

PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI
ALUMINIUM HIDROKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN
PROSES GIULINI KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Nur Iklil Aflah Ansar	431 21 061
Shaskia Audina Nurul Aini	431 21 071

PROGRAM STUDI D4 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2025

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Aluminium Sulfat Dari Aluminium Hidroksida Dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini Kapasitas 35.000 Ton/Tahun** oleh Nur Iklil Aflah Ansar Nim 431 21 061 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 22 September 2025

Mengesahkan,

Pembimbing 1



Ir. Irwan Sofia, M.Si

NIP. 196208101991031001

Pembimbing 2

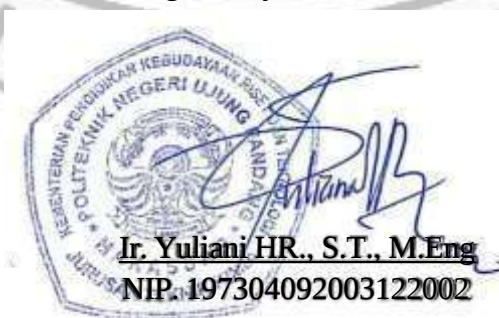


M. Badai, S.T., M.T

NIP. 196007221988111001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia berkelanjutan



Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng
NIP. 197304092003122002

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Aluminium Sulfat Dari Aluminium Hidroksida Dan Asam Sulfat Dengan Proses Giulini Kapasitas 35.000 Ton/Tahun** oleh Shaskia Audina Nurul Aini Nim 431 21 071 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 22 September 2025

Mengesahkan,

Pembimbing 1


Ir. Irwan Sofia, M.Si
NIP. 196208101991031001

Pembimbing 2


M. Badai, S.T., M.T
NIP. 196007221988111001

Mengetahui,

Ketua Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia berkelanjutan



Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng
NIP. 197304092003122002

DAFTAR ISI

	Hal.
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
SURAT PERNYATAAN	xviii
RINGKASAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan.....	2
1.2.1 Data Kebutuhan Aluminium Sulfat di Indonesia.....	3
1.2.2 Perhitungan Kapasitas Pabrik Aluminium Sulfat.....	7
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	9
1.4 Tinjauan Pustaka	13
BAB II DESKRIPSI PROSES	19
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	19
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	19
2.1.2 Produk Utama.....	21
2.2 Konsep Proses	21

2.2.1	Tinjauan Termodinamika.....	26
2.3	Langkah Proses.....	30
2.4	Diagram Alir (Flowsheet).....	33
BAB III NERACA MASSA.....		35
3.1	Reaktor	36
3.2	Tangki Pengenceran H_2SO_4	37
3.3	Rotary Drum Vacuum Filter	38
3.4	Evaporator	39
3.5	Crystallizer	41
3.6	Centrifuge	42
3.7	Rotary Dryer.....	43
3.8	Ball Mill.....	44
BAB IV NERACA PANAS		46
4.1	Tangki Pengenceran Asam Sulfat.....	46
4.2	Heater asam sulfat	47
4.3	Reaktor	47
4.4	Expansion Valve.....	48
4.5	Cooler 1	49
4.6	Cooler 2	50
4.7	Rotary drum vacuum filter	51
4.8	Evaporator	52
4.9	Crystallizer	53
4.10	Rotary Dryer.....	54
4.11	Heater Udara	55
4.12	Cooling Screw Conveyor	55

BAB V SPESIFIKASI ALAT	57
5.1 Gudang Penyimpanan $\text{Al}(\text{OH})_3$	57
5.2 <i>Screw Conveyor 1</i>	57
5.3 <i>Bucket Elevator</i>	58
5.4 Tangki Penyimpanan Asam Sulfat 98%	59
5.5 Pompa H_2SO_4 98%	60
5.6 Tangki Pengenceran Asam Sulfat	60
5.7 <i>Heater</i> Asam Sulfat	61
5.8 Pompa H_2SO_4 66%	62
5.9 Reaktor	63
5.10 <i>Expansion Valve</i>	64
5.11 <i>Cooler 1</i>	65
5.12 <i>Cooler 2</i>	66
5.13 Pompa Larutan Aluminium Sulfat	66
5.14 <i>Rotary Drum Vacuum Filter</i>	67
5.15 <i>Belt Conveyor</i>	68
5.16 Tangki Penampung Cake	68
5.17 Pompa 4	69
5.18 Evaporator	70
5.19 Pompa Aluminium Sulfat Pekat	71
5.20 <i>Crystallizer</i>	72
5.21 <i>Centrifuge</i>	72
5.22 Pompa Mother Liquor	73
5.23 <i>Screw Conveyor</i> $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$	74
5.24 <i>Rotary Dryer</i>	74

5.25	<i>Heater Udara</i>	75
5.26	<i>Blower</i>	76
5.27	<i>Cooling Screw Conveyor</i>	77
5.28	<i>Bucket Elevator</i> $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$	78
5.29	<i>Ball Mill</i>	79
5.30	Silo Penampungan Kristal Aluminium Sulfat	80
BAB VI UTILITAS		81
6.1	Kebutuhan steam	82
6.2	Unit Penyediaan Dan Pengolahan Air	83
6.3	Kebutuhan Air	83
6.4	Pengolahan Listrik	88
6.5	Unit penyediaan bahan bakar	90
6.6	Unit pengolahan limbah	90
6.7	Spesifikasi Alat Utilitas	91
BAB VII INSTRUMEN DAN KESELAMATAN KERJA		103
7.1	Instrumen	103
7.2	Keselamatan kerja	108
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI		114
8.1	Bentuk Perusahaan	114
8.2	Struktur organisasi	116
8.3	Tugas dan Wewenang	118
8.4	Jam Kerja	130
8.5	Kesejahteraan dan jaminan sosial	131
8.6	Status Karyawan dan Sistem Upah	132
BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN		135

9.1	Pemilihan Lokasi.....	135
9.2	Tata Letak Alat Proses	143
BAB X ANALISA EKONOMI.....		151
10.1	Kajian Ekonomi.....	152
10.2	Analisa Kelayakan Ekonomi.....	154
10.2.1	Laba/Keuntungan.....	154
10.2.2	<i>Return On Investment (ROI)</i>	154
10.2.3	<i>Pay Out Time (POT)</i>	155
10.2.4	<i>Internal Rate of Return (IRR)</i>	155
10.2.5	<i>Break Event Point (BEP)</i>	155
10.2.6	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	157
BAB XI KESIMPULAN.....		159
DAFTAR PUSTAKA.....		160
LAMPIRAN A		A-1
LAMPIRAN B.....		B-1
LAMPIRAN C.....		C-1
LAMPIRAN D.....		D-1
LAMPIRAN E		E-1

**PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM
HIDROKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES GIULINI
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**

RINGKASAN

Aluminium sulfat merupakan bahan kimia yang sering digunakan dalam industri kertas, tekstil, farmasi serta industri pengolahan air. Pendirian pabrik ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan aluminium sulfat di dalam negeri dan ekspor ke negara tetangga seperti Malaysia, Singapura dan Thailand.

Pabrik Aluminium Sulfat direncanakan didirikan di kawasan Industri *Java Integrated Industrial and Port Estate* (JIPE) Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 35.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari/tahun. Metode yang digunakan pada industri ini adalah metode Giulini dengan aluminium hidroksida dan asam sulfat sebagai bahan bakunya. Reaksi dijalankan dalam reaktor CSTR yang beroperasi pada suhu 170°C dengan tekanan 5 atm. Kapasitas produksi membutuhkan bahan baku utama berupa aluminium hidroksida sebanyak 17.477,315 ton/tahun dan asam sulfat sebanyak 35.050,392 ton/tahun.

Perusahaan ini berbadan hukum Perseroan Terbatas (PT) dimana struktur organisasi yang dipakai adalah *line and staff*. Perusahaan ini dipimpin oleh seorang direktur dengan jumlah karyawan 163 orang.

Hasil perhitungan analisa ekonomi menunjukkan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 115.282.159.452/tahun, *Break Event Point* (BEP) pada 40%, ROI sebesar 32%, dan POT selama 2,68 tahun. Analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik aluminium sulfat dengan kapasitas 35.000 ton/tahun layak (*feasible*) didirikan.

PRE-DESIGNED ALUMINUM SULFATE PLANT FROM ALUMINUM HYDROXIDE AND
SULFURIC ACID WITH A GIULINI PROCESS WITH A CAPACITY OF 35,000 TONS/YEAR

SUMMARY

Aluminum sulfate is a chemical that is often used in the paper, textile, pharmaceutical and water treatment industries. The establishment of this plant aims to meet the needs of aluminum sulfate in the country and export to neighboring countries such as Malaysia, Singapore and Thailand.

The Aluminum Sulfate Factory is planned to be established in the Java Integrated Industrial and Port Estate (JIPE) industrial area of Gresik, East Java with a capacity of 35,000 tons/year and operates for 330 days/year. The method used in this industry is the Giulini method with aluminum hydroxide and sulfuric acid as raw materials. The reaction is carried out in a CSTR reactor operating at a temperature of 170°C with a pressure of 5 atm. The production capacity requires the main raw materials in the form of aluminum hydroxide as much as 17,477,315 tons/year and sulfuric acid as much as 35,050,392 tons/year.

This company is a Limited Liability Company (PT) where the organizational structure used is line and staff. The company is led by a director with a total of 163 employees.

The results of the economic analysis calculation show an after-tax profit of Rp115.282.159.452/year, Break Event Point (BEP) at 40%, ROI at 32%, and POT for 2,68 years. Economic analysis shows that an aluminum sulfate plant with a capacity of 35,000 tons/year is feasible to be established.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara berkembang memiliki pertumbuhan industri yang pesat. Perkembangan ini berperan penting dalam mendorong ekonomi, menciptakan lapangan kerja, serta meningkatkan daya saing nasional di pasar global. Pemanfaatan sumber daya alam yang melimpah dapat menghasilkan produk bernilai tinggi untuk bersaing di kancah internasional sekaligus mengurangi ketergantungan impor, sehingga mampu menambah devisa dan pendapatan negara. (Pamungkas, N.L.I. 2024).

Proses industrialisasi ditandai dengan berdirinya pabrik di suatu tempat. Pertumbuhan pada industri kimia semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut Kemenperin 2023, kinerja industri pengolahan menunjukkan ekspansi. Nilai Indeks Kepercayaan Industri (IKI) pada tahun 2023 menunjukkan angka 51,54 meningkat tajam dibandingkan dengan IKI Desember 2022 sebesar 50,9 hal ini membuktikan bahwa industri di Indonesia akan meningkat setiap tahunnya, sehingga dengan adanya pembangunan industri kimia dapat menghasilkan suatu produk yang sangat menguntungkan.

Aluminium Sulfat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ merupakan senyawa kimia yang banyak digunakan dalam berbagai industri, terutama koagulan pengolahan air untuk menghilangkan kotoran, partikel dan koloid. Selain itu, aluminium sulfat juga dimanfaatkan dalam industri kertas, tekstil, dan farmasi. Permintaan aluminium

sulfat yang terus meningkat menuntut ketersediaan bahan baku yang memadai. Senyawa ini, umumnya diproduksi dari aluminium hidroksida dan asam sulfat. Ketersediaan aluminium hidroksida di Indonesia dapat dilihat pada kapasitas pabrik yang sudah ada, seperti PT. Indonesia Chemical Alumina (PT. ICA) dengan kapasitas 166.000 ton/tahun dan PT. Bisindo Kencana dengan kapasitas 110.000 ton/tahun, sedangkan ketersediaan asam sulfat di Indonesia tersedia secara komersial dalam jumlah yang besar karena banyak digunakan dalam berbagai industri. Hal ini membuat bahan baku untuk produksi aluminium sulfat relatif mudah diperoleh dan stabil dari segi pasokan (Fordini, S. B. 2024).

Metode Giulini merupakan metode terbaik untuk proses pembuatan aluminium sulfat karena mampu mengonversi bahan baku menjadi produk berkualitas tinggi dengan limbah minimal, sehingga lebih ramah lingkungan. Lokasi Industri Aluminium Sulfat ditetapkan pada Kawasan Industri JIPE Gresik, Jalan Raya Manyar KM 11 Manyarejo, Manyar Sidorukun, Kec. Manyar Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

1.2 Kapasitas Rancangan

Kapasitas pra rancangan pabrik aluminium sulfat ditetapkan berdasarkan meningkatnya kebutuhan aluminium sulfat di Indonesia dalam berbagai sektor seperti, industri pulp atau kertas, pewarna, farmasi, pengolahan air dan limbah. Penentuan kapasitas pabrik dapat dilakukan dengan menggunakan data-data penunjang seperti data impor, ekspor, produksi dan konsumsi dari aluminium sulfat. Data-data tersebut dapat diperoleh di Badan Pusat Statistik (BPS), kemenperin, UNdata, dan *UN Comtrade*.

1.2.1 Data Kebutuhan Aluminium Sulfat di Indonesia

Penentuan kapasitas pabrik aluminium sulfat terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, yaitu ketersediaan bahan baku, kebutuhan pasar berupa ekspor, impor, produksi dan konsumsi, dan kapasitas pabrik aluminium sulfat yang sudah ada di Indonesia.

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku utama pembuatan aluminium sulfat adalah aluminium hidroksida dan asam sulfat. Adapun data penghasil bahan baku utama, sebagai berikut:

a. Pabrik Penghasil Aluminium Hidroksida di Indonesia

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS, 2023) Indonesia mengimpor aluminium hidroksida sebesar 46.365,787 ton dan ekspor sebesar 109.111,431 ton. Berdasarkan kondisi tersebut Aluminium Hidroksida yang digunakan adalah produksi domestik agar tidak meningkatkan biaya operasional. Adapun data industri penghasil aluminium hidroksida sebagai berikut:

Tabel 1. 1 Data Industri Produsen Aluminium Hidroksida di Indonesia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas	Sumber
		(Ton)	
PT. ICA INDONESIA	Sanggau, Kalimantan Barat	166.000	PT. ICA
PT. Bisindo Kencana	Jakarta	110.000	Kemenperin

b. Pabrik Penghasil Aluminium Hidroksida di Dunia

Tabel 1. 2 Data Industri Produsen Aluminium Hidroksida di Dunia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas	Sumber
Chalco	China	2.592.000	www.alcircle.com
Alcho	Australia	720.000	Richard Flook (2018)
Almatis	German	504.000	Richard Flook (2018)
Alteo	France	432.000	Richard Flook (2018)
Grup Xinfu Shadong	Guangxi, Tiongkok Selatan	3.000.000	www.alcircle.com
Grup Hangzhou Jinjiang	Sanmenxia, Henan	2.100.000	www.alcircle.com
Shandong Nanshan Aluminium Co.,Ltd	China	600.000	Made in china

c. Pabrik Penghasil Asam Sulfat di Indonesia

Industri penghasil asam sulfat sebagai bahan baku kedua dalam pembuatan aluminium sulfat di Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 1. 3 Data Industri Produsen Asam Sulfat 98% di Indonesia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Smelting	Gresik, Jawa Timur	920.000
Petrokimia Gresik	Gresik, Jawa Timur	1.170.000
Petro Jordan Abadi	Gresik, Jawa Timur	530.000
Mahkota Jaya Raya	Karawang, Jawa Barat	14.500
Timuraya Tunggal	Karawang, Jawa Barat	66.000

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Dunia Kimia Utama	Ogan Ilir, Sumatera Selatan	20.000
Mahkota Indonesia Indonesia Acids Industry Utama Inti Hasil	Jakarta Jakarta Serdang, Sumatera	49.500 33.000
Kimia Industri	Utara	27.000

Sumber: Kemenperin (2024)

d. Pabrik penghasil asam sulfat di dunia

Tabel 1. 4 Data Industri Produsen Asam Sulfat 98% di Dunia

Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
Bestgrand Chemical Group (WASP) Chemieanlagenbau Chemnitz	China German	300.000 420.000	www.bestgrand.com.cn Badische Anilin und Soda-Fabrik
Henan Fengbai Industrial Co., Ltd	Henan, China	60.000	

2. Aspek Pasar

Kebutuhan pasar aluminium sulfat dapat dilihat berdasarkan data ekspor dan impor aluminium sulfat di Indonesia. Data impor dan ekspor aluminium sulfat dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

a. Data impor aluminium sulfat

Berikut merupakan data kebutuhan impor aluminium sulfat di Indonesia

pada tahun 2019-2023:

Tabel 1. 5 Data Impor Aluminium Sulfat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
2019	177,077	-
2020	201,372	0,1372002
2021	79,940	-0,603023
2022	178,972	1,2388291
2023	775,934	3,335505
Total $\Sigma\%P$	1.413,3	4,108511
Rata-rata (i)		1,027128

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

b. Data Ekspor Aluminium Sulfat

Berikut merupakan data kebutuhan ekspor aluminium sulfat di Indonesia pada tahun 2019-2023:

Tabel 1. 6 Data Kebutuhan Ekspor Aluminium Sulfat Di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
2019	32.945,80	-
2020	31.334,26	-0,0489
2021	28.214,58	-0,0996
2022	37.578,23	0,33187
2023	26.506,55	-0,2946
Total $\Sigma\%P$	156.579,41	-0,1112
Rata-rata (i)		-0,0278

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

3. Kapasitas Pabrik Aluminium Sulfat Di Indonesia

Tabel 1. 7 Data Industri Produsen Aluminium Sulfat di Indonesia

Nama Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Aktif Indonesia Indah	30.000
PT. Timuraya Tunggal	23.500
PT. Dunia Kimia Utama	8.415
PT. Liku Telaga	70.125
Total	132.040

Sumber: Kemenperin, 2024

4. Aspek Ekonomi

Tabel 1. 8 Data Konsumsi Aluminium Sulfat di Indonesia

Tahun	Jumlah (Ton)	%P
2018	176.863	-
2019	180.437	0,020207731
2020	182.227	0,00992036
2021	185.548	0,018224522
2022	187.404	0,010002803
Total Σ%P	912.479	0,058355416
Rata-rata		0,014588854

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024

1.2.2 Perhitungan Kapasitas Pabrik Aluminium Sulfat

Penentuan kapasitas produksi aluminium sulfat didasarkan pada data impor, ekspor, produksi dan konsumsi di Indonesia. Pabrik ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2028 dengan mempertimbangkan kebutuhan domestik dan peningkatan nilai ekspor. Perkiraan jumlah kapasitas produksi aluminium sulfat pada tahun 2028 dihitung menggunakan *discounted method* menggunakan persamaan berikut ini (Kusnarjo, 2010):

$$M = P (1 + i)^n \quad (1)$$

Keterangan :

M = Prediksi data tahun yang dicari (ton/tahun)

P = Data tahun terakhir (ton/tahun)

i = Rata - rata pertumbuhan impor tiap tahun (%)

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Sehingga:

Perkiraan impor aluminium sulfat pada tahun 2028 (M1) sebagai berikut:

$$M1 = 775,93 (1+1,02713)^5$$

$$M1 = 26.560,14 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan ekspor aluminium sulfat pada tahun 2028 (M4) sebagai berikut:

$$M4 = 26.506,55 (1+(-0,0278))^5$$

$$M4 = 23.020,381 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan konsumsi aluminium sulfat pada tahun 2028 (M5) sebagai berikut:

$$M5 = 187.404(1+0,0145889)^6$$

$$M5 = 204.418,11 \text{ ton/tahun}$$

Perkiraan produksi aluminium sulfat pada tahun 2028 (M2) dapat dilihat dari pabrik yang sudah ada saat ini, dengan total produksi 132.040 ton/tahun.

Peluang kapasitas produksi aluminium sulfat pada tahun 2028 (M3) dapat ditentukan dengan persamaan (Kusnarjo, 2010) :

$$M3 = (M4 + M5) - (M1 + M2) \quad (2)$$

Keterangan :

M1 = Prediksi nilai impor tahun 2028 (ton/tahun)

M2 = Produksi pabrik didalam negeri (ton/tahun)

M3 = Peluang kapasitas pabrik tahun 2028 (ton/tahun)

M4 = Prediksi nilai ekspor tahun 2028 (ton/tahun)

M5 = Prediksi nilai konsumsi dalam negeri tahun 2028 (ton/tahun)

Sehingga:

$$M3 = ((M4 + M5) - (M1 + M2)) \text{ ton/tahun}$$

$$M3 = ((23.020,381 + 204.418,11) - (26.560,14 + 132.040))$$

$$M3 = 68.838,354 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data sebelumnya, proyeksi kapasitas pabrik aluminium sulfat pada tahun 2028 di Indonesia didukung oleh ketersediaan bahan baku yang akan mencukupi. Oleh karena itu, diambil alternatif 50% sebagai peluang proyeksi untuk pabrik yang akan didirikan pada tahun 2028. Persentase peluang proyeksi kapasitas pabrik menunjukkan fleksibilitas pabrik dalam memanfaatkan sumber daya untuk memenuhi permintaan tambahan secara cepat dan efisien. Nilai persentase tersebut ditetapkan dengan mempertimbangkan permintaan dan penawaran, waktu henti, efisiensi operasional serta faktor eksternal lainnya.

Sehingga:

$$\text{Kapasitas pabrik (M3)} = 50\% \times 68.838,354 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{M3} = 34.419,177 \text{ ton/tahun}$$

Apabila masa konstruksi pabrik diasumsikan selama 2 tahun, maka pabrik ini akan mulai beroperasi pada tahun 2028 dengan kapasitas 35.000 ton/tahun. Tujuan didirikannya pabrik ini adalah untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri serta memiliki daya.

Ketersediaan bahan baku yang digunakan dalam pabrik ini adalah aluminium hidroksida dan asam sulfat, bahan-bahan ini dapat diperoleh dari:

- Asam sulfat 98% dari PT. Petrokimia Gresik di Jawa Timur.
- Aluminium hidroksida dari PT. Bisindo Kencana di Jakarta.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan kelancaran usaha dimulai dari pemilihan lokasi pabrik. Pemilihan lokasi sangat penting karena mempengaruhi perkembangan ekonomi, sosial masyarakat, serta tingkat persaingan dalam usaha. Lokasi harus ditinjau dari

kedekatannya dengan bahan baku dan akses transportasi yang efisien agar biaya distribusi tetap rendah. Selain itu, perlu dipertimbangkan pula sarana dan prasarana, ketersediaan bahan baku biaya operasional serta dampak sosial. Lokasi yang dipilih untuk Industri Aluminium Sulfat adalah Kawasan Industri JIPE Gresik, Jalan Raya Manyar KM 11 Manyarejo, Manyar Sido Rukun, Kec. Manyar Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61151.

JIPE adalah kawasan industri terbesar di Jawa Timur dengan luas total 2.961 hektar. Kawasan ini terdiri dari area industri seluas 1.761 hektare, area residential seluas 800 hektare, dan area pelabuhan seluas 400 hektare. Harga tanah pada kawasan industri JIPE Gresik sebesar Rp 2,9 juta per meter persegi pada tahun 2024 dengan indeks kenaikan sebesar 4.5-5% per tahun, sehingga diperkirakan harga tanah menjadi Rp 3,3 juta per meter persegi pada tahun 2027 (JIPE, 2025)

JIPE telah ditetapkan sebagai Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Indonesia oleh Presiden Indonesia pada tahun 2021. JIPE sebagai KEK Indonesia merupakan Proyek Strategis Nasional yang akan menjawab kebutuhan Industri 4.0. Ini menyediakan konektivitas yang unggul dengan transportasi multimoda, pelabuhan laut dalam yang terhubung, utilitas lengkap satu atap, izin lingkungan, dan izin konstruksi cepat. (JIPE, 2025)



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Pabrik Secara geografis
(7°05'04"S 112°36'53"E)

Pemilihan lokasi ini, dapat ditinjau dari berbagai aspek, yaitu:

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan faktor penting dalam penentuan lokasi suatu pabrik. Idealnya, pabrik didirikan dekat dengan sumber bahan baku utama, sehingga pengadaan dan transportasi bahan baku mudah serta lebih efisien. Adapun aspek yang perlu ditinjau bahan baku adalah sebagai berikut:

a. Jarak sumber bahan baku dengan pabrik

- Asam sulfat 98% dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 1.170.000 ton/tahun. Jarak bahan baku asam sulfat dengan lokasi pabrik yang akan dibangun yaitu

13 km (30 menit). Alternatif lain untuk asam sulfat 98% dapat diperoleh dari PT Smelting, Gresik, Jawa Timur dengan kapasitas 920.000 ton/tahun.

- Aluminium hidroksida dapat diperoleh dari PT. Bisindo Kencana, Jakarta kapasitas 110.000 ton/tahun dengan jarak dari pabrik yang akan dibangun yaitu 830 km (15 Jam). Alternatif bahan baku aluminium hidroksida dapat diperoleh dari PT. Indonesia Chemical Alumina, yang terletak di Sanggau, Kalimantan Barat dengan kapasitas 166.000 ton/tahun.

2. Penyediaan Listrik

Penyediaan listrik direncanakan akan disuplai secara eksternal dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) Gresik, sedangkan secara internal dengan generator set.

3. Penyediaan Air

Penyediaan air yang dibutuhkan diperoleh dari kawasan yang digunakan untuk keberlangsungan industri seperti proses, sarana utilitas, air umpan dan sanitasi.

4. Transportasi

Sarana distribusi bahan baku dan produk harus memiliki akses transportasi darat maupun laut yang baik. Gresik dipilih karena lokasinya strategis, dekat dengan Pelabuhan Tanjung Perak di Surabaya dan Pelabuhan JIPE Manyar, Gresik serta memiliki jalur darat yang efisien

melalui jalan raya utama yang menghubungkan kota-kota besar dan pelabuhan, sehingga tidak pembangunan jalan khusus.

5. Tenaga kerja

Gresik memiliki tenaga kerja terampil dengan berbagai latar belakang mulai dari teknik hingga manufaktur. Berdirinya pabrik Aluminium Sulfat di Gresik dapat membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat sehingga dapat mengurangi jumlah tenaga kerja di Gresik.

1.4 Tinjauan Pustaka

Aluminium sulfat $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ adalah senyawa kimia yang larut dalam air dan banyak digunakan sebagai koagulan dalam pemurnian air minum, pengolahan air limbah, serta industri kertas. Di masyarakat, senyawa ini lebih dikenal dengan sebutan tawas atau alum. yang berfungsi untuk menggumpalkan kotoran pada proses penjernihan air. Aluminium sulfat banyak digunakan karena harganya murah, mudah diperoleh mudah disimpan. Selain itu, aluminium sulfat juga dimanfaatkan di berbagai industri, baik sebagai bahan baku seperti industri sabun dan detergen, petrokimia, kertas, pewarna, farmasi, antiseptik kulit dan sintesis bahan lainnya dan sebagai bahan pembantu digunakan dalam water treatment dan pengolahan limbah (Fordini, S. B. 2024).

Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) dalam bentuk anhidrat jarang ditemukan di alam, kecuali sebagai mineral langka *millosevichite*. Senyawa ini lebih sering dijumpai dalam bentuk hidrat, terutama heksadekahidrat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 16\text{H}_2\text{O}$) dan oktadekahidrat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), yang keduanya larut dalam air, tidak mudah terbakar, dan tidak beracun. Secara komersial, bentuk tetraaktohidrat

($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$) atau tawas dikenal sebagai aluminium sulfat dengan efektivitas terbaik.

Aluminium sulfat umumnya dipasarkan dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 14–15%, 15–16%, 17–18%, dan 22–23%, di mana jenis yang paling banyak dijumpai adalah dengan kandungan 17–18% Al_2O_3 . Produk ini mengandung 13 mol air (hidrat), sedangkan aluminium sulfat oktaedekahidrat memiliki kandungan Al_2O_3 sekitar 15,3%. (Safitri dkk, 2017).

Aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 17–18% memiliki rumus kimia $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ dan diperoleh melalui proses kristalisasi. Larutan dengan kandungan Al_2O_3 9–12% dihasilkan pada suhu 50 °C, sedangkan kandungan 12–14% diperoleh dengan penambahan seed aluminium sulfat anhidrat pada suhu 70–80 °C. Untuk menghasilkan aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 14–17%, digunakan seed aluminium sulfat anhidrat dengan suhu kristalisasi 75–105 °C, di bawah titik didih aluminium sulfat. (Safitri dkk, 2017).

Industri aluminium sulfat perlu dikembangkan karena berperan penting dalam mendukung berbagai sektor industri. Pendirian pabrik bertujuan untuk memenuhi kebutuhan domestik, membuka lapangan kerja, serta meningkatkan pendapatan negara melalui ekspor. Bahan baku aluminium sulfat dapat berasal dari dua sumber, yaitu galian (bauksit, clay, dan kaolin) serta hasil industri (aluminium hidroksida, $\text{Al}(\text{OH})_3$, dan aluminium oksida) yang direaksikan dengan H_2SO_4 . Aluminium sulfat dapat diproduksi melalui beberapa metode berikut:

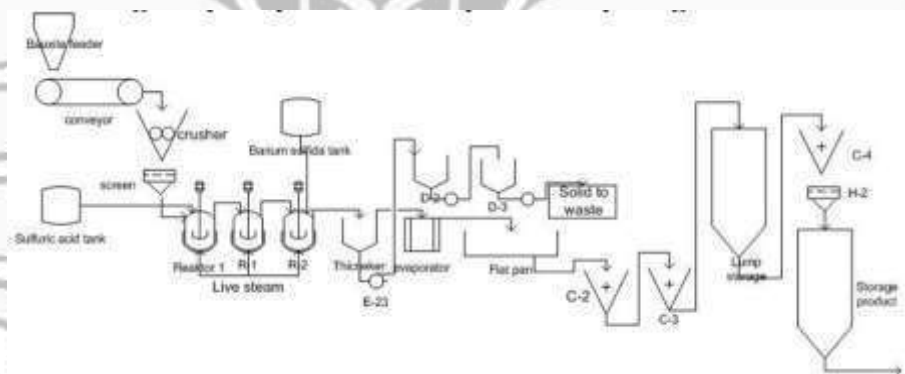
1. Proses Dorr (George T. Austin, 1984)

Proses Dorr digunakan dalam pembuatan aluminium sulfat dari bahan baku bauksit atau kaolin. Proses ini dirancang untuk mengolah bahan baku kualitas rendah dengan tambahan filtrasi residu untuk meningkatkan efisiensi. Proses dorr digunakan untuk memproduksi aluminium sulfat dengan kandungan Al_2O_3 sebesar 17% dengan mereaksikan bauksit dengan aluminium sulfat diikuti dengan penambahan barium sulfida untuk mereduksi feri sulfat menjadi fero sulfat untuk mengendapkan besi.

Mula-mula bauksit dari bauksit *feeder* bahan baku diangkut dengan *conveyor* dan dihancurkan dengan *crusher* untuk memperoleh ukuran partikel yang lebih kecil. Setelah proses *crushing* 80% berat dari bauksit di *screen* dengan ayakan 200 mesh kemudian bauksit direaksikan dengan asam sulfat 60°Be yang dialirkan dari tangki asam sulfat *feeder* dan dipanaskan oleh *steam*. Reaksinya berlangsung di dalam reaktor baja berlapis timbal yang disusun secara seri dan dilengkapi dengan agitator. Kemudian pada reaktor terakhir ditambahkan barium sulfida dalam bentuk abu hitam (*black ash*) untuk mereduksi feri sulfat menjadi fero sulfat dan untuk mengendapkan besi.

Endapan feri sulfate dikirim ke dalam *thickeners* dan dioperasikan secara *counter current* untuk mengurangi partikel yang tidak larut dan dicuci dengan air hasil kondensat sehingga tidak mengandung alum. Untuk memperoleh aluminium sulfat kering, maka dilakukan pemekatan pada larutan aluminium sulfat yang telah dijernihkan di dalam evaporator terbuka

dari 35-59°C. Selanjutnya larutan aluminium sulfat dituangkan dalam *flat pan* dimana larutan didinginkan dan dipadatkan sehingga aluminium sulfat menjadi padat dan berbentuk panjang menyerupai *slab* atau papan. Aluminium sulfat diangkut menggunakan *conveyor* menuju *crusher* pertama untuk dihancurkan menjadi empat bagian setelah melewati *crusher* yang pertama maka, *bucket elevator* membawa material tersebut menuju *hammer crusher* sehingga ukuran material menjadi $\frac{3}{4}$ bagian. Aluminium sulfat menuju *lump storage* yang selanjutnya dibawa menuju *hammer mill* untuk digiling sehingga ukurannya menjadi kurang lebih 8 mesh. Produk dari *hammer mill* ini kemudian di *screen* sehingga mendapatkan ukuran yang diinginkan. Aluminium sulfat disimpan di dalam *storage product*.

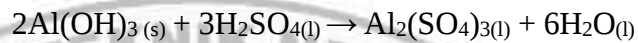


Gambar 1. 2 Blok Diagram Proses Dorr
(George T. Austin, 1984)

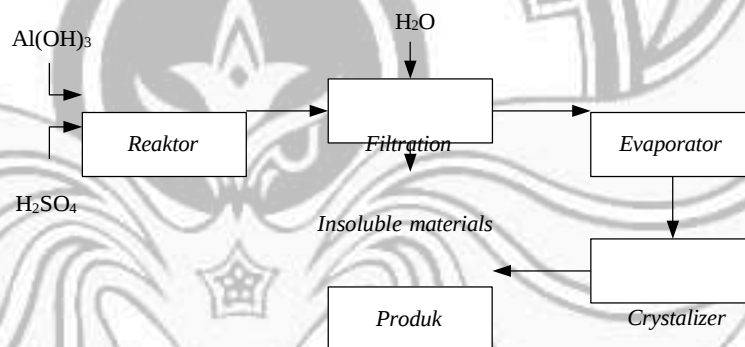
2. Proses Giulini (US Patent, 1965)

Metode Giulini merupakan metode pembuatan aluminium sulfat dengan mereaksikan antara alumina atau bahan yang mengandung alumina, seperti aluminium oksida, aluminium hidroksida dengan asam sulfat. Proses giulini memungkinkan pembuatan aluminium sulfat

terjadi lebih cepat karena reaksi yang berlangsung antara bahan baku dan asam sulfat. Adapun persamaan reaksi yang diperoleh dengan menggunakan aluminium hidroksida dan asam sulfat sebagai berikut:



Aluminium hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan asam sulfat (H_2SO_4) di reaksikan dalam reaktor kemudian produk tersebut dimasukkan ke dalam evaporator untuk proses pemekatan. Larutan hasil pemekatan dikristalisasi menggunakan *crystallizer*. Metode ini hasil reaksi menghasilkan konversi hingga 90% (US Patent 3226188).

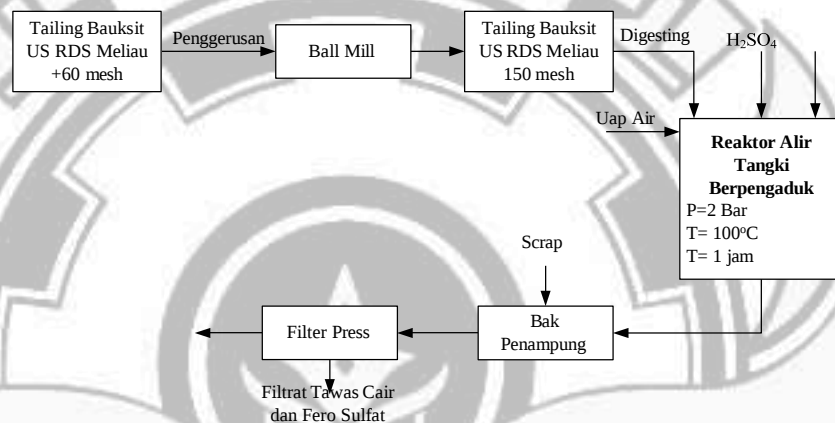


Gambar 1. 3 Skema Pembuatan Aluminium Sulfat dengan Proses Giulini

3. Proses Digesting (US Patent, 1969)

Proses Digesting merupakan metode sederhana yang membutuhkan banyak energi karena berlangsung pada suhu tinggi, biasanya digunakan untuk bahan baku dengan kandungan aluminium tinggi. Pada proses ini, aluminium sulfat dibuat melalui pencampuran bauksit dengan asam sulfat. Dalam hal ini, bahan baku yang digunakan berupa ampas pencucian bauksit yang berasal dari *undersize rotary drum scrubber* (RDS) dengan ukuran partikel +60 mesh kemudian di *crushing* hingga ukuran 150 mesh. Proses dimulai dengan pengurangan

ukuran partikel bauksit menggunakan *ball mill*, setelah itu bauksit yang telah digerus dilarutkan dalam asam sulfat di dalam reaktor pada suhu 100°C. Untuk mereduksi kandungan ion feri dan fero sulfat dalam larutan, besi bekas (*scrap*) ditambahkan. Hasil akhir dari proses ini adalah aluminium sulfat.



Gambar 1. 4 Skema Pembuatan Aluminium Sulfat dengan Proses Digesting

BAB XI

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dari hasil analisa pra rancangan pabrik Aluminium Sulfat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kapasitas rancangan pabrik Aluminium Sulfat direncanakan 35.000 ton/tahun dan beroperasi selama 330 hari
2. Bentuk hukum perusahaan direncanakan Perseroan Terbatas (PT) yang didirikan di Kawasan *Java Integrated Industri and Port Estate* (JIPE) Gresik, Jawa Timur.
3. Struktur organisasi menggunakan metode *line and staff* dengan jumlah karyawan 163 orang.
4. Aspek Ekonomi

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pra rancangan pabrik Aluminium Sulfat ini layak didirikan dengan data sebagai berikut:

Return Of Invesment (ROI) = 32%

Pay Out Time (POT) = 2,68 tahun

Break Event Point (BEP) = 40%

Interst Rate of Return (IRR) = 40%

DAFTAR PUSTAKA

- Austin, R. N., & Shreve, G. T. (1984). *Shreve's Chemical Process Industries* (5th edition). Mc. Graw Hill Book Company, Inc.
- Badger, W. L., & Banchero, J. T. (1955). *Introduction to Chemical Engineering*. Mc. Graw Hill Book Company, Inc.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Expors Impor*. <https://www.bps.go.id/exim> diakses pada 30 Oktober 2024
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Industri Manufaktur 2024*. diakses pada 30 Oktober 2024
- Brown G.B. (1978). *Unit Operations* (3th edition). Mc. Graw Hill International Book Company.
- Brownell, Lloyd E., and Young, E. H. (1959). *Process Equipment Design*. John Wiley and Sons, Inc.
- Indonesia Safety Center. (2020). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)*. <https://indonesiasafetycenter.org/> diakses pada 25 April 2025
- CEPCI. (2024). *Chemical Engineering Plant Cost Index, The Chemical Engineering Plant Cost Index - Chemical Engineering*. chemonline.com diakses pada 16 Agustus 2025
- Cnbc Indonesia. (2025). *Daftar Tarif Listrik PLN per kWh 13 Golongan, Berlaku 19 April 2025*. <https://www.cnbcindonesia.com> diakses pada 18 Agustus 2025
- Doloksaribu, D. N. (2022). *Pra Rancangan Pabrik Aluminium Sulfat Dari Aluminium Hidroksida Dengan Asam Sulfat Kapasitas 50.000 Ton/Tahun*. Universitas Bung Hatta.
- Faith, W. L., Keyes, D. B., Clark, R. L., & Moran, F. A. L. M. K. (1957). *Industrial Chemical* (4th edition ed.). Van Nostrand Reinhold Company, Inc.
- Fordini, S. B. (2023). *Pabrik Tawas Dari Aluminium Hidroksida Dan Asam Sulfat Dengan Proses Penetralkan*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
- Foust, A. S., Wenzel, L. A., Clump, C. W., Maus, L., & Andersen, L. B. (1980). *Principles Of Unit Operations*. In 2nd edition, *Oxford University*. John Wiley and Sons, Inc.
- Fritz, U. (1985). *Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Hesse, H. C., & Rushton, J. H. (1945). *Process Equipment Design* (8th edition). Van Nostrand Reinhold Company.

- Hugot, E. (1986). *Handbook of Cane Sugar Engineering* (3th Edition). Elsevier Science Publishing Company, Inc. [https://doi.org/10.1016/0144-4565\(86\)90047-8](https://doi.org/10.1016/0144-4565(86)90047-8)
- J.M. Smith, H.C. Van Ness, M. M. A. (2005). *Introduction To Chemical Engineering Thermodynamics* - (7th edition). McGraw Hill Book Companies, Inc.
- James G. Speight, P. D. (1976). *Lange'S Handbook Of Chemictry* (7th edition). McGraw Hill Book Companies, Inc.
- JIIPE. (2025). *Java Integrated Industrial and Ports Estate*. <https://www.jiipe.com/id> diakses pada 20 November 2024
- Kemenperin. (2024). *Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)*. https://tkdn.kemenperin.go.id/referensi_idx.php diakses pada 28 Oktober 2024
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia (2018). Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja.
- Kern, D. Q. (1965). Process Heat Transfer. In *Process, Enhanced, and Multiphase Heat Transfer*. Mc. Graw Hill International Book Company. <https://doi.org/10.1615/978-1-56700-079-5.82>
- Kusnarjo, (2010). *Desain Pabrik Kimia*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Levenspiel, O. (1998). Chemical Reaction Engineering. In *New York* (3th edition). John Wiley and Sons, Inc.
- Ludwig, E. E. (1999). *Applied Process Design For Chemical And Petrochemical Plants* (3th Edition; Vol. 1). Prentice-Hall International, Inc.,
- Ludwig, E. E. (1999). *Applied process Design* (3th Edition, Vol. 3). Gulf Profesional Publishing.
- Madeincina. (2025). *Industrial Grade Nitric Sulfuric Acid /Sulphuric Acid 98%*. <https://shorturl.at/bzOIy%0A>. diakses pada 18 Agustus 2025
- Madeincina. (2025). *Supply High Purity 99.7% 21645-51-2 Powder Aluminium Aluminum Hydroxide Price*. <https://shorturl.at/ZuIqF%0A>. diakses pada 18 Agustus 2025
- Matche(2025).*EquipmentCost*. <https://www.matche.com/equipcost/PumpCentr.html>. diakses pada 18 Agustus 2025
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriott, P. (1993). *Unit Operations of Chemical* (5th edition). Mc. Graw Hill, Inc.

- Occupational Safety. (2021). *Machine Guarding*. <https://www.osha.gov/machine-guarding>. diakses pada 25 April 2025
- Perry's, R. H. (1984). *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (6th edition). Mc. Graw Hill Book Company, Inc.
- Perry, R. H. (1973). *Chemical Engineers' Handbook* (5th editio). MCGraw Hill Book Kogakusha Company, Ltd.
- PertokimiaGresik. (2024). *Produk Bahan Kimia*. <https://petrokimia-gresik.com/product/bahan-kimia>.
- Poling, B. E., Prausnitz, J. M., & O'connell, J. P. (1987). The Properties of Gases and Liquids. In *Physics Today* (5th edition, Vol. 12). McGraw Hill Book Companies, Inc. <https://doi.org/10.1063/1.3060771>
- Powell, S. T. (1954). *Water Conditioning For Industry*. MCGraw-Hill. <https://www.scribd.com/document/370188135/Powell?v=0.010>
- Safitri, O., & Masturiyah, A. (2017). *Pabrik Aluminium Sulfat $[Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O]$ Dari Aluminium Hidroksida $[Al(OH)_3]$ Dan Asam Sulfat $[H_2SO_4]$ Dengan Menggunakan Proses Giulini*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Severns, W. H., & Degler, H. E. (1948). *Steam Air and Gas Power* (4th editio). John Wiley and Sons, Inc.
- Shreve, R. N. (1995). The Chemical Process Industries. In *Chemical Engineering World* (2th edition, Vol. 30, Issue 7). McGraw-Hill Book Company, Inc.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M., & Swihart, M. T. (2018). Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics. In *Introduction to chemical engineering thermodynamics* (8th editio, Vol. 27, Issue 8). MCGraw Hill Education.
- Suka Kimia. (2024). *Harga Bahan Kimia*. <https://www.ilmukimia.co.id/p/harga-bahan-kimia.html>. diakses pada 18 Desember 2024
- Tokopedia. (2025). *Aluminium Sulfat*. <https://www.tokopedia.com>
- Ulrich Gael D. (1984). *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons, Inc.
- United Stated Patent, U. S. (1965). *Process For The Production Of Aluminium Sulfate Melt* (No.3226188). Germany
- Vilbrandt, F. C., & Dryden, C. E. (1959). *Chemical Engineering Plant Design* (4th edition). MCGraw Hill International Book Company, Ltd.
- Walas, S. M. (1990). *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth Heinemann Series in Chemical Engineering.

