

**PRA RANCANGAN PABRIK KALSIUM SULFAT DIHIDRAT (GIPSUM)
DARI BATUAN FOSFAT DAN ASAM SULFAT DENGAN KAPASITAS
134.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan (D4) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

HARTININGSI	43121012
RISKA AULIA	43121046

**PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat Dengan Kapasitas 134.000 Ton/Tahun”** oleh Hartiningsi Nim 43121012 Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 28 Agustus 2025

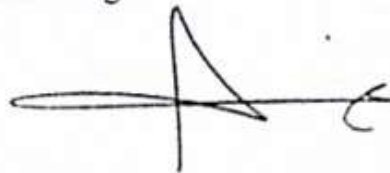
Menyetujui,

Pembimbing 1



Muhammad Saleh, S.T., M.Si
NIP. 15671008 199303 1 001

Pembimbing 2



Andi Muhammad Iqbal Asfar, S.T., M.T
NIP. 19820512 201504 1 003

Mengetahui

Koordinator Program Studi

D-4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



Ir. Yuliana IIR, S.T., M.Eng
NIP. 19730409 200312 2 002

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat Dengan Kapasitas 134.000 Ton/Tahun”** oleh Riska Aulia Nim 43121046 Telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

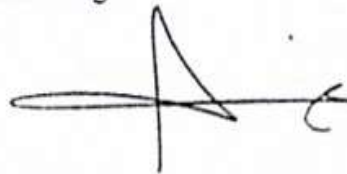
Menyetujui,

Pembimbing 1



Muhammad Saleh, S.T., M.Si
NIP. 19671008 199303 1 001

Pembimbing 2



Andi Muhammad Iqbal Asfar, S.T., M.T
NIP. 19820512 201504 1 003

Mengetahui

Koordinator Program Studi

D-4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



Ir. Yuhana IPR, S.T., M.Eng
NIP. 19730409 200312 2 002

DAFTAR ISI

	hlm
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR TABEL.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR LAMPIRAN.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR SIMBOL.....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	x
BAB 1 PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Kapasitas Rancangan.....	11
1.2.1 Data Konsumsi.....	12
1.2.2 Data Produksi.....	13
1.2.3 Data Impor	14
1.2.4 Data Ekspor.....	16
1.3 Ketersediaan Bahan Baku	18
1.4 Penentuan Lokasi Pabrik.....	19
1.5 Tinjauan Pustaka	22
1.5.1 Pembuatan Gypsum dari <i>Gypsum Rock</i>	22
1.5.2 Pembuatan Gypsum dari Gamping dan H_2SO_4	23

1.5.3	Pembuatan Gypsum dari CaCl_2 dan H_2SO_4	23
1.5.4	Pembuatan Gypsum dari Batuan Fosfat dan H_2SO_4	24
BAB II DESKRIPSI PROSES		Error! Bookmark not defined.
2.1	Spesifikasi Bahan Baku dan Produk ...	Error! Bookmark not defined.
2.1.1	Spesifikasi Bahan Baku	Error! Bookmark not defined.
2.1.2	Spesifikasi Produk	Error! Bookmark not defined.
2.2	Konsep Proses	Error! Bookmark not defined.
2.2.1	Dasar Reaksi	Error! Bookmark not defined.
2.2.2	Kondisi Operasi	Error! Bookmark not defined.
2.2.3	Tinjauan Termodinamika.....	Error! Bookmark not defined.
2.3	Uraian Proses.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.1	Tahap Persiapan Bahan Baku ...	Error! Bookmark not defined.
2.3.2	Tahap Reaksi.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3	Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk	Error! Bookmark not defined.
2.4	Diagram Alir	Error! Bookmark not defined.
2.5	Flowsheet	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA		Error! Bookmark not defined.
3.1	Crusher 1.....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Ball Mill 1 dan Vibrating Screen 1.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Silo 1.....	Error! Bookmark not defined.
3.4	Mixer 1	Error! Bookmark not defined.
3.5	Mixer 2	Error! Bookmark not defined.
3.6	Reaktor	Error! Bookmark not defined.

3.7 Rotary Drum Vakum Filter	Error! Bookmark not defined.
3.8 Rotary Dryer	Error! Bookmark not defined.
3.9 Crusher 2.....	Error! Bookmark not defined.
3.10 Ball Mill 2 dan Vibrating Screen 2	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Mixer 01	Error! Bookmark not defined.
4.2 Mixer 02	Error! Bookmark not defined.
4.3 Cooler.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Reaktor	Error! Bookmark not defined.
4.5 Rotary Drum Vakum Filter	Error! Bookmark not defined.
4.6 Rotary Dryer	Error! Bookmark not defined.
4.7 Heat Exchanger.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Gudang Penyimpanan Batuan Fosfat ..	Error! Bookmark not defined.
5.2 Bucket Elevator 1	Error! Bookmark not defined.
5.3 Crusher 1.....	Error! Bookmark not defined.
5.4 Belt conveyor 1.....	Error! Bookmark not defined.
5.5 Ball Mill 1.....	Error! Bookmark not defined.
5.6 Vibrating Screen 1.....	Error! Bookmark not defined.
5.7 Belt Conveyor 2.....	Error! Bookmark not defined.
5.8 Bucket Elevator 2	Error! Bookmark not defined.
5.9 Screw Conveyor 1.....	Error! Bookmark not defined.
5.10 Bucket Elevator 3	Error! Bookmark not defined.

5.11	Silo 1	Error! Bookmark not defined.
5.12	Screw Conveyor 2	Error! Bookmark not defined.
5.13	Mixer 1	Error! Bookmark not defined.
5.14	Pompa 1.....	Error! Bookmark not defined.
5.15	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat.....	Error! Bookmark not defined.
5.16	Pompa 2.....	Error! Bookmark not defined.
5.17	Mixer 2	Error! Bookmark not defined.
5.18	Pompa 3.....	Error! Bookmark not defined.
5.19	Cooler.....	Error! Bookmark not defined.
5.20	Reaktor	Error! Bookmark not defined.
5.21	Pompa 4.....	Error! Bookmark not defined.
5.23	Screw Conveyor III	Error! Bookmark not defined.
5.24	Blower	Error! Bookmark not defined.
5.25	Heater.....	Error! Bookmark not defined.
5.26	Rotary Drayer	Error! Bookmark not defined.
5.27	Belt Conveyor 3.....	Error! Bookmark not defined.
5.28	Crusher 2.....	Error! Bookmark not defined.
5.29	Belt Conveyor 4.....	Error! Bookmark not defined.
5.30	Ball Mill 2	Error! Bookmark not defined.
5.31	Vibrating Screen 2.....	Error! Bookmark not defined.
5.32	Belt Conveyor 5.....	Error! Bookmark not defined.
5.33	Bucket Elevator 4	Error! Bookmark not defined.
5.34	Srew Conveyor 4	Error! Bookmark not defined.

5.35	<i>Bucket Elevator 5</i>	Error! Bookmark not defined.
5.36	<i>Silo 2</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS		Error! Bookmark not defined.
6.1	<i>Kebutuhan Steam</i>	Error! Bookmark not defined.
6.2	<i>Kebutuhan Air</i>	Error! Bookmark not defined.
6.3	<i>Kebutuhan Listrik</i>	Error! Bookmark not defined.
6.4	<i>Kebutuhan Bahan Bakar</i>	Error! Bookmark not defined.
6.5	<i>Unit Pengolahan Limbah</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6	<i>Spesifikasi Alat Utilitas</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6.1	<i>Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6.2	<i>Tangki Bahan Bakar Boiler</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6.3	<i>Tangki Penampungan fresh water tang ..</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6.4	<i>Tangki Penampungan Air Pendingin</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6.5	<i>Cooling Tower</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6.6	<i>Tangki Penampungan Air Denim</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6.7	<i>Tangki Bahan Bakar Generator</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6.8	<i>Pompa Utilitas</i>	Error! Bookmark not defined.
6.7	<i>Flowsheet Water Treatment Plant</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....		Error! Bookmark not defined.
7.1	<i>Instrumentasi</i>	Error! Bookmark not defined.
7.2	<i>Keselamatan Kerja</i>	Error! Bookmark not defined.

7.2.1 Usaha-usaha penanganan masalah keselamatan kerja	Error!
Bookmark not defined.	
7.2.2 Bahaya yang dapat ditimbulkan..	Error! Bookmark not defined.
7.2.3 Penanganan resiko bahaya dari bahan baku dan produk.....	Error!
Bookmark not defined.	
7.2.4 Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Melalui Implementasi..	
Error! Bookmark not defined.	
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI	Error! Bookmark not defined.
8.1 Bentuk perusahaan	Error! Bookmark not defined.
8.2 Struktur Organisasi	Error! Bookmark not defined.
8.3 Tugas dan Wewenang	Error! Bookmark not defined.
8.4 Jam kerja karyawan.....	Error! Bookmark not defined.
8.5 Status karyawan dan Sistem Gaji.....	Error! Bookmark not defined.
8.6 Jaminan sosial	Error! Bookmark not defined.
BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN	Error! Bookmark not defined.
defined.	
9.1 Deskripsi Tata Letak	Error! Bookmark not defined.
9.2 Tata letak pabrik.....	Error! Bookmark not defined.
BAB X NERACA EKONOMI	Error! Bookmark not defined.
10.1 Modal (<i>Capital Investment</i>)	Error! Bookmark not defined.
10.1.1 Modal Investasi Tetap (MIT)/ Fixed Capital Investment...	Error!
Bookmark not defined.	
10.1.2 Modal kerja (<i>working Capital (WC)</i>)	Error! Bookmark not defined.
defined.	
10.1.3 Biaya Produksi Total (BPT)/Total Cost (TC)	Error! Bookmark not defined.
not defined.	

10.2 Total Panjualan.....	Error! Bookmark not defined.
10.3 Analisa Keuntungan dan Kerugian	Error! Bookmark not defined.
10.4 Analisa Aspek Ekonomi.....	Error! Bookmark not defined.
10.4.1. <i>Prifit Margin</i> (PM).....	Error! Bookmark not defined.
10.4.2 <i>Return on Insvestment</i> (ROI)	Error! Bookmark not defined.
10.4.3 <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) ...	Error! Bookmark not defined.
10.4.4 <i>Pay Out Time</i> (POT)	Error! Bookmark not defined.
10.4.5. <i>Brerak Event Point</i> (BEP).....	Error! Bookmark not defined.
10.4.6 Shut Down Point (SDP)	Error! Bookmark not defined.
XI KESIMPULAN.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27

RINGKASAN

Pembangunan pabrik kalsium sulfat dihidrat (gypsum) di Indonesia memiliki prospek yang menjanjikan, seiring meningkatnya kebutuhan akan gipsum di berbagai sektor industri, seperti industri konstruksi, semen, pupuk, kapur tulis, hingga logam. Saat ini, produksi dalam negeri belum mampu memenuhi seluruh permintaan sehingga Indonesia masih melakukan impor. Oleh karena itu, diperlukan pembangunan pabrik gipsum yang bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada impor, dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan membuka lapangan kerja di sekitar wilayah industri yang didirikan.

Pabrik ini direncanakan dibangun di Kawasan Industri JIPE, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, dengan kapasitas produksi sebesar 134.000 ton/tahun. Pembangunan direncanakan dimulai pada tahun 2027 dan mulai beroperasi pada tahun 2029. Proses yang digunakan dalam pembuatan gipsum adalah reaksi antara batuan fosfat, asam sulfat, dan air dengan efisiensi konversi sebesar 92%. Produk utama berupa kalsium sulfat dihidrat. Pabrik ini akan berstatus hukum sebagai Perseroan Terbatas (PT) dan dikelola oleh seorang direktur dengan jumlah karyawan sebanyak 113 orang.

Berdasarkan analisis ekonomi, diperoleh keuntungan setelah pajak sebesar Rp131.349.321.408,41 per tahun, dengan ROI sebesar 20,07%, BEP sebesar 42,81%, SDP sebesar 18,24%, dan IRR sebesar 11%. Waktu pengembalian modal (POT) adalah 3,33 tahun. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa pabrik gipsum dengan kapasitas 134.000 ton/tahun layak untuk didirikan.
Kunci: gipsum, batuan fosfat, asam sulfat



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan di Indonesia pada era globalisasi saat ini semakin meningkat. Kebutuhan kalsium sulfat dihidrat atau lebih dikenal sebagai gipsum untuk bahan baku dalam pembuatan material bangunan semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan industri konstruksi. Selain itu, gipsum dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri semen, industri pupuk, industri kapur tulis, industri logam, dan sebagainya.

Gipsum telah diproduksi di Indonesia namun, produksi gipsum di Indonesia masih belum mencukupi kebutuhan industri di dalam negeri sehingga dilakukan impor. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik tahun 2024 kebutuhan gipsum di Indonesia mencapai 4.224.364 ton/tahun sementara beberapa pabrik di Indonesia hanya memproduksi sekitar 2.650.000 ton/tahun sehingga dengan mempertimbangkan besarnya kebutuhan gipsum di Indonesia dan jumlah bahan baku yang tersedia serta data dari pabrik gipsum yang telah berdiri di Indonesia, maka perlu dibangun pabrik gipsum yang bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada impor, dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan membuka lapangan kerja di sekitar wilayah industri yang didirikan.

1.2 Kapasitas Rancangan

Kapasitas Produksi dari suatu pabrik ditentukan oleh berbagai faktor salah satu yang paling mempengaruhi adalah nilai peluang. Nilai peluang ini ditentukan dari data terkait produk seperti data konsumsi, produksi, impor, ekspor dalam negeri. Kapasitas pabrik gipsum yang akan didirikan dapat ditentukan dengan berbagai pertimbangan sebagai berikut:

1.2.1 Data Konsumsi

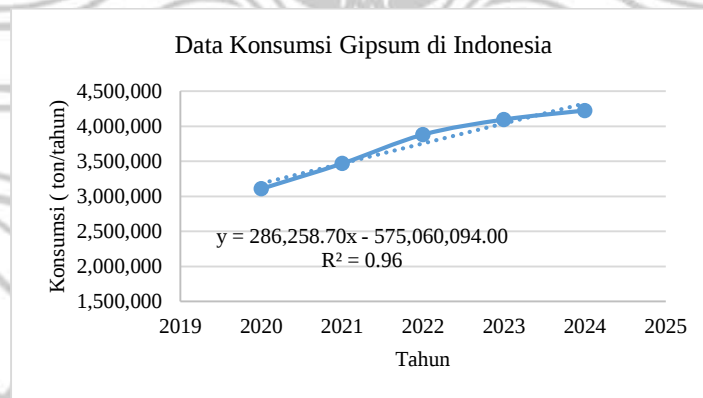
Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024 tentang data konsumsi gipsum di Indonesia dari tahun 2020 sampai 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Data Konsumsi Gipsum di Indonesia

Tahun	Konsumsi (ton/tahun)
2020	3.106.869
2021	3.467.995
2022	3.880.167
2023	4.095.592
2024	4.224.364

Sumber: (Badan Pusat Statistik, dkk)

Berdasarkan data konsumsi gipsum dapat dibuat grafik linier antara data tahun pada sumbu x dan jumlah konsumsi pada sumbu y, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Grafik Data Konsumsi Gipsum di Indonesia

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa data konsumsi gipsum di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan dan dari grafik tersebut diperoleh persamaan $y = 286.258,70x - 575.060.094,00$ dengan $R^2 = 0,96$ sehingga:

$$y = 286.258,70x - 575.060.094,00$$

$$y = 286.258,70 (2029) - 575.060.094,00$$

$$y = 580.818.902,3 - 575.060.094,00$$

$$y = 5.758.808,30 \text{ ton/tahun}$$

Persamaan pada gambar 1.1 dapat diprediksi pada tahun 2029 konsumsi gipsum di Indonesia sebesar 5.758.808,30 ton/tahun.

1.2.2 Data Produksi

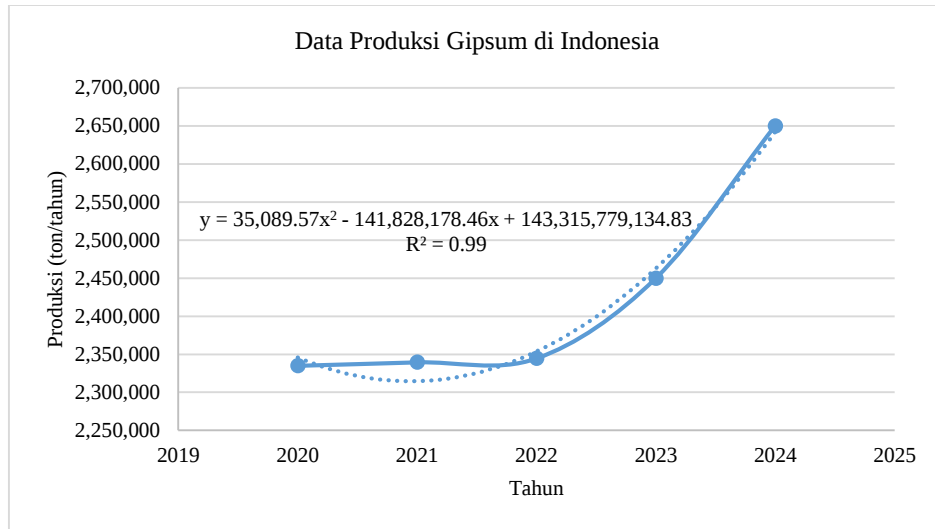
Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024 tentang data Produksi gipsum di Indonesia dari tahun 2020 sampai 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Produksi Gipsum di Indonesia

Tahun	PT Smelting	PT Petro Jordan Abadi	PT Petrokimia Gresik	PT Iniko Karya Persada	Total (ton/tahun)
2020	35.000	1.100.000	1.100.000	100.000	2.335.000
2021	39.516	1.100.000	1.100.000	100.000	2.339.516
2022	44.615	1.100.000	1.100.000	100.000	2.344.615
2023	150.000	1.100.000	1.100.000	100.000	2.450.000
2024	350.000	1.100.000	1.100.000	100.000	2.650.000

Sumber: (Badan Pusat Statistik, dkk)

Berdasarkan data tersebut, maka dapat dibuat grafik antara data tahun pada sumbu x dan jumlah produk pada sumbu y, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.2



Gambar 1.2 Grafik Data Produksi Gypsum di Indonesia

Berdasarkan grafik dapat diketahui bahwa produksi gypsum di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya dan dari grafik tersebut diperoleh persamaan $y = 35.089,57 x^2 - 141.828.178,64x + 143.315.779.134,83$ dengan $R^2 = 0,99$ sehingga:

$$y = 35.089,57 x^2 - 141.828.178,64x + 143.315.779.134,83$$

$$y = 35.089,57 (2029)^2 - 141.828.178,64(2029) + 143.315.779.134,83$$

$$y = 144.458.180.448,37 - 287.769.374.095,34 + 143.315.779.134,83$$

$$y = -143.311.193.646,97 + 143.315.779.134,83$$

$$y = 4.585.487,86 \text{ ton/tahun}$$

Persamaan pada gambar 1.2 dapat diprediksi pada tahun 2029 jumlah produksi gypsum di Indonesia sebesar 4.585.487,86 ton/tahun.

1.2.3 Data Impor

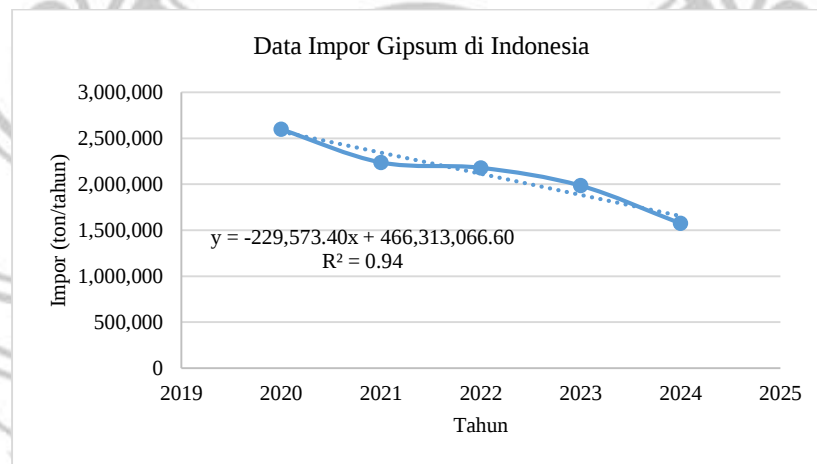
Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024 tentang data impor gypsum di Indonesia dari tahun 2020 sampai 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.3

Tabel 1.3 Data Impor Gypsum di Indonesia

Tahun	Kapasitas (ton/tahun)
2020	2.598.128
2021	2.238.086
2022	2.179.842
2023	1.985.798
2024	1.576.405

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan data impor gipsum di atas dapat dibuat grafik linear antara data tahun pada sumbu x dan jumlah impor pada sumbu y, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.3



Gambar 1.3 Grafik Data Impor Gipsum di Indonesia

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa data impor gipsum di Indonesia setiap tahunnya mengalami penurunan dan diperoleh persamaan $y = -229.573,40x + 466.313.066,00$ dengan $R^2 = 0,94$ sehingga:

$$y = -229.573,40x + 466.313.066,00$$

$$y = -229.573,40(2029) + 466.313.066,00$$

$$y = -465.804.428,6 + 466.313.066,00$$

$$y = 508.638,00 \text{ ton/tahun}$$

Persamaan pada gambar 1.3 dapat diprediksi pada tahun 2029 jumlah impor gipsum di Indonesia sebesar 508.638,00 ton/tahun.

1.2.4 Data Ekspor

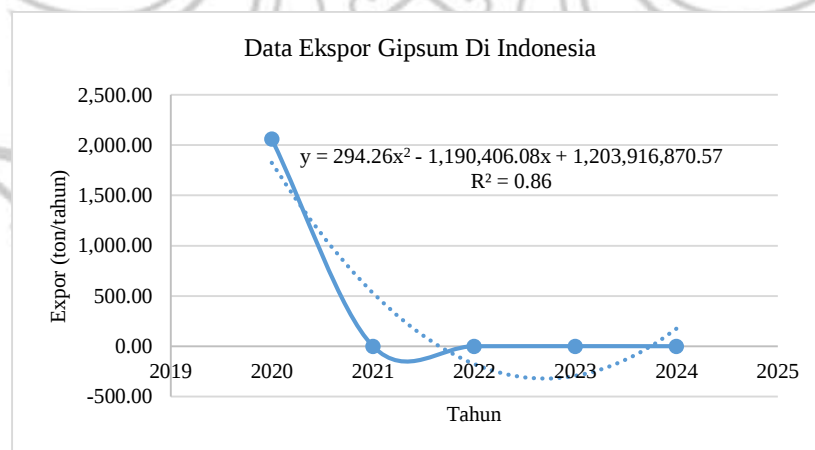
Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2024 tentang data ekspor gipsum di Indonesia dari tahun 2020 sampai 2024 dapat dilihat pada Tabel 1.4

Tabel 1.4 Data Ekspor Gipsum di Indonesia

Tahun	Kapasitas (Ton/Tahun)
2020	2.060,12
2021	0
2022	0,035
2023	0,5339
2024	0,0135

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan data ekspor gipsum di atas dapat dibuat grafik linier antara data tahun pada sumbu x dan jumlah ekspor pada sumbu y, grafik dapat dilihat pada Gambar 1.4



Gambar 1.4 Grafik Data Ekspor Gipsum di Indonesia

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa data ekspor gipsum di Indonesia setiap tahunnya mengalami penurunan dan dari grafik tersebut diperoleh persamaan $y = 294,26x^2 - 1.190.406,08x + 1.203.916.870,75$ dengan $R^2 = 0,86$ sehingga:

$$y = 294,26 (2029)^2 - 1.190.406,08 (2029) + 1.203.916.870,75$$

$$y = 121.1421.633 - 1.190.406,08 + 1.203.927.098,85$$

$$y = 4.567,09 \text{ ton/tahun}$$

Persamaan gambar 1.4 dapat diprediksi pada tahun 2029 jumlah ekspor gipsum di Indonesia sebesar 4.567,09 ton/tahun.

Sehingga dapat diperoleh supply dan demand di mana:

Supply = impor + produksi

$$= 508.638,00 \text{ ton/tahun} + 4.585.487,86 \text{ ton/tahun}$$

$$= 5.094.125,86 \text{ ton/tahun}$$

Demand = ekspor + konsumsi

$$= 4.567,09 \text{ ton/tahun} + 5.758.808,30 \text{ ton/tahun}$$

$$= 5.763.375,39 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas pabrik

Peluang = demand - supply

$$= 5.763.375,39 \text{ ton/tahun} - 5.094.125,86 \text{ ton/tahun}$$

$$= 669.249,53 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas = 20% x peluang

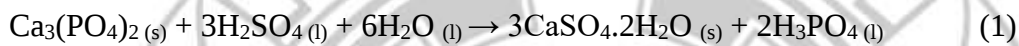
$$= 20\% \times 669.249,53 \text{ ton/tahun}$$

$$= 133.849.849 \text{ ton/tahun}$$

$$= 134.000 \text{ ton/tahun}$$

1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan gipsum adalah asam sulfat dan batuan kapur. Untuk mengurangi biaya penyediaan bahan baku, pabrik gipsum didirikan di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur tepatnya di Kawasan Industri *Java Integrated Industrial and Ports Estate* (JIPE) yang dekat dengan penghasil bahan baku batuan fosfat yang diperoleh dari PT. Petro Jordan Abadi dan asam sulfat dari PT. Petrokimia Gresik. Berikut adalah perhitungan kebutuhan batuan fosfat, asam sulfat, dan air menurut stoikiometri:



Perbandingan mol batuan fosfat, asam sulfat, dan air adalah 1:3:6

Kapasitas : 134.000 ton/tahun

Mol gipsum = $\frac{\text{Basis perhitungan}}{\text{BM gipsum}}$

$$= \frac{100 \text{ kg/tahun}}{504}$$

$$= 198,4126984 \text{ kmol}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan batuan fosfat} &= 1 \times \text{mol gipsum} \times \text{BM batuan fosfat} \\ &= 10 \times 198,4126984 \text{ kmol} \times 0,310 \text{ kg/kmol} \\ &= 615.079.000 \text{ kg/kmol} \\ &= 615.079 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan asam sulfat} &= 5 \times \text{mol gipsum} \times \text{BM asam sulfat} \\ &= 5 \times 198,4126984 \text{ kmol} \times 0,098 \text{ kg/kmol} \\ &= 97.222.000 \text{ kg/tahun} \\ &= 97.222 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan air} = 10 \times \text{mol gipsum} \times \text{BM H}_2\text{O}$$

$$= 10 \times 198,4126984 \text{ kmol} \times 0,018 \text{ kg/kmol}$$

$$= 35.714.000 \text{ kg/tahun}$$

$$= 35.714 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, kebutuhan batuan fosfat sebesar 241.512 ton/tahun, kebutuhan asam sulfat sebesar 229.047 ton/tahun, kebutuhan air sebesar 84.139 ton/tahun. Bahan baku batuan fosfat dari PT. Petro Jordan Abadi dengan kapasitas 700.000 ton/tahun dan asam sulfat dari PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas 1.155.000 ton/tahun. Sehingga ketersediaan bahan baku untuk produksi gipsum menurut kemenperin, 2024 :

a. PT. Petro Jordan Abadi

Produsen : Batuan Fosfat

Kapasitas : 700.000 ton/tahun

Pembelian : $34,5\% \times 700.000 \text{ ton/tahun}$

: 241.500 ton/tahun

b. PT. Petrokimia Gresik

Produsen : Asam Sulfat

Kapasitas : 1.155.000 ton/tahun

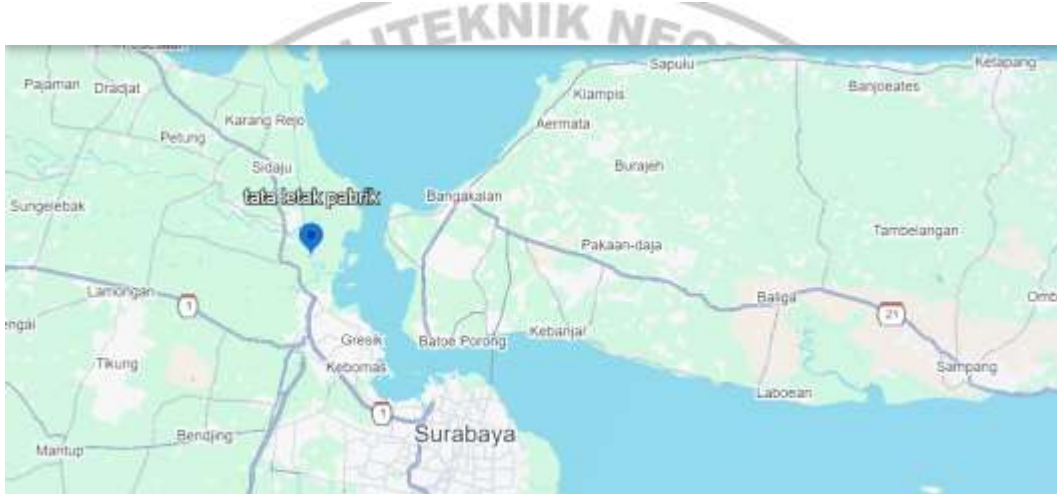
Pembelian : $19,83\% \times 1.155.000 \text{ ton/tahun}$

: 229.047 ton/tahun

1.4 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi adalah salah satu langkah awal yang harus diperhatikan sebelum perusahaan memulai operasionalnya. Memilih lokasi pabrik merupakan faktor utama yang perlu diperhatikan, dimana lokasi yang dipilih harus memenuhi standar dan komponen yang sesuai. Hal ini berkaitan

erat dengan aspek produksi dan distribusi produk yang akan dihasilkan. Selain itu, lokasi pabrik juga harus menjamin biaya produksi dan transportasi yang seefisien mungkin. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka pabrik gipsum akan didirikan di Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik, Jawa Timur tepatnya di Kawasan Industri *Java Integrated Industrial and Ports Estate* (JIPE).



Gambar 1.5 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik



Gambar 1.6 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik

Adapun pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut:

1. Penyediaan bahan baku

Ketersediaan bahan baku sangat penting untuk mendirikan sebuah pabrik. Kemudahan dalam memperoleh bahan baku juga perlu diperhatikan untuk mengurangi biaya transportasi. Seperti, pabrik gipsum yang akan dibangun ini membutuhkan bahan baku utama seperti batuan fosfat yang diambil dari PT. Petro Jordan Abadi dan asam sulfat dari PT. Petrokimia Gresik.

2. Letak pabrik dengan daerah pemasaran

Faktor yang harus diperhatikan adalah letak wilayah pabrik yang membutuhkan gipsum, atau kalsium sulfat dihidrat, dan jumlah kebutuhannya. Daerah Gresik merupakan daerah yang strategis untuk pendirian pabrik gipsum karena dekat dengan pabrik-pabrik yang membutuhkan gipsum seperti pabrik semen Holcim Jatim, Petrojaya Plasterboard, PT. Knauf Gypsum, PT. Semen Gresik (Persero) Tbk, dan pabrik semen Merah Putih. Selain itu, untuk produk samping yaitu Asam fosfat seperti PT. Petrokimia Gresik, PT. Pupuk Kalimantan Timur dan PT. Pupuk Surawidjaja Palembang.

3. Sarana Transportasi

Transportasi yang dapat digunakan untuk pembelian bahan baku dan pendistribusian produk hasil produksi dapat melalui dua jalur, yaitu jalur darat dan jalur laut. Letak geografis lokasi ini jalur darat dapat ditempuh melewati jalan tol manyar dan untuk jalur laut yaitu pelabuhan yang dimiliki JIPE dan adapun pelabuhan internasional yang memungkinkan untuk ekspor-impor melalui Pelabuhan tanjung perak Surabaya sehingga mempermudah penggunaan fasilitas transportasi untuk mendistribusikan produk, letak pabrik juga didirikan dekat dengan perusahaan PT. Petro Jordan Abadi dan PT. Petrokimia Gresik sebagai produsen batuan fosfat dan asam sulfat yang merupakan bahan baku perancangan pabrik.

4. Utilitas

Utilitas merupakan elemen penting yang mendukung kelancaran proses produksi. Penyediaan utilitas ini mencakup Unit Pembangkit Listrik, Unit Penyediaan Bahan Bakar, Pengolahan Air, dan sarana lainnya. Kebutuhan Listrik yang di *suplay* dari PT PLN (Persero) yang sudah terintegrasi di wilayah Kecamatan Manyar, Gresik. Kebutuhan akan listrik dan bahan bakar bagi sebuah industri sangat penting untuk menjalankan alat-alat proses maupun penerangan. Listrik dan bahan bakar dibutuhkan dalam jumlah yang banyak untuk operasional suatu pabrik hingga menghasilkan produk sesuai dengan kapasitas yang telah ditentukan. Kawasan Industri JIPE menggunakan pembangkit listrik tenaga gas berkualitas tinggi dengan emisi. Namun, pembangkit listrik utama pabrik menggunakan generator diesel yang bahan bakarnya diperoleh dari PT. Pertamina. Kebutuhan air untuk pabrik akan diperoleh dari kawasan industri JIPE. Air tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pabrik, sehingga lokasi ini memiliki sarana pendukung yang memadai.

1.5 Tinjauan Pustaka

Proses-proses yang umum digunakan untuk merancang pabrik pembuatan gipsum dari batuan fosfat dan asam sulfat adalah sebagai berikut:

1.5.1 Pembuatan Gipsum dari *Gypsum Rock*

Proses pembuatan gipsum dari *gypsum rock* dimulai dengan menghancurkan batuan gipsum yang diperoleh dari daerah pegunungan. Penghancuran batuan ini dilakukan menggunakan alat *primary crusher*, kemudian diayak atau di *screening* untuk mendapatkan ukuran batuan yang halus. Proses penghancuran dan pengayakan batuan gipsum dilakukan beberapa kali hingga memperoleh hasil yang diinginkan. Setelah diayak, batuan dimasukkan ke dalam *sink float* untuk membersihkan kotoran, lalu masuk ke dalam *secondary crusher* agar batuan yang belum halus

dapat dihancurkan Kembali dan sebagian dari batuan tersebut kemudian diproses di *fine grinding* untuk digiling menjadi butiran halus. Setelah melalui *fine grinding*, butiran halus tersebut *dikalsinasi* dan menghasilkan *board plaster*, sedangkan sebagian lainnya setelah *dikalsinasi* diproses di *ball mill* untuk menghasilkan *bagged plaster*. Proses ini jika dilihat dari aspek ekonomi, proses ini dianggap tidak menguntungkan karena memerlukan biaya investasi yang sangat besar untuk proses penambangan. Namun, kapasitas produksi yang dihasilkan belum tentu besar dan juga tidak menghasilkan produk samping yang dapat dijual (Faith, Keyes, & Clark, 1957).

1.5.2 Pembuatan Gypsum dari Gamping dan H₂SO₄

Proses pembuatan gipsum jenis ini, dilakukan tahap kalsinasi, di mana gamping (CaCO₃) direaksikan dengan asam sulfat (H₂SO₄) encer dalam reaktor pada suhu 93,33 °C dan tekanan 1 atm. Metode ini menghasilkan konversi sebesar 90%. Produk yang dihasilkan dari reaktor kemudian dimasukkan ke dalam alat pemisah untuk menghilangkan impuritas. Mengurangi kadar impuritas lebih lanjut, proses purifikasi dapat dilakukan. Kemurnian Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) yang dihasilkan dari proses ini mencapai lebih dari 91%.

Reaksinya sebagai berikut:

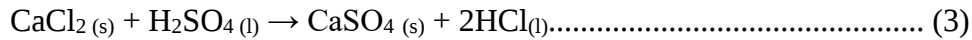


(US Patents 6.613.141 B2, 2003).

1.5.3 Pembuatan Gypsum dari CaCl₂ dan H₂SO₄

Pembuatan gipsum dengan proses ini dilakukan dengan cara memasukkan CaCl₂ ke dalam reaktor, kemudian menambahkan H₂SO₄ pada suhu 50-80 °C dan tekanan 1 atm. Pada reaktor, terjadi reaksi netralisasi yang menghasilkan CaSO₄ dan HCl dengan tingkat konversi mencapai 100%.

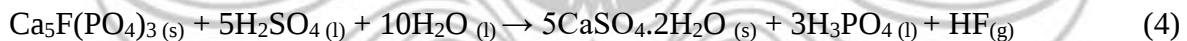
Reaksi yang terjadi:



Proses pemisahan CaSO_4 dan HCl dilakukan menggunakan absorber. Larutan CaSO_4 diuapkan sehingga menghasilkan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Selanjutnya, produk ini dimasukkan ke dalam *evaporator* untuk mengurangi kandungan air, kemudian dipindahkan ke *crystallizer* untuk membentuk kristal. Setelah itu, kristal yang dihasilkan dimasukkan ke dalam *centrifuge*, dan kristal yang keluar dari *centrifuge* kemudian dimasukkan ke dalam alat pengering (*Rotary Dryer*). Setelah pengeringan, kristal didinginkan menggunakan *rotary drum cooler*, sehingga menghasilkan kemurnian gipsum hingga 91% (Krik & Othmer, 1978).

1.5.4 Pembuatan Gipsum dari Batuan Fosfat dan H_2SO_4

Proses pembuatan gipsum dimulai dengan reaksi antara batuan fosfat, asam sulfat serta air di reaktor pertama pada suhu 70°C untuk menghasilkan *slurry*. Metode ini menghasilkan konversi 95%. Adapun Reaksi yang terjadi:



Slurry yang dihasilkan pada reaktor pertama dialirkan ke reaktor kedua untuk melanjutkan reaksi agar menghasilkan lebih banyak gipsum dan menghasilkan produk samping berupa asam fosfat. Campuran hasil reaksi membentuk *slurry*, kemudian dilakukan pemisahan dengan menggunakan *rotary drum vakum filter* untuk menghasilkan gipsum dan asam fosfat. Gipsum yang melewati *rotary drum vakum filter* akan di keringkan pada *rotary dryer* (CN Patents 103086335A, 2013).

Perbandingan proses secara teknis dapat dilihat dari beberapa parameter yang ditunjukkan pada Tabel 1.5

Tabel 1.5 Pertimbangan Pemilihan Proses

Parameter	Proses I	Proses II	Proses III	Proses IV
-----------	----------	-----------	------------	-----------

Bahan Baku	Batuan Gypsum	CaCO_3 ; H_2SO_4	CaCl_2 ; H_2SO_4	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$; $3\text{H}_2\text{SO}_4$
Kemurnian Produk	Tergantung Bahan Baku	91%	90%	91-92%
Persediaan Bahan Baku	Terbatas Jumlahnya	Berlimpah	Sangat Sedikit	Berlimpah
Produk Samping	-	-	-	Asam Fosfat

Berdasarkan tabel, opsi yang paling memungkinkan untuk perencanaan pendirian pabrik gipsium adalah proses keempat. Hal ini didasarkan pada pertimbangan persediaan bahan baku, kemurnian produk yang dihasilkan yang cukup tinggi, serta kemampuan untuk menghasilkan produk samping berupa asam fosfat, yang dapat dijual di pasaran.

XI KESIMPULAN

Hasil analisa perhitungan pada Pra Rancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat dengan kapasitas 134.000 ton/tahun diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Aspek proses

Proses produksi gipsum dilakukan dengan metode reaksi antara batuan fosfat, asam sulfat, dan air yang menghasilkan kalsium sulfat dihidrat (gipsum) sebagai produk utama. Proses ini bersifat eksotermis, berlangsung pada suhu 70°C dan tekanan 1 atm, serta memiliki konversi reaksi sebesar 92%. Proses ini dipilih karena efisien, menghasilkan produk berkualitas, serta didukung oleh ketersediaan bahan baku yang melimpah.

2. Aspek lokasi

Lokasi yang dipilih untuk pembangunan pabrik berada di Kawasan Industri JIPE, Manyar, Gresik, Jawa Timur. Lokasi ini strategis karena dekat dengan sumber bahan baku utama yaitu PT. Petro Jordan Abadi (batuan fosfat) dan PT. Petrokimia Gresik (asam sulfat), serta didukung oleh infrastruktur transportasi darat dan laut yang memadai untuk distribusi produk.

3. Aspek ekonomi

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pra rancangan pabrik kalsium sulfat dihidrat dengan kapasitas 134.000 ton/tahun layak didirikan dengan data sebagai berikut:

- Return of Investment (ROI) = 20,07%
- Pay Out Time (POT) = 3,33 tahun
- Break Even Point (BEP) = 42,81%
- Shut Down Point (SDP) = 18,24%
- Interest Rate of Return (IRR) = 11%

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, A. I., & Zahra, S. F. (2023). Prarancangan Pabrik Kalsium Sulfat Dihidrat (Gypsum) dari Batuan Fosfat dan Asam Sulfat Kapasitas 100.000 Ton/tahun (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Aries, R.S and Newton R.D., (1955), *Chemical Engineering Cost Estimation*, Mc.Graw Hill Book Company, New York.
- Atkins, P. W., De Paula, J., & Keeler, J. (2023). *Atkins' physical chemistry*. Oxford university press.
- Austin, T. (1996). *Industri Proses Kimia*. Jakarta : Erlangga.
- Austin, George T, (1984), *Shreve's Chemical Process Industries*, Mc Graw Hill, Inc, New York.
- Apple, J. M. (1977). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Jakarta: Erlangga.
- Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPEDAL). 1995. *Keputusan Kepala BAPEDAL Nomor: Kep-03/BAPEDAL/09/1995 tentang Tata Cara Penyimpanan dan Pengemasan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)*. Jakarta: BAPEDAL
- Brown, G.G, (1978), *Unit Operation*, John Wiley and Sons. Inc., New York.
- Brownell dkk, (1959), *Process Equipment Design*, 1st Edition, Willey Eastern Ltd. New Delhi.
- Bruice, P. Y. (2019). *Organic chemistry* (7th ed.). Pearson.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2006). *Operations Management for Competitive Advantage* (Edisi ke-11). New York: McGraw-Hill.
- Coulson, J.H. dkk, (1983), *Chemical Engineering Design*, vol. 6, pergason Press, Oxford.
- EPA. 2014. *Phosphoric Acid Waste Neutralization Guidance*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Faith, W., Keyes, D., & Clark, R. (1957). *Industrial Chemistry (Vol.2)*. London.

- Geankoplis, C. J. (1978). *Transport Processes and Unit Operations* (3rd ed.). Prentice-Hall International, Inc.
- Hasibuan, M. (2013). *Manajemen Sumber Daya Manusia* (Edisi Revisi). Jakarta: Bumi Aksara.
- Hazmat Indonesia. (2021, Juli 22). Prosedur penyimpanan limbah B3 bagi penghasil limbah B3. Hazmat Indonesia. <https://hazmat.co.id/2021/07/22/prosedur-penyimpanan-limbah-b3-bagi-penghasil-limbah-b3>
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Manajemen Operasi* (Edisi 9, Jilid 1). Jakarta: Salemba Empat
- Henri P, Nur FF. 2019. Identifikasi Bahaya, penilaian dan pengendalian risiko keselamatan kerja (k3) pada departemen foundry PT. Sicamindo. 16(2):62 74
- Huber, J. (2020). *Phosphoric Acid: Properties and Applications*. Chemical Reviews, 120(3), 1234-1256. Diakses pada tanggal 19 Januari 2025: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.9b00456>
- Irving, S., & Richard. (1987). *Hawley's condensed Chemical Dictionary*. New York : Van Nostrand rainhold.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum KLHK. https://jdih.menlhk.go.id/new2/uploads/files/2021pmlhk006_menlhk_06082021104752.pdf
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. (2024). Portal Resmi Kementerian Perindustrian. Diakses pada 2 Desember 2024: <https://www.kemenperin.go.id>
- Kern, D.Q., (1950), *Process Heat Transfer*, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Key Jr, J. F. (2003). *U.S. Patent No. 6,613,141*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Kirk, & Othmer. (1978). *Encyclopedia of Chemical Technology. The Inter Science Encyclopedia*, 1(3rd).

- Laidler, K. J. (1993). *The World of Physical Chemistry*. Oxford University Press.
- Levenspiel, O. (1999). *Chemical Reaction Engineering, 3rd Ed.* New York: John Wiley & Sons.
- Ludwig, E. E., (1984), *Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant, Vol. 1. 2. 3.*, Gulf Publishing Company Houston, Texas.
- Maisaroh, M., & Purwanto, W. (2019). Tinjauan Termodinamik Dan Keseimbangan Kimia Dalam Hubungan Perubahan Suhu Terhadap Konversi Reaksi Epoksidasi Asam Oleat Berbasis Sawit. Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering*, vol 7, McGraw Hill Book Co, New York.
- McCabe, W. L., Smith, J. C., & Harriot, P. (1993). *Unit Operations of Chemical Engineering* (5th ed.). McGraw-Hill, Inc.
- National Center for Biotechnology Information (NCBI). (2022). *Phosphoric Acid*. In *PubChem Compound Summary*. Diakses pada tanggal 4 Desember 2024: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Phosphoric-acid>
- Nasution, M. N. (2006). *Manajemen Industri*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Putri, R. A., dkk. (2022). *Pengantar Manajemen Organisasi*. Yogyakarta: Deepublish
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. (2004). *Plant Design and Economics for Chemical Engineers* (Edisi ke-5). McGraw-Hill.
- Peters, M.S and Timmerhaus, K.D, (1980), *Plant Design and Economics for Chemical Engineer*, 3th edition, Mc. Graw-Hill International Student Edition, Singapore.
- Perry, R., & Green, D. (2008). *Perry's Chemical Engineer's Handbook 8 ed.* New York: Mc 136 Graw Hill Book Co., Inc.
- Perry's, R.H., and Green, D., (1999), *Perry's Chemical engineer's Handbook*, 7th Edition, Mc. Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Perry, R.H., Green, D., (1984), *Chemical Engineering Handbook*, Mc Graw-Hill Company, New York.

- PT Iniko Karya Persada. (2024). Profil Perusahaan. Diakses pada 1 Desember 2024: <https://www.iniko.co.id>
- PT Petro Jordan Abadi. (2024). Profil Perusahaan. Diakses pada 1 Desember 2024: <https://www.petrojordan-abadi.com>
- PT Petrokimia Gresik. (2024). Profil Perusahaan. Diakses pada 1 Desember 2024: <https://www.petrokimia-gresik.com>
- PT Smelting. (2024). Profil Perusahaan. Diakses pada 1 Desember 2024: <https://www.ptsmelting.com>
- Rase, H.F, 1987, *Chemical Reactor Design for Process Plant*, vol 1, Mc. Graw Hill Book. Co, Singapore.
- Robbins, S. P., & Coulter, M. (2016). *Manajemen* (Edisi 13). Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, Adhi, et al. "Efektifitas Penyisihan Fosfat Pada Air Limbah Menggunakan Metode Kombinasi Elektrokoagulasi dan Fotokatalis Dengan Kaolin-TiO₂." *METANA* 18.2: 105-113.
- SNI 13-6567-2001. *Perancangan Tata Letak Pabrik*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Silberberg, M. S., Amateis, P., Venkateswaran, R., & Chen, L. (2006). *Chemistry: The molecular nature of matter and change* (Vol. 4). New York: McGraw-Hill.
- Siagian, S. P. (2006). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Bumi Aksara
- Statistik, P. B. (2024). Data Statistik konsumsi, Produksi, Impor, dan Ekspor Gypsum di Indonesia. Diakses pada tanggal 5 Desember 2024 <https://www.bps.go.id/ide>
- Sutrisno, E. (2016). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: Kencana
- Suhirtanto Putri, I. B. (2019). *Laporan Praktek Kerja Unit Asam Sulfat PT Petro Jordan Abadi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2007 tentang Perseroan Terbatas (UUPT).
- United States Environmental Protection Agency (US EPA). (1998). AP-42, Compilation of air pollutant emission factors: Chapter 11.6 – Portland Cement Manufacturing. U.S. EPA.

<https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors>

Wahjono, S. (2022). *Struktur Organisasi dan Komunikasi Efektif*. Surabaya: Unesa Press.

Walas, Stanley M. (1988). *Chemical Process Equipment*. USA : Butterworth Publisher.

Yuniarti, E., Majid, A., & Faisal, F. (2019). Studi Perlakuan Terhadap Tanah Untuk Menentukan Nilai Resistansi Dan Tahanan Jenis Pentanahan. *Jurnal Surya Energy*, 3(2), 269-275.

Wengfu (Group) Co., Ltd. (2013). *A wet-process phosphoric acid dihydrate-semi-hydrate process for co-producing phosphoric acid: A semi-hydrated gypsum method (Patent Application No. CN 103086335 A)*. State Intellectual Property Office of the People's Republic of China



