

PRA RANCANGAN
PABRIK PEMBUATAN MAGNESIUM SULFAT DARI
MAGNESIUM OKSIDA DAN ASAM SULFAT KAPASITAS
270.000 TON PER TAHUN



SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Muhamad Thohir Azhari

NIM. 03031382126095

Faris Habib Shailendra

NIM. 03031382126097

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

PRA RANCANGAN

**PABRIK PEMBUATAN MAGNESIUM SULFAT DARI MAGNESIUM
OKSIDA DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 270.000 TON/TAHUN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh :

Muhamad Thohir Azhari

03031382126095

Faris Habib Shailendra

03031382126097

Telah disetujui di Palembang,

Mei 2025

Dosen Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197706052003121004

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM.
NIP. 197502012000122001

LEMBAR PERBAIKAN

Dengan ini menyatakan bahwa :

Muhamad Thohir Azhari (03031382126095)

Faris Habib Shailendra (03031382126097)

Judul :

**“PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN MAGNESIUM SULFAT
DARI MAGNESIUM OKSIDA DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 270.000
TON/TAHUN”**

Mahasiswa tersebut telah menyelesaikan tugas perbaikan yang diberikan pada
Sidang Sarjana di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
pada tanggal 05 Mei 2025 oleh Dosen Penguji :

1. Prof. Novia Sumardi, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197311052000032003



2. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197505112000122001



3. Ir. Lia Cundari, S.T., M.T.

NIP. 198412182008122002



Palembang, Mei 2025

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.

NIP. 197706052003121004

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Magnesium Sulfat dari Magnesium Oksida dan Asam Sulfat Kapasitas 270.000 ton/tahun” telah dipertahankan Muhamad Thohir Azhari dan Faris Habib Shailendra di hadapan Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 05 Mei 2025.

Palembang, Mei 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

1. Prof. Novia Sumardi, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197311052000032003



2. Elda Melwita, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197505112000122001



3. Ir. Lia Cundari, S.T., M.T.
NIP. 198412182008122002



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Palembang, Mei 2025
Pembimbing Tugas Akhir


Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T., M.T., IPM.
NIP.197502012000122001
Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.
NIP. 197706052003121004

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Thohir Azhari
NIM : 03031382126095
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Magnesium Sulfat dari Magnesium Oksida dan Asam Sulfat Kapasitas 270.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama Faris Habib Shailendra didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Palembang, Mei 2025



Muhamad Thohir Azhari

NIM. 03031382126095



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Faris Habib Shailendra
NIM : 03031382126097
Judul Tugas Akhir : Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Magnesium Sulfat dari Magnesium Oksida dan Asam Sulfat Kapasitas 270.000 Ton/Tahun
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya dan partner atas nama **Muhamad Thohir Azhari** didampingi Pembimbing dan bukan hasil jiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Palembang, Mei 2025



Faris Habib Shailendra

NIM. 03031382126097



ABSTRAK

PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN MAGNESIUM SULFAT DARI MAGNESIUM OKSIDA DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 270.000 TON/TAHUN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, April 2025

Muhamad Thohir Azhari ; Faris Habib Shailendra

Dibimbing oleh Dr. Budi Santoso, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

RINGKASAN

Pabrik pembuatan magnesium sulfat dari magnesium oksida dan asam sulfat dengan kapasitas produksi 270.000 ton/tahun ini direncanakan berdiri pada tahun 2033 di Kecamatan Watuagung, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur dengan perkiraan luas area sebesar 8,2 Ha. Bahan baku untuk pembuatan magnesium sulfat ini mengacu pada patent WO 2023/237737 A1 dengan proses netralisasi magnesium oksida dan asam sulfat yang membentuk magnesium sulfat. Reaktor yang digunakan adalah reaktor tipe *Continuous Stirred Tank Reactor* yang beroperasi pada temperatur 70°C dan tekanan 1 atm. Pabrik ini berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *Line and Staff*, dipimpin oleh seorang Direktur Utama dengan total karyawan 165 orang. Berdasarkan Analisis ekonomi, pabrik magnesium sulfat ini layak untuk didirikan karena telah memenuhi parameter kelayakan ekonomi yaitu :

a. Total Capital Investment	= US \$	13.440.983,68
b. Selling Price per Year	= US \$	472.500.000,00
c. Total Production Cost	= US \$	468.953.551,07
d. Annual Cash Flow	= US \$	2.975.872,39
e. Pay Out time	= 4,5 tahun	
f. Rate of return on investment	= 16%	
g. Discounted Cash Flow -ROR	= 68%	
h. Break Even Point	= 34%	
i. Service Life	= 11 tahun	

Kata Kunci : Magnesium Sulfat, *CSTR Reactor*, Netralisasi

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala berkat limpahan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Magnesium Sulfat dari Magnesium Oksida dan Asam Sulfat dengan Kapasitas Produksi 270.000 Ton/Tahun”. Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan kurikulum akademik yang ada di Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan tugas akhir penulis tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak. Penulis telah banyak menerima bimbingan, petunjuk, bantuan, dan dorongan yang bersifat moral maupun materi serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada

- 1) Kedua orang tua penulis yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk kasih sayang, perhatian, semangat, dan doa yang tiada henti- hentinya demi kelancaran dan kesuksesan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
- 2) Dr. Ir. Tuti Indah Sari, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 3) Dr. Ir. Fitri Hadiah, S.T., M.T. selaku Sektetaris Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 4) Dr. Budi Santoso, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
- 5) Seluruh dosen dan staf akademik Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
- 6) Semua pihak, termasuk teman-teman, yang telah membantu, mulai dari tahap awal tugas akhir hingga penyusunan laporan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERBAIKAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Sejarah dan Perkembangan.....	2
1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Magnesium Sulfat	3
1.4. Sifat Fisik dan Kimia.....	5
BAB II PERENCANAAN PABRIK.....	7
2.1. Alasan Pendirian Pabrik	7
2.2. Pemilihan Kapasitas Produksi	8
2.3. Pemilihan Proses.....	10
2.4. Uraian Proses	10
BAB III LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	13
3.1 Lokasi Pabrik.....	13
3.2 Letak Pabrik	16
3.3 Perkiraan Luas Tanah Yang Dibutuhkan	18
3.4 Pertimbangan Tata Letak Pabrik.....	19
BAB IV NERACA MASSA DAN PANAS	21
4.1. Neraca Massa	22
4.2 Neraca Panas	23
BAB V UTILITAS	26
5.1. Unit Pengadaan Air	26

5.2.	Unit Pengadaan Listrik	30
5.3.	Unit Pengadaan Bahan Bakar	32
5.4.	Unit Pengadaan Oil Term	33
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN		34
6.1.	TANK (T-01)	34
6.2.	Heating Coil (HC-01)	35
6.3.	POMPA-01 (P-01)	36
6.4.	POMPA-02 (P-02)	37
6.5.	MIXING TANK-01 (MT-01)	38
6.6.	PUMP-03 (P-03).....	39
6.7.	SILO-01 (S-01).....	40
6.8.	SCREW CONVEYOR-01 (SC-01).....	41
6.9.	SCREW CONVEYOR-03 (SC-03).....	42
6.10.	BUCKET ELEVATOR-01 (BE-01).....	43
6.11.	CRYSTALLIZER-01 (CR-01)	44
6.12.	PUMP-04 (P-04).....	46
6.13.	PUMP-05 (P-05).....	47
6.14.	REACTOR-01 (R-01)	48
6.15.	SCREW CONVEYOR-02 (SC-02).....	50
6.16.	CENTRIFUGE (CF-01)	50
6.17.	ROTARY DRYER (RD-01)	51
BAB VII ORGANISASI PERUSAHAAN		53
7.1.	Bentuk Perusahaan	53
7.2.	Struktur Organisasi	54
7.3.	Tugas dan Wewenang	55
7.4.	Sistem Kerja	57
7.5.	Penentuan Jumlah Karyawan	58
BAB VIII ANALISA EKONOMI.....		59
8.1.	Menentukan Indeks Harga.....	59
8.2.	Profitabilitas (Keuntungan)	60
8.3.	Lama Waktu Pengembalian Modal.....	61
8.4.	Lama Pengangsuran Pengembalian Pinjaman.....	61
8.5.	Total Modal Akhir	62
8.6.	Laju Pengembalian Modal.....	63

8.7. Break Even Point (BEP).....	63
BAB IX KESIMPULAN	67
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Perbandingan Proses.....	4
Tabel 2.1. Tingkat Pertumbuhan Tahunan.....	8
Tabel 2.2. Tingkat Pertumbuhan Tahunan rata-rata.....	8
Tabel 2.3. Prediksi Tingkat Pertumbuhan Tahunan Rata-Rata.....	9
Tabel 3.1. Luas Daerah Pabrik.....	18
Tabel 5.1. Total Kebutuhan Bahan Penunjang di Utilitas.....	26
Tabel 5.2. Kebutuhan Air Pendingin.....	27
Tabel 5.3. Kebutuhan Air Domestik.....	29
Tabel 5.4. Total Kebutuhan Air dalam Pabrik.....	30
Tabel 5.5. Kebutuhan Listrik Peralatan.....	30
Tabel 5.6. Total Kebutuhan Listrik Pabrik Magnesium Sulfat.....	32
Tabel 5.7. Total Kebutuhan Bahan Bakar.....	33
Tabel 5.8. Kebutuhan <i>mobile oil term 603</i>	33
Tabel 7.1. Pembagian Jadwal <i>Shift</i> Kerja Karyawan.....	58
Tabel 7.2. Perincian Jumlah Karyawan Pabrik Pembuatan Magnesium Sulfat....	60
Tabel 8.1. Rincian Angsuran Pengembalian Pinjaman.....	61
Tabel 8.2. Kesimpulan Analisa Ekonomi.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Flowsheet Magnesium Sulfat.....	12
Gambar 3.1	Jarak Lokasi Pabrik ke Pelabuhan.....	17
Gambar 3.2	Jarak Lokasi Pabrik ke Lokasi Bahan Baku Magnesium Oksida....	17
Gambar 3.3	Jarak Lokasi Pabrik ke Lokasi Bahan Baku Asam Sulfat.....	17
Gambar 3.4	Jarak Lokasi Pabrik ke Konsumen.....	18
Gambar 3.5	Area Pendirian Pabrik Magnesium Sulfat di Gresik, Jawa Timur....	19
Gambar 3.6	Layout Pabrik Magnesium Sulfat.....	20
Gambar 3.7	Layout Alat Pabrik Magnesium Sulfat.....	20
Gambar 3.8	Mitigasi Bencana T-01.....	20
Gambar 7.1.	Struktur Organisasi Perusahaan.....	63
Gambar 8.1.	Grafik <i>Break Even Point</i>	65

DAFTAR NOTASI

1. Heat Exchanger (Heater, Cooler, Evaporator, Vaporizer, Condenser, Partial Condenser, Reboiler, Crystalizer)

W, w	: Laju alir massa di shell, tube, kg/jam
T_1, t_1	: Temperatur masuk shell, tube, °C
T_2, t_2	: Temperatur keluar shell, tube, °C
Q	: Beban panas, kW
U_o	: Koefisien overall perpindahan panas, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
ΔT_{lm}	: Selisih log mean temperatur, °C
A	: Luas area perpindahan panas, m^2
ID	: Diameter dalam tube, m
OD	: Diameter luar tube, m
L	: Panjang tube, m
p_t	: Tube pitch, m
A_o	: Luas satu buah tube, m^2
N_t	: Jumlah tube, buah
V, v	: Laju alir volumetrik shell, tube, m^3/jam
u_t, U_s	: Kelajuan fluida shell, tube, m/s
Db	: Diameter bundel, m
D_s	: Diameter shell, m
N_{RE}	: Bilangan Reynold
N_{PR}	: Bilangan Prandtl
N_{NU}	: Bilangan Nusselt
h_i, h_o	: Koefisien perpindahan panas shell, tube, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
l_b	: Jarak baffle, m
D_e	: Diameter ekivalen, m
k_f	: Konduktivitas termal, $W/m \cdot ^\circ C$
ρ	: Densitas, kg/m^3
μ	: Viskositas, cP
C_p	: Panas spesifik, $kJ/kg \cdot ^\circ C$

h_{id}, h_{od}	: Koefisien dirt factor shell, tube, $W/m^2 \cdot ^\circ C$
k_w	: Konduktivitas bahan, $W/m \cdot ^\circ C$
ΔP	: Pressure drop, psi

2. Pompa

A	: Area alir pipa, in^2
BHP	: Brake Horse Power, HP
D_{opt}	: Diameter optimum pipa, in
f	: Faktor friksi
g	: Percepatan gravitasi ft/s^2
g_c	: Konstanta percepatan gravitasi, ft/s^2
H_d, H_s	: Head discharge, suction, ft
H_f	: Total friksi, ft
H_{fc}	: Friksi karena kontraksi tiba-tiba, ft
H_{fe}	: Friksi karena ekspansi tiba-tiba, ft
H_{ff}	: Friksi karena fitting dan valve, ft
H_{fs}	: Friksi pada permukaan pipa, ft
ID	: Diameter dalam, in
K_C, K_E	: Konstanta kompresi, ekspansi, ft
L	: Panjang pipa, m
L_e	: Panjang ekivalen pipa, m
MHP	: Motor Horse Power, HP
NPSH	: Net positive suction head, $ft \cdot lbf/lb$
N_{RE}	: Bilangan Reynold
OD	: Diameter luar, in
P_{uap}	: Tekanan uap, psi
Q_f	: Laju alir volumetrik, ft^3/s
V_d	: Discharge velocity, ft/s
V_s	: Suction velocity, ft/s
ε	: Equivalent roughness, ft
η	: Efisiensi pompa
μ	: Viskositas, kg/ms

ρ : Densitas, kg/m^3

3. Kompresor

BHP : Brake Horse Power, power yang dibutuhkan, HP

k : Konstanta Kompresi

n : Jumlah stage

η : Efisiensi kompresor

P_{IN} : Tekanan masuk, bar

P_{OUT} : Tekanan keluar, bar

T_1 : Temperatur masuk kompresor, $^{\circ}\text{C}$

T_2 : Temperatur keluar kompresor, $^{\circ}\text{C}$

P_W : Power kompresor, HP

Q : Kapasitas kompresor, lb/menit

R_c : Rasio kompresi

W : Laju alir massa, lb/jam

ρ : Densitas, kg/m^3

4. Reaktor

C_c : Tebal korosi maksimum, in

C_{AO} : Konsentrasi awal umpan, kmol/m^3

D_p : Diameter katalis, m

D_s : Diameter shell, m

D_T : Diameter tube, in

F_{AO} : Laju alir umpan, kmol/jam

H_R : Tinggi shell reaktor, m

H_T : Tinggi tube, m

k : Konstanta kecepatan reaksi, $\text{m}^3/\text{kmol.s}$

N_t : Jumlah tube, buah

P : Tekanan operasi, bar

τ : Waktu tinggal, jam

p_t : Tube pitch, in

S	: Tegangan kerja yang diizinkan, psi
t	: Tebal dinding reaktor, cm
V_k	: Volume katalis, m^3
VT	: Volume reaktor, m^3
ρ, ρ_k	: Densitas fluida, katalis, kg/m^3
R	: Konstanta gas ideal, 8,314 kJ/kmol.K
σ_A	: Diameter molekul, cm
M	: Berat molekul, kg/kmol
EA	: Energi aktivasi, kJ/kmol
VE	: Volume elipsoid, m^3
HS	: Tinggi silinder, m
h	: Tinggi tutup
HT	: Tinggi total tangki, m
HL	: Tinggi liquid, m
Hi	: Tinggi impeller, m
Di	: Diameter impeller, m
Wb	: Lebar Baffle, m
g	: Lebar baffle pengaduk, m
r	: Panjang blade pengaduk, m
rb	: Posisi baffle dari dinding tangki, m

5. Tangki

Cc	: Tebal korosi maksimum, in
D	: Diameter tangki, m
Ej	: Efisiensi pengelasan
P	: Tekanan desain, psi
S	: Tegangan kerja diizinkan, psi
t	: Tebal dinding tangki, cm
V	: Volume tangki, m^3
W	: Laju alir massa, kg/jam
ρ	: Densitas

6. Crystallizer, Melter

Q	: Debit magma, m ³ /jam
V _t	: Volume Tangki, m ³
D _t	: Diameter Tangki, m
H _s	: Tinggi Silinder, m
H _e	: Tinggi Ellipsoidal, m
H _t	: Tinggi Tangki, m
D _i	: Diameter <i>impeller</i> , m
W _b	: Lebar <i>Baffle</i> , m
t	: Tebal, m
N	: Kecepatan putaran kritis, rps
S	: Shape factor
D _p	: Diameter partikel rata-rata, cm
B	: Berat solid/berat liquid
P	: Daya pengaduk, hp
K _t	: Faktor pengaduk. M
g _c	: Konstanta gravitasi, lbf ft/lbm m ²
B	: Berat solid/berat liquid
P	: Daya pengaduk, hp
K _t	: Faktor pengaduk. M
g _c	: Konstanta gravitasi, lbf ft/lbm m ²

7. Transporter (Conveyor, Elevator)

W	: Laju Alir Massa, Kg/jam
V _b	: Volume Bucket, in ³
B _b	: Berat Padatan, lb/bucket
T _b	: Tinggi Bucket, in

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I PERHITUNGAN NERACA MASA.....
LAMPIRAN II PERHITUNGAN NERACA PANAS.....
LAMPIRAN III PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN.....
LAMPIRAN IV PERHITUNGAN EKONOMI.....
LAMPIRAN V TUGAS KHUSUS.....

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berperan aktif dalam menyambut era revolusi industri 4.0. Kementerian Perindustrian berupaya meluncurkan berbagai kebijakan yang bertujuan untuk memperkuat industri dalam negeri. Salah satu kebijakan penting adalah Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. RIPIN menetapkan strategi pengembangan, yang meliputi penguatan industri hulu dan industri yang berbasis sumber daya alam. Sejalan dengan kebijakan industri nasional, Kementrian Perindustrian juga meluncurkan inisiatif *Making Indonesia 4.0* yang bertujuan guna memposisikan Indonesia sebagai salah satu dari sepuluh besar ekonomi dunia 2030. Pemerintah sudah menginisiasi percepatan untuk implementasi inisiatif *making* melalui kementerian perindustrian dengan menginisiasi ekosistem industri 4.0 (SINDI 4.0).

SINDI 4.0 dirancang untuk menciptakan koordinasi berkesinambungan untuk inovasi sektor industri. Melalui dua kebijakan RIPIN dan SINDI 4.0, Indonesia perlu fokus dalam pembangunan dan pengembangan industri sektor hulu, yang berperan dalam menyediakan bahan baku mentah industri hilir dan mendukung peningkatan ekspor. Salah satu potensi yang belum sepenuhnya terealisasi adalah produksi senyawa magnesium sulfat. Magnesium sulfat merupakan senyawa yang memiliki peran strategis dalam mendukung industri hilir, terutama sektor pertanian yang saat ini sedang menjadi fokus pemerintah dalam upaya mencapai kemandirian pangan nasional dalam ketahanan nasional.

Salah satu peran magnesium sulfat pada sektor pertanian adalah sebagai pupuk. Magnesium sulfat merupakan pupuk jenis makro dengan kadar 26 % MgO dan 21% sulfur seperti produk yang sudah dipasarkan. Pupuk magnesium sulfat berpengaruh terhadap perubahan morfologi dan fisiologi kerapatan stomata dan kandungan klorofil pada sawit (Ningsih dkk, 2015). Pemberian pupuk $MgSO_4$ juga dapat menghasilkan jumlah buah, bobot buah dan kadar kemanisan stroberi yang lebih tinggi dibandingkan tanpa $MgSO_4$ (Roosa dkk, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Wardani dkk (2023), Pemberian pupuk magnesium ini menunjang

pertumbuhan tanaman kubis bunga yaitu volume akar dan memberikan hasil yang baik pada hasil kubis bunga yaitu berat segar bunga.

Manfaat yang didapatkan dari produk Magnesium sulfat sangatlah beragam. Pupuk magnesium sulfat dapat digunakan diberbagai jenis tanaman meliputi buah-buahan, Perkebunan, dan sayuran. Manfaat yang beragam tentunya akan sejalan dengan program kemandirian pangan pemerintah nasional. Dengan demikian maka pendirian pabrik magnesium sulfat akan sangat berdampak positif untuk kemajuan industri nasional. Pendirian pabrik MgSO_4 juga akan menekan pasar impor dan memperbanyak pasar ekspor, karena hingga saat ini Indonesia belum memiliki pabrik produksi MgSO_4 yang diproduksi secara komersil untuk masyarakat.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Magnesium Sulfat merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia MgSO_4 dan memiliki berat molekul 120,36 g/mol. Senyawa ini memiliki peran penting dalam berbagai bidang industri khususnya pertanian dan farmasi. Magnesium sulfat banyak digunakan sebagai pupuk, dan bahan tambahan dalam obat-obatan. Salah satu bentuk paling umum dari magnesium sulfat adalah *Epsom salt*, yang sering digunakan dalam terapi kesehatan.

Magnesium sulfat pertama kali ditemukan oleh Nehemiah Grew, seorang ilmuwan asal inggris, pada tahun 1695. Grew menemukan senyawa ini ketika meneliti air dari sumur mineral di daerah Epsom, Inggris. Grew menyadari bahwa air tersebut mengandung mineral yang setelah diuapkan, menghasilkan kristal putih yang kini lebih dikenal secara familiar dengan sebutan *Epsom salt*.

Sumber utama produksi magnesium sulfat dari deposit mineral, air laut, dan proses sintesis kimia. Semula senyawa ini diperoleh dari air mineral alami, namun seiring perkembangan zaman permintaan pun semakin banyak, maka dari itu metode produksi sintesis mulai dikembangkan. Salah satu cara utama pembuatan magnesium sulfat adalah dengan mereaksikan magnesium oksida (MgO) atau magnesium karbonat (MgCO_3) dengan asam sulfat (H_2SO_4).

Perkembangan Magnesium Sulfat di Indonesia sendiri, penggunaanya meningkat seiring berkembangnya sektor pertanian dan industri farmasi. Magnesium sulfat seiring digunakan sebagai pupuk untuk meningkatkan kandungan magnesium dalam tanah. Perkembangan konsumsi dalam negeri tidak

selaras dengan perkembangan industrinya karena hingga saat ini, Indonesia belum memiliki pabrik yang memproduksi magnesium sulfat secara komersil. Kebutuhan dalam negeri masih dipenuhi melalui impor dari negara-negara seperti Tiongkok, Eropa, Australia, dan Kanada.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Magnesium Sulfat

Magnesium Sulfat dapat diproduksi dengan beberapa metode, yaitu metode netralisasi, metode kalsinasi dan metode *ion-exchange*. Proses pembuatan magnesium sulfat dalam beberapa jenis proses dapat dilihat pada uraian dibawah ini.

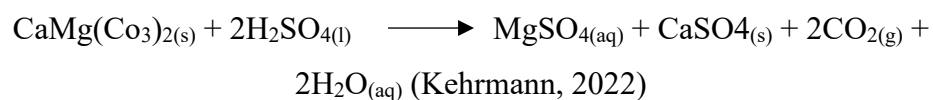
1.3.1. Proses Netralisasi

Metode ini merupakan metode yang biasa digunakan pada industri karena langsung mereaksikan bahan murni. Magnesium oksida dan asam sulfat direaksikan tanpa menggunakan katalis dengan suhu 70°C. Reaksi dari magnesium oksida dan asam sulfat dapat diuraikan sebagai berikut :



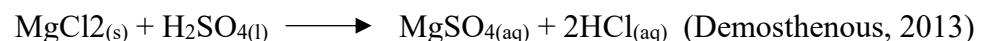
1.3.2. Proses Kalsinasi Dolomit

Metode ini merupakan metode yang sering digunakan pada industri karena terlebih dahulu memproses dolomit dan jenis bahan galian tambang (ilmenit, bentonit dll). Metode ini direaksikan tanpa menggunakan katalis dengan suhu 110°C. Reaksi dari dolomit dan asam sulfat dapat diuraikan sebagai berikut :



1.3.3. Proses *Ion Exchange*

Metode ini merupakan metode yang digunakan pada industri karena faktor ekonominya. Metode ini direaksikan tanpa menggunakan katalis dengan suhu 95°C. Reaksi dari *bittern salt* dan asam sulfat dapat diuraikan sebagai berikut :



Beberapa macam proses tersebut juga ditampilkan pada tabel 1.1. Adapun alasan pemilihan proses jenis tersebut adalah konversi yang tinggi dan tidak adanya produk samping yang kurang ekonomis.

Tabel 1.1. Perbandingan Proses Pembuatan Magnesium Sulfat

Klasifikasi Proses	Netralisasi	Kalsinasi Dolomit	<i>Ion Exchange</i>
Sumber	(Kehrmann, 2023)	(Kehrmann, 2022)	(Demosthenous, 2013)
Bahan Baku	Magnesium Oksida dan Asam Sulfat	Dolomit dan Asam Sulfat	<i>Bittern Salt</i> dan Asam Sulfat
Kondisi Operasi	• T = 70°C • P = 1 atm	• T = 110°C • P = 1 atm	• T = 95°C • P = 1 atm
Produk Samping	Air	Air, Karbon dioksida, Kalsium Sulfat	Asam Klorida
Katalis	Tidak ada	Tidak ada	Emberlist 15/resin
Konversi	96%	93%	93%

1.4. Sifat Fisik dan Kimia

1.4.1 Magnesium Sulfat

Rumus molekul	: MgSO_4
Berat molekul	: 120,366 g/mol
Densitas	: 2,66 g/cm ³
Titik Didih	: 1.120 °C
Titik leleh	: 1.124 °C
Temperatur kritis	: -
Tekanan Kritis	: -
Kelarutan	: 35,1 g/100 mL (pada 20 °C)

1.4.2 Magnesium Oksida

Rumus molekul	: MgO
Berat molekul	: 40,304 g/mol
Densitas	: 3,58 g/cm ³
Titik Didih	: 3.600 °C
Titik leleh	: 2.852 °C
Temperatur kritis	: -
Tekanan Kritis	: -
Kelarutan	: 0,0086 g/100 mL (pada 30 °C)

1.4.3 Air

Rumus molekul	: H_2O
Berat molekul	: 18,0156 g/mol
Densitas	: 997 kg/m ³
Titik Didih	: 100 °C
Titik leleh	: 0 °C
Temperatur Kritis	: 374 °C

Tekanan Kritis	: 218 atm
Kelarutan	: 1,62 mg/L (pada 21 °C)

1.4.4 Asam Sulfat

Rumus molekul	: H_2SO_4
Berat molekul	: 98.079 g/mol
Densitas	: 1,84 g/cm ³
Titik Didih	: 337 °C
Titik Leleh	: 10,31 °C
Temperatur Kritis	: 652 °C
Tekanan Kritis	: 63,16 atm
Kelarutan	: 0,95 Mg/L (Yaws, 2015)

1.4.5 Magnesium Sulfat Heptahidrat

Rumus molekul	: $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	: 246,476 g/mol
Densitas	: 1,68 g/cm ³
Titik Didih	: 1.120 °C
Titik leleh	: 1.124 °C
Temperatur kritis	: -
Tekanan Kritis	: -
Kelarutan	: 71 g/100 mL (pada 20 °C)

DAFTAR PUSTAKA

- AMAZON. 2025. Kabel Pemanas Pipa Pra-rakitan HEATIT JHSF 120V auto 3W/FT. (Online). <https://heatitcable.com/product/heatit-jhsf-24-feet-120v-self-regulating-pre-assembled-pipe-heating-cable>. (Diakses 20 Maret 2025).
- And. (2013). Method for the Recovery of Magnesium Sulphate and Production of Magnesium Oxide. (WO 2013/023254). International Application Published Under the Patent Cooperation Treaty (PCT).
- Badan Pusat Statistik. 2024. Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) Menurut Kabupaten/Kota. (Online). <https://jatim.bps.go.id/id>. (Diakses pada Tanggal 12 Maret 2025).
- Badan Pusat Statistik. 2025. Data Ekspor & Impor Magnesium Sulfat di Indonesia. (Online). <https://www.bps.go.id/exim/>. (Diakses pada Tanggal 13 Februari 2025).
- Coulson & Richardson. 1993. *Chemical Engineering Volume 6 3th Edition*. Elsevier: Buitenworth - Heinemann.
- Demosthenous et al. (2013). Magnesium Sulphate. (WO 2013/037649 A1). International Application Published Under the Patent Cooperation Treaty (PCT).
- Foster, B. 2020. *Kumpulan Rumus*. Jawa Barat: Ganesha Operation.
- Kehrmann and Alexander. (2023). Process for Preparing Magnesium Sulphate, Magnesium Sulphate Obtainable by Said Process, and Use of Said Magnesium Sulphate As a Fertilizer. (WO 2023/237737 A1). International Application Published Under the Patent Cooperation Treaty (PCT).
- Jaya, A. 2011. *Engineering Design Guideline*. Johor. KLM Technology Group
- Lanl. 2014. *Process Piping Guide*. Los Alamos. Engineering Standards Manual STD 342-100.
- Ningsih, E. P., Sudradjat., dan Supijatno. (2015). Optimasi Dosis Pupuk Kalsium dan Magnesium pada Bibit kelapa Sawit (*Elneis guineensis Jacq.*) di Pembibitan Utama. *J. Agron. Indonesia*. Vol. 43 (1) : 81-88.

- Perry, R. H. 2008. *Perry's Chemical Engineers' Handbook 8th Edition*. United States of America. The McGraw Hill Companies.
- Perry, R. H. and Green D. 1997. *Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th Edition*. New York: McGraw - Hill Book Company.
- Peters, M. S. and Timmerhaus K. D. 1991. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 4th Edition*. New York: McGraw - Hill Book Company.
- Pujiastuti, C, dkk. (2024). Study of Reaction Kinetics of Magnesium Sulfate Formation from Bittern and Sulfate Acid. *International Conference Eco-Innovation in Science, Engineering, and Technology*. NST Proceedings : 7-13.
- Radhi, A. H. (2020). Homo-Lumo Energies and Geometrical Structures Effect on Corrosion Inhibition for Organic Compounds Predict by DFT and PM3 Methods. *NeuroQuantology*, Vol.18 (1) : 37-45.
- Richardson, J. F., Harker, J. H., dan Backhurst, J. R. 2002. *Coulson and Richardson's Chemical Engineering 5th Edition, Volume 2: Particle Technology & Separation Processes*. New York: Butterworth-Heinemann.
- Roosa, V., Karyawati, A. S., dan Armita, D. (2019). Pengaruh Kadar Air Tanah dan Pemupukan $MgSO_4$ terhadap Pertumbuhan Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa Duch*). *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol.7 (8) : 1401-1409.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., dan Abbott, M. M. 2001. *Introduction Chemical Engineering Thermodynamics 6th Edition*. Boston: McGraw Hill.
- Treybal, R. E. 1980. *Mass Transfer Operations 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Vilbrandt, F. C., dan Dryden, C. E. Chemical Engineering Plant Design. New York: McGraw-Hill.
- Walas, S. M. 1990. *Chemical Process Equipment Selection and Design*. Butterworth-Heinemann: New York.
- Wardani, Asnawati., dan Listiawati, A. (2023). Pengaruh Abu Sekam Padi dan Pupuk Magnesium terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga pada Tanah Gambut. *Jurnal Sains Pertanian Equator*. ISSN 2964-562X.

Yaws, C. L. 1999. *Chemical Properties Handbook*. The Mc Graw-Hill Companies.
United States of America.