- POT (Pay Out Time) sebelum pajak: 2,68 tahun
- POT (Pay Out Time) setelah pajak: 3,70 tahun
- BEP: 43%
- SDP: 27%

Dari hasil analisis ekonomi, dapat dinyatakan bahwa proyek pabrik ini memenuhi standar untuk didisrikan.

## Daftar Pustaka

- Ismayanda, M. H. (2011): Aluminium sulfat dari Aluminium hidroksida dan Asam Sulfat . *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan ISSN 1412-5064*, 53.
- Statistik, B. P. (2021): Data kebutuhan di Indonesia
- Sutrisno (1996): *Seri Fisika Mekanika*. ITB. Bandung
- Timmerhaus, K. D. (1991): *Plants Design Economics for Chemical Engineers 4th Edition*. Mc Graw Hill Book Company. Singapore
- Ullman's (1985): *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH. Germany
- Ulrich, G. D. (1984): *Economics chemical engineers process* . John Wiley and Sons Inc. New York
- Undang-undang Nomor I Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja.

