

PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM SULFAT
HEPTAHIDRAT DENGAN KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana
Terapan (D-4) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

NAZATUL AKMA	43121060
RISKA ZAINUDDIN	43121066

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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat Dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun** oleh Nazatul Akma NIM 431 21 060 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 03 Oktober 2025

Menyetujui,

Pembimbing I



Tri Hartono., LRSC., M.Chem., Eng.
NIP. 196312251992021001

Pembimbing II



Wahyu Budi Utomo, HND., M.SC
NIP. 196503201992021001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
D-4 Teknologi Rekaasa Kimia
Bekasijulan



H. S. T. M. Eng
NIP. 197304092003122002

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun** oleh Riska Zainuddin NIM 431 21 066 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 03 Oktober 2025

Menyetujui,

Pembimbing I



Tri Hartono., LRSC., M.Chem., Eng.
NIP. 196312251992021001

Pembimbing II



Wahyu Budi Utomo, HND., M.SC
NIP. 196503201992021001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
D-4 Teknologi Rekaasa Kimia

Berikut ini



Ir. Satrio H. S.T., M.Eng
NIP. 197304092003122002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL.....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
BAB I PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Kapasitas Perancangan.....	12
1.2.1 Kebutuhan Produk.....	12
1.2.2 Kapasitas Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat	15
1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku	16
1.3 Penentuan Lokasi	19
1.3.1 Faktor-faktor Penentuan Lokasi Pabrik	19
1.3.2 Analisis SWOT	21
1.3.3 Lokasi Pabrik	23
1.4 Tinjauan Pustaka	24
1.4.1 Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat	24

1.4.2 Kegunaan Produk	29
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 Utama	Error! Bookmark not defined.
2.2 Konsep Proses	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Mekanisme Proses.....	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.
2.4 Diagram Alir.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III NERACA MASSA	Error! Bookmark not defined.
3.1 Tangki Pengenceran Asam Sulfat (M-130)	Error! Bookmark not defined.
3.2 Reaktor (R - 210)	Error! Bookmark not defined.
3.3 Rotary Drum Vakum Filter (H – 310)	Error! Bookmark not defined.
3.4 Evaporator (V-320)	Error! Bookmark not defined.
3.5 Crytallizer (S-330)	Error! Bookmark not defined.
3.6 Centrifuge (H-340).....	Error! Bookmark not defined.
3.7 Rotary Dryer (B-350).....	Error! Bookmark not defined.
3.8 Cooling Screw Conveyor (J-360)	Error! Bookmark not defined.
BAB IV NERACA PANAS	Error! Bookmark not defined.
4.1 Tangki Pengenceran Asam Sulfat 98% ..	Error! Bookmark not defined.
4.2 Heater Asam Sulfat	Error! Bookmark not defined.

4.3	Reaktor	Error! Bookmark not defined.
4.4	Rotary Drum Vakum Filter.....	Error! Bookmark not defined.
4.5	Evaporator	Error! Bookmark not defined.
4.6	Kondensor	Error! Bookmark not defined.
4.7	Crystallizer	Error! Bookmark not defined.
4.8	Rotary Dryer.....	Error! Bookmark not defined.
4.9	Heater Udara	Error! Bookmark not defined.
4.10	Cooling Screw Conveyor	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPESIFIKASI ALAT		Error! Bookmark not defined.
5.1	Tangki Magnesium Karbonat (F-110)....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Screw Conveyor-1 (J-111)	Error! Bookmark not defined.
5.3	Bucket Elevator-1 (J-112)	Error! Bookmark not defined.
5.4	Hopper (F-113).....	Error! Bookmark not defined.
5.5	Tangki Penampungan Asam Sulfat 98% (F-120).	Error! Bookmark not defined.
5.6	Pompa-1 (L-121).....	Error! Bookmark not defined.
5.7	Tangki Pengencer Asam Sulfat (M-130)	Error! Bookmark not defined.
5.8	Pompa-2 (L-131).....	Error! Bookmark not defined.
5.9	Heater Asam Sulfat (E-132).....	Error! Bookmark not defined.
5.10	Reaktor (R-210)	Error! Bookmark not defined.
5.11	Pompa-3 (L-211)	Error! Bookmark not defined.
5.12	Rotary Drum Vakum Filter (H-310).....	Error! Bookmark not defined.
5.13	Tangki Penampung Cake (F-311)	Error! Bookmark not defined.
5.14	Pompa-4 (L-312).....	Error! Bookmark not defined.
5.15	Evaporator (V-320)	Error! Bookmark not defined.

5.16	Pompa-5 (L-321).....	Error! Bookmark not defined.
5.17	Kondensor (E-322).....	Error! Bookmark not defined.
5.18	Crystallizer (S-330).....	Error! Bookmark not defined.
5.19	Centrifuge (H-340).....	Error! Bookmark not defined.
5.20	Screw Conveyor-2 (J-342)	Error! Bookmark not defined.
5.21	Rotary Dryer (B-350).....	Error! Bookmark not defined.
5.22	Blower (G-351)	Error! Bookmark not defined.
5.23	Molecular Sieve (D-352).....	Error! Bookmark not defined.
5.24	Heater Udara (E-353).....	Error! Bookmark not defined.
5.25	Cooling Screw Conveyor (J-360)	Error! Bookmark not defined.
5.26	Bucket Elevator-2 (J-361)	Error! Bookmark not defined.
5.27	Silo Magnesium Sulfat Heptahidrat (F-362)	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS.....		Error! Bookmark not defined.
6.1	Unit Penyediaan Air	Error! Bookmark not defined.
6.2	Unit Penyediaan Steam	Error! Bookmark not defined.
6.3	Unit Penyediaan Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
6.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	Error! Bookmark not defined.
6.5	Pengolahan Limbah.....	Error! Bookmark not defined.
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA		Error! Bookmark not defined.
7.1. Instrumentasi		Error! Bookmark not defined.
7.2 Keselamatan Kerja		Error! Bookmark not defined.
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI		Error! Bookmark not defined.

8.1 Bentuk perusahaan	Error! Bookmark not defined.
8.2 Struktus organisasi	Error! Bookmark not defined.
8.3 Tugas dan Wewenang	Error! Bookmark not defined.
8.4 Sistem Kerja	Error! Bookmark not defined.
8.5 Sistem gaji	Error! Bookmark not defined.
BAB IX TATA LETAK PABRIK DAN PEMETAAN.....	Error! Bookmark not defined.
9.1 Deskripsi Tata Letak.....	Error! Bookmark not defined.
9.2 Tata Letak Alat Proses	Error! Bookmark not defined.
BAB X ANALISA EKONOMI.....	Error! Bookmark not defined.
10.1 Kajian Ekonomi	Error! Bookmark not defined.
10.1.1 Total Capital Investment (TCI)	Error! Bookmark not defined.
10.1.2 Total Production Cost (DPC)	Error! Bookmark not defined.
10.2 Analisa Kelayakan Ekonomi.....	Error! Bookmark not defined.
10.2.1 Laba/keuntungan	Error! Bookmark not defined.
10.2.2 <i>Return on Investment</i> (ROI)	Error! Bookmark not defined.
10.2.3 <i>Pay Out Time</i> (POT)	Error! Bookmark not defined.
10.2.4 <i>Interest Rate of Return</i> (IRR).....	Error! Bookmark not defined.
10.2.5 <i>Break Event Point</i> (BEP).....	Error! Bookmark not defined.
BAB XI KESIMPULAN	31
DAFTAR PUSTAKA	32
<u>LAMPIRAN A</u>	A-1
<u>LAMPIRAN B</u>	B-1

LAMPIRAN C C-1

LAMPIRAN D..... D-1

LAMPIRAN E E-1

RINGKASAN

Pra rancangan pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat berkapasitas 70.000 ton/tahun dengan metode Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat didirikan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor. Magnesium sulfat heptahidrat dapat digunakan sebagai pupuk tanaman, suplemen makan ternak, obat, campuran pewarnaan tekstil, *coagulating agent* dalam industri karet dan tekstil.

Pabrik ini didirikan di Cikampek, Kabupaten Karawang, Jawa Barat dan beroperasi selama 24 jam perhari selama 330 hari. Proses pembuatan magnesium sulfat heptahidrat ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi, dan tahap pemisahan dan pemurnian. Bentuk Perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem garis dan staf yang membutuhkan tenaga kerja sebanyak 140 orang.

Hasil perhitungan analisa ekonomi menunjukkan keuntungan setelah pajak sebesar Rp. 126.619.939.012 Break Event Point (BEP) pada 47,60% dan POT setelah pajak 3,11 tahun. Analisa ekonomi menunjukkan bahwa pabrik magnesium sulfat heptahidrat dengan kapasitas 70.000 Ton/Tahun layak didirikan.

SUMMARY

The preliminary design of a Magnesium Sulfate Heptahydrate plant with a production capacity of 70,000 tons per year using the reaction between magnesium carbonate and sulfuric acid is proposed to meet both domestic and export demands. Magnesium sulfate heptahydrate has various applications, including as a fertilizer, animal feed supplement, pharmaceutical ingredient, textile dyeing agent, and coagulating agent in the rubber and textile industries.

The plant is planned to be constructed in Cikampek, Karawang Regency, West Java, and will operate continuously for 24 hours per day over 330 days per year. The production process consists of three main stages: raw material preparation, reaction, and separation and purification. The company will be established as a Limited Liability Company (PT) with a line and staff organizational structure, employing a total of 140 workers.

Based on the economic evaluation, the project yields a net profit after tax of IDR 126.619.939.012. The Break-Even Point (BEP) is calculated at 47.60%, and the Pay Out Time (POT) after tax is 3.11 years. These results indicate that the

proposed magnesium sulfate heptahydrate plant with a capacity of 70,000 tons per year is technically and economically feasible to be established.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri kimia merupakan salah satu industri vital dan strategis, untuk itu hampir setiap negara di dunia tak terkecuali perkembangan industri di Indonesia sekarang ini mengalami peningkatan di segala bidang, terutama untuk industri kimia dengan berbagai macam teknologi. Pengembangan industri di Indonesia dilakukan untuk memenuhi bahan-bahan industri melalui pendirian pabrik industri kimia. Di Indonesia masih banyak produk industri yang belum dapat dipenuhi sendiri dan biasanya diperoleh dengan cara mengimpor dari negara lain. Salah satu bahan yang diimpor dalam jumlah banyak adalah magnesium sulfat heptahidrat (Aprodhita dan Agata, 2022).

Magnesium sulfat heptahidrat banyak digunakan sebagai bahan pembantu dalam industri plastik, tekstil, pupuk dan farmasi. Magnesium sulfat heptahidrat dapat digunakan sebagai pupuk tanaman, suplemen makan ternak, obat, campuran pewarnaan tekstil, *coagulating agent* dalam industri karet dan tekstil. Kebutuhan *epsomite* pada industri tekstil, plastik, pupuk dan farmasi akan semakin meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk serta bertambahnya kemajuan suatu negara (Putri Nabila Hanan, 2022).

Selama ini, kebutuhan magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia masih dipenuhi melalui impor dari luar negeri. Oleh karena itu, perencanaan pendirian pabrik magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia sangatlah penting. Pabrik ini diharapkan dapat mendukung industri yang membutuhkan magnesium sulfat heptahidrat sebagai bahan baku, serta membantu menghemat devisa negara dengan mengurangi ketergantungan pada impor magnesium sulfat heptahidrat (Putri Nabila Hanan, 2022).

1.2 Kapasitas Perancangan

Pendirian suatu pabrik bertujuan memenuhi kebutuhan pasar terhadap suatu produk. Hal tersebut berdampak terhadap eskalasi devisa negara, dan mereduksi ketergantungan impor dari negara lain. Penentuan kapasitas pabrik perlu mempertimbangkan beberapa faktor antara lain kebutuhan produk, ketersediaan bahan baku, dan kapasitas pabrik komersial. Dengan perencanaan yang tepat maka pabrik Magnesium sulfat heptahidrat yang didirikan diharapkan:

1. Dapat mengurangi impor magnesium sulfat heptahidrat untuk menghemat devisa negara.
2. Dapat membuka lapangan pekerjaan baru, sehingga dapat mengurangi tingkat pengangguran.
3. Dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi

1.2.1 Kebutuhan Produk

Kebutuhan produk merupakan faktor krusial dalam penentuan kapasitas produksi suatu industri. Hal tersebut mengacu terhadap permintaan pasar terhadap produk. Selain itu, kebutuhan produk mempengaruhi strategis dalam mengatur jumlah output produksi. Kapasitas pabrik perlu mempertimbangkan kebutuhan produk baik di dalam negeri maupun di luar negeri.

1. Produksi dalam Negeri

Belum didirikannya pabrik Magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia, sehingga dapat disimpulkan bahwa angka produksi magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia sama dengan 0.

2. Impor

Indonesia sendiri masih belum memproduksi magnesium sulfat heptahidrat sehingga kebutuhan magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia terpenuhi dengan melakukan impor dari luar

negeri. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) mengenai impor magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia pada tahun 2019-2023 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Data Impor Magnesium Sulfat Heptahidrat di Indonesia

Tahun	Impor (Ton)	% Pertumbuhan
2019	116956,85	-
2020	29345,711	60,14516
2021	33993,588	13,67280
2022	45571,258	25,405640
2023	34717,229	-31,26409
Total		67,95951
i		16,98987

Sumber: Badan Pusat Statistika, 2024

Berdasarkan data impor di atas dapat diprediksi impor magnesium sulfat heptahidrat di indonesia tahun 2029 dengan menggunakan metode *Discounted* yang dapat dilihat pada persamaan (1.1)

$$M_5 = P(1+i)^n \dots\dots\dots(1.1)$$

Dimana:

P = Data besarnya impor pada tahun 2023

M₅ = Rata-rata kenaikan impor pertahun

n = Selisih tahun 2023 dan 2029

Mengitung nilai Impor di dalam negeri

$$M_5 = P(1+i)^n$$

$$= 34717,229 (1+16,98987)^6)$$

$$= 89.009,17 \text{ ton}$$

Pabrik berdiri sehingga import diberhentikan, maka

$$M_1 = 0$$

Karena di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi, maka

$$M_2 = 0$$

$$M_4 = 0$$

Untuk menghitung kapasitas pabrik baru yang akan didirikan pada tahun 2029, maka dapat digunakan persamaan (1.2)

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5 \dots\dots\dots(1.2)$$

Dimana: M_1 = Nilai impor (ton)

M_2 = Produksi pabrik dalam negeri (ton)

M_3 = Kapasitas produksi pabrik baru (ton)

M_4 = Nilai Ekspor (ton)

M_5 = Konsumsi dalam negeri (ton)

Sehingga kapasitas pabrik magnesium sulfat heptahidrat yang akan didirikan pada tahun 2029 yaitu:

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = (0 + 0) - (89.009,17 + 0) \text{ ton}$$

$$M_3 = 89.009,17 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan peluang kapasitas produk pabrik baru di atas, Maka kapasitas pabrik magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri pada tahun 2029 dirancang 80% dari hasil peluang agar kapasitas berada diantara kapasitas minimal dan maksimal pabrik yang telah beroperasi diluar negeri, Sehingga pabrik yang dirancang berkapasitas:

$$M_3 = 89.009,17 \text{ ton/tahun} \times 80\%$$

$$M_3 = 70.000 \text{ ton/tahun}$$

Dari hasil perhitungan kapasitas di atas, maka ditetapkan kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan pada tahun 2029 sebesar 70.000 ton/tahun.

3. Ekspor

Berdasarkan data pertumbuhan pabrik, karena belum adanya pabrik magnesium sulfat heptahidrat yang berdiri di Indonesia, maka tidak ada ekspor produk Magnesium sulfat heptahidrat atau nilai ekspor sama dengan Nol (0).

4. Konsumsi Dalam Negeri

Berdasarkan keadaan tidak adanya produksi dalam negeri maka produk magnesium sulfat heptahidrat dan nilai ekspornya berharga nol, maka konsumsi dalam negeri sama dengan nilai impor dimana pada tahun 2029 kebutuhan impor magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia diperkirakan sebesar 70.000 ton/tahun.

Oleh karena itu dapat disimpulkan sebagai berikut:

$$\text{Peluang} = \text{Import}$$

$$\text{Peluang} = 89.009,17 \text{ ton/tahun}$$

$$\text{Kapasitas} = 70.000 \text{ ton/tahun}$$

1.2.2 Kapasitas Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat

Penentuan kapasitas pabrik perlu mempertimbangkan keberadaan pabrik Magnesium sulfat heptahidrat yang telah berdiri. Hal ini bertujuan memberikan gambaran kapasitas pabrik yang layak dan menguntungkan karena hanya pabrik yang menguntungkan yang akan tetap berdiri. Selain itu, menjadi strategi yang cerdas untuk memastikan efisiensi dan efektivitas operasional.

Adapun beberapa pabrik magnesium sulfat heptahidrat yang telah berdiri di beberapa negara beserta kapasitasnya dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1. 2 Kapasitas Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat Komersial

Pabrik	Kapasitas Pabrik (Ton/Tahun)
Xingtai Messi Environmental CO. LTD	8.000
Swancorp PTY. LTD	60.000
Ceramin India PVT. LTD	75.000
Richase Enterprise PTE. LTD	90.000
Heqi Brucite Mining Co. LTD	100.000
Endaavour Industries	125.000
PT. Yingkou Magnesite Chemical IND Group	125.000
Weifang Longhong Chemical CO. LTD	175.000
Total	758.000

Sumber: Siregar (2020)

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku menjadi faktor krusial yang harus di pertimbangkan dalam merancang suatu pabrik dalam keberlanjutan suatu industri. Adapun bahan baku utama yang digunakan pada pabrik magnesium sulfat heptahidrat adalah magnesium karbonat dan asam sulfat. Kebutuhan bahan baku dalam pembuatan magnesium sulfat heptahidrat dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (1.3) dan (1.4)

Kapasitas Pabrik:

$$= 70.000 \text{ Ton/Tahun}$$

$$= \frac{70.000 \text{ ton/tahun} \times 1.000 \text{ kg/ton}}{365 \text{ hari} \times 24 \text{ jam}}$$

$$= 7.990,86 \text{ Kg/Jam}$$

Mol Magnesium Sulfat Heptahidrat:

$$= \frac{\text{Kapasitas Pabrik}}{\text{BM Magnesium Sulfat Heptahidrat}}$$

$$= \frac{7.990,86 \text{ Kg/Jam}}{246,48 \text{ Kg/Kmol}}$$

$$= 32,419 \text{ Kmolel/Jam}$$

1. Kebutuhan Bahan Baku Magnesium Karbonat

Massa Magnesium Karbonat:

$$= \frac{\text{Koef Magnesium Karbonat}}{\text{Koef Magnesium Sulfat Heptahidrat}} \times \text{BM Magnesium Karbonat} \times \text{Mol Magnesium Sulfat Heptahidrat}$$

..... (1.3)

$$= \frac{1}{1} \times 84,3139 \frac{\text{Kg}}{\text{Kmol}} \times 32,419 \frac{\text{Kmol}}{\text{Jam}}$$

$$= 2.733,37 \frac{\text{Kg}}{\text{Jam}}$$

Kebutuhan Bahan Baku:

$$= \frac{2.733,37}{1000}$$

$$= 2,733 \text{ Ton/Jam}$$

$$= 23.977,64 \text{ Ton/Tahun}$$

2. Kebutuhan Bahan Baku Asam Sulfat

Massa Asam Sulfat:

$$= \frac{\text{Koef Asam Sulfat}}{\text{Koef Magnesium Sulfat Heptahidrat}} \times$$

$$\text{BM Asam Sulfat} \times \text{Mol Magnesium Sulfat Heptahidrat}$$

..... (1.4)

$$= \frac{1}{1} \times 98 \frac{Kg}{Mol} \times 32,419 \frac{Kmol}{Jam}$$

$$= 3.177,15 \frac{Kg}{Jam}$$

Kebutuhan Bahan Baku:

$$= \frac{3.177,15}{1000}$$

$$= 3,177 \text{ Ton/Jam}$$

$$= 27.869,77 \text{ Ton/Tahun}$$

Bahan baku Asam sulfat banyak tersedia di Indonesia seperti terlihat pada Tabel 1.3

Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik Asam Sulfat di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi
		(Ton/Tahun)
PT. Mahkota Jaya Raya	Karawang	14.500
PT. Utama Hasil Kimia Industri	Sumatera	27.000
PT. Indonesia Acids Industri	Jakarta	33.000
PT. Mahkota Indonesia	Jakarta	49.500
PT. Timuraya Tunggal	Karawang	66.000
PT. DIC Graphichs	Karawang	500
PT. Petro Jordan Abadi	Jawa Timur	530.000
PT. Petrokimia Gresik	Jawa Timur	600.000
Total		843.000

Sumber: Kemenperin (2024)

Bahan baku Magnesium karbonat tidak tersedia di Indonesia sehingga harus di impor.

Adapun contoh pabrik Magnesium karbonat di China seperti terlihat pada Tabel 1.4

Tabel 1. 4 Kapasitas Pabrik Magnesium karbonat di China

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT. Simel Chemical Industry	China	100.000

Sumber: PT. Simel Chemical Industry, 2025

1.3 Penentuan Lokasi

1.3.1 Faktor-faktor Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi pada pabrik yang akan didirikan harus dapat menjamin biaya transportasi dan produksi. Adapun faktor lainnya juga perlu diperhatikan yaitu aspek penyediaan bahan baku, pemasaran, penyediaan tenaga listrik, penyediaan air dan kebutuhan tenaga kerja. Dengan memperhatikan faktor-faktor untuk mempertimbangkan penempatan suatu lokasi pabrik Magnesium sulfat heptahidrat dari Magnesium karbonat dan Asam sulfat dengan kapasitas 70.000 Ton/Tahun yang memenuhi syarat direncanakan akan dibangun Cikampek, Kabupaten Karawang, Jawa Barat, Indonesia.

Faktor- faktor dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

a. Sumber Bahan Baku

Bahan baku merupakan salah satu faktor utama dalam pemilihan lokasi, karena lokasi yang dekat dengan sumber bahan baku akan mengurangi biaya transportasi atau pengangkutan bahan baku. Selain itu, dekatnya lokasi bahan baku membuat proses di dalam pabrik lebih efisien karena bahan baku akan dengan cepat sampai ke pabrik.

Bahan baku Magnesium Karbonat diperoleh dengan mengimpor dari PT Simel Chemical Industry karena belum adanya pabrik yang memproduksi di Indonesia dengan kapasitas produksi

100.000 ton/tahun (PT. Simel Chemical Industry, 2023). Sedangkan bahan baku Asam sulfat didapatkan PT. Timuraya Tunggal dengan kapasitas 66.000 ton/tahun (Kemenperin, 2024).

b. Pemasaran

Prospek pasar menjadi sangat penting karena untung ruginya suatu pabrik sangat tergantung pada pemasaran produknya, sehingga lokasi pabrik harus didirikan di daerah yang cerah prospek pemasarannya.

Karawang merupakan satu kawasan industri yang dimana daerah pemasarannya cukup baik, Karawang berjarak sekitar 60 km dari Jakarta, ibu kota Indonesia serta memiliki akses yang baik ke pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta, yang memudahkan distribusi barang ke pasar domestik dan internasional.

c. Transportasi

Salah satu faktor penting yaitu transportasi untuk memilih lokasi pabrik karena memerlukan penyediaan bahan baku, pemasaran dan pengangkutan produk dapat dilakukan dengan jalur darat dan laut. Pendirian pabrik di Karawang sangat memudahkan transportasi darat yang mudah dijangkau dan dilewati seperti jalan raya dan jalan tol, sehingga tidak terjadi permasalahan yang serius dan bahan baku dapat diproses dengan cepat karena adanya sarana transportasi jalur darat.

d. Tenaga Kerja

Mendirikan suatu pabrik di daerah tentu saja dapat membuka lapangan pekerjaan yang luas dan memadai untuk masyarakat sekitar. Sebagai kawasan industri daerah ini sangat cocok untuk kawasan industri, dan kebutuhan tenaga kerja yang terampil dan berkualitas menjadi hal yang paling utama agar kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik.

e. Utilitas

Utilitas adalah hal yang penting dalam proses produksi pabrik, karena sebagai sarana pendukung proses. Diantara sarana utilitas adalah air, listrik, bahan bakar, dan lain-lain. Oleh sebab itu, lokasi pabrik yang berdekatan dengan ketersediaan sarana utilitas sangat amat menguntungkan. Pabrik Magnesium sulfat heptahidrat ini, air dapat diperoleh dari air Sungai Citarum, Jawa Barat. Selanjutnya, kebutuhan listrik didapat dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), jikalau ada gangguan dapat memanfaatkan generator cadangan.

f. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah daerah karawang berbagai kebijakan untuk mendukung pengembangan dan operasional suatu industri. Salah satunya ialah mendukung pembangunan kawasan industri, Kebijakan tersebut bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan industri, dan meningkatkan pendapatan daerah.

g. Pengolahan Limbah

Pengeluaran limbah dari pabrik tidak akan menimbulkan risiko lingkungan karena bahan sisa proses produksi yang dibuang tidak mengandung zat-zat berbahaya yang dapat mencemari lingkungan. Hal ini dikarenakan air limbah dari pabrik telah direncanakan untuk diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran air.

1.3.2 Analisis SWOT

Pemilihan lokasi pabrik juga dipertimbangkan melalui analisis SWOT. Analisis SWOT bertujuan untuk mengetahui kelebihan, kekurangan, peluang, serta ancaman dari lokasi pabrik yang akan dibangun, Analisis SWOT untuk lokasi pabrik Magnesium sulfat heptahidrat di Kacamatan Cikampek, Kabupaten karawang, Jawa Barat, Indonesia yaitu:

1. *Strengths* (Kekuatan):

- 1) Ketersediaan transportasi memungkinkan operasional pabrik untuk pengiriman logistik berjalan lancar.
- 2) Kawasan industri di Karawang menyediakan akses ke tenaga kerja terampil dan berpendidikan yang dibutuhkan untuk operasional pabrik.
- 3) Karawang terletak dekat dengan Jakarta, yang memungkinkan akses mudah ke pasar domestik dan internasional. Selain itu, Karawang memiliki akses yang baik ke pelabuhan Tanjung Priok yang meningkatkan konektivitas logistik.

2. *Weaknesses* (Kelemahan):

- 1) Karawang memiliki infrastruktur yang baik magnesium sulfat dapat menghasilkan limbah industri, seperti limbah cair, yang memerlukan pengelolaan yang hati-hati.
- 2) Proses produksi Magnesium sulfat heptahidrat melibatkan bahan kimia berbahaya, seperti asam sulfat yang dapat beresiko bagi lingkungan.

3) *Opportunities* (Peluang):

- 1) Karawang memiliki akses yang baik ke pelabuhan Tanjung Priok, yang dapat digunakan untuk mengekspor produk ke berbagai negara, baik di kawasan Asia Tenggara maupun pasar global.
- 2) Pemerintah Indonesia mendukung pengembangan industri kimia dengan memberikan subsidi energi yang bisa menguntungkan pabrik magnesium sulfat.
- 3) Karawang adalah pusat industri dengan berbagai perusahaan kimia dan industri manufaktur yang memiliki infrastruktur pendukung yang lengkap, seperti pasokan bahan baku, layanan logistik, dan dukungan dari perusahaan terkait. Keberadaan ekosistem industri ini memberikan kemudahan dalam jaringan pasokan dan kerjasama dengan pabrik-pabrik lain.

4) *Threats* (Ancaman):

- 1) Ancaman dari bencana alam seperti banjir atau kerusakan infrastruktur sungai yang dapat mengganggu operasional pabrik.
- 2) Pabrik magnesium sulfat heptahidrat di Karawang harus bersaing dengan pabrik-pabrik besar, baik dari dalam negeri maupun luar negeri, yang sudah memiliki infrastruktur dan kapasitas produksi yang lebih besar. Pesaing yang lebih efisien dalam hal biaya produksi dan distribusi dapat mempengaruhi harga jual dan profitabilitas pabrik.

1.3.3 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik adalah hal utama yang penting dalam menunjang keberhasilan perancangan pabrik industri, Letak geografis suatu pabrik industri sangat berpengaruh dalam proses produksi.

Berdasarkan faktor-faktor penentuan lokasi dan analisis SWOT yang telah dilakukan, maka dipilihlah Kecamatan Cikampek, Kabupaten Karawang, Jawa Barat sebagai lokasi perancangan pabrik yang strategis.





Gambar 1. 1 Lokasi Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat di Kab. Karawang

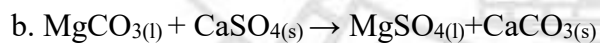
1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat

Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat di Industri terbagi menjadi 3 macam proses yaitu:

1. Proses Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Hidroksida dengan Kalsium Sulfat

Kalsium Sulfat diumpangkan ke weighting tank bersamaan dengan magnesium hidroksida, setelah diumpangkan ke reaktor dengan suhu 70°C - 100°C yang telah ditambahkan karbon dioksida didalam reaktor terjadi 2 fase reaksi, yaitu:



Dari reaksi yang berlangsung di reaktor didapatkan konversi dari magnesium sulfat sebesar 70% dan diteruskan secara terus menerus dengan ditambahkan karbon dioksida. Setelah itu hasil dari reaktor dipanaskan di heating tank dan disaring filter untuk memisahkan endapan kapur yang tersisa. Hal ini kurang praktis dimana operasi dari reaksi membatasi hasil epsom salt dengan

konversi cukup rendah, dan menghasilkan produk yang tidak cukup murni. Hal ini terjadi karena terciptanya juga reaksi samping berupa endapan kapur.

Hasil yang didapatkan diumpankan ke crystallizer untuk dikristalisasi dengan suhu 60⁰C, jadi membentuk magnesium sulfat heptahidrat yang kemudian disaring difilter yang kemudian memperoleh produk Epsom salt (US2231327A.1941).

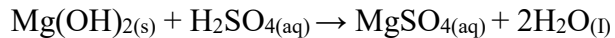
2. Proses Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Bittern

Larutan Magnesium Sulfat Heptahidrat dapat dibuat dengan cara beberapa tahap yaitu mengolah Bittern dengan Natrium Hidroksida untuk mengendapkan Magnesium Hidroksida, tahap selanjutnya adalah pencucian endapan lalu tahap pengubahan Magnesium Hidroksida menjadi larutan magnesium Sulfat dengan menambahkan Asam Sulfat, dan diakhiri dengan tahap kristalisasi.

Didalam Bittern mengandung garam-garam Magnesium Klorida dan Magnesium Sulfat. Senyawa tersebut dialirkan ke Reaktor I untuk direaksikan dengan Natrium Hidroksida pada suhu 35,7⁰C dan tekanan 1 atm. Berikut adalah reaksi antara Magnesium Sulfat dan Magnesium Klorida dengan Natrium Hidroksida:

- a. $\text{MgCl}_{2(\text{aq})} + 2\text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow 2\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{s})}$
- b. $\text{MgSO}_{4(\text{aq})} + 2\text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + \text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{s})}$

Asam Sulfat 98% dilarutkan didalam tangki pengenceran pada suhu 78,6⁰C agar dihasilkan Asam Sulfat 40%. Produk yang terbentuk di Reaktor I yaitu Magnesium Hidroksida dialirkan menuju Thickener untuk dipisahkan antara komponen Magnesium Hidroksida yang mengendap dengan garam-garam yang lain (2NaCl dan Na₂SO₄). Aliran underflow yang keluar dari Thickener dialirkan menuju ke Reaktor II untuk direaksikan endapan Magnesium Hidroksida dengan Asam Sulfat 40%. Berikut adalah reaksi antara Magnesium Hidroksida dengan Air:



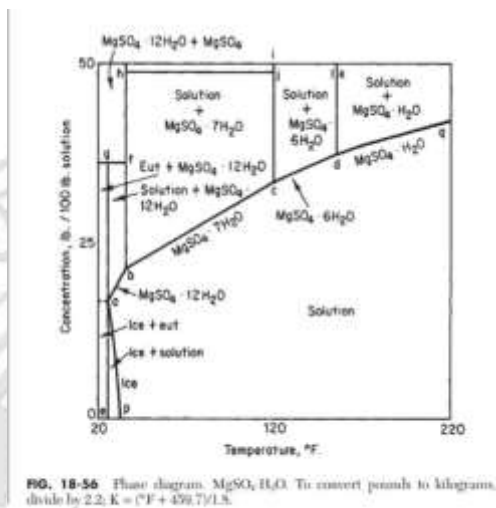
Reaksi terjadi pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm. Magnesium Sulfat yang dihasilkan oleh pada Reaktor II dialirkan ke dalam Evaporator. Setelah keluar dari Evaporator, Magnesium Sulfat tersebut dikristalkan didalam Crystallizer pada tekanan 1 atm dan suhu 47°C untuk mendapatkan Kristal Magnesium Sulfat Heptahidrat. Produk yang Keluar Crystallizer berupa Slurry. kemudian Slurry tersebut diumpankan ke Centrifuge untuk dipisahkan antara Kristal Magnesium Sulfat Heptahidrat dan *Mother Liquor*. Kristal Magnesium Sulfat Heptahidrat yang terbentuk kemudian diangkat menuju *Rotary Dryer* untuk dikeringkan, sedangkan *Mother Liquor* yang tidak mengkristal dikembalikan menuju Evaporator untuk dikristalkan kembali. Kristal Magnesium Sulfat Heptahidrat dikeringkan dengan udara kering didalam Rotary Dryer dan dilanjutkan dengan size reduction menggunakan *Ball Mill* dan Vibrating Screen untuk mendapatkan kristal magnesium sulfat heptahidrat yang berukuran 150 mesh. Kristal Magnesium Sulfat Heptahidrat seragam yang keluar dari Screening di tampung dalam Silo Magnesium Sulfat Heptahidrat dan dilanjutkan pengemasan sebagai produk akhir (Rasmito, 2010).

3. Proses Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat

Proses pembentukan Magnesium Sulfat merupakan proses reaksi antara magnesium karbonat dan asam sulfat yang diumpankan secara kontinyu kedalam reaktor membentuk Magnesium Sulfat. Pada proses ini, Asam Sulfat 98% diumpankan ke dalam tangki pencampur untuk diencerkan dengan air sehingga konsentrasinya menjadi 20%, Larutan Asam Sulfat 20% kemudian diumpankan kedalam reaktor. Reaktor yang digunakan adalah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB), Adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Reaksi ini bersifat irreversible dan eksotermis reaksi berlangsung pada konsentrasi, suhu, kecepatan pengadukan, waktu reaksi, dan solid-liquid ratio yang divariasikan (Current Science, 2009).



Dari buku Perry edisi 7 Pembentukan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ pada diagram fasa $\text{MgSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ terjadi ketika larutan mencapai kondisi jenuh pada rentang suhu menengah, yaitu sekitar 60–100 °F. Pada suhu tersebut, bentuk hidrat yang paling stabil secara termodinamika adalah heptahidrat, sehingga ketika larutan MgSO_4 didinginkan atau diuapkan hingga melintasi garis kelarutan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, larutan menjadi lewat jenuh terhadap fasa tersebut. Kondisi lewat jenuh inilah yang memicu nukleasi dan pertumbuhan kristal heptahidrat, sehingga terbentuk campuran larutan jenuh dengan padatan $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Jika proses pendinginan dilanjutkan, sebagian besar MgSO_4 akan terikat sebagai kristal heptahidrat hingga komposisi larutan kembali seimbang pada kurva kelarutan. ini menunjukkan bahwa jenis hidrat MgSO_4 yang terbentuk sangat bergantung pada temperatur; pada suhu lebih rendah yang stabil adalah dodekahidrat ($12\text{H}_2\text{O}$), sedangkan pada suhu lebih tinggi yang terbentuk adalah bentuk hidrat dengan jumlah molekul air lebih sedikit.

Larutan produk yang terbentuk kemudian masuk ke dalam evaporator untuk memekatkan dan memurnikan cairan Magnesium Sulfat sebelum dimasukkan ke crystallizer untuk memperoleh kristal produk Magnesium Sulfat Heptahidrat. Produk yang keluar Crystallizer kemudian diumpankan ke Centrifuge untuk memisahkan kristal Magnesium Sulfat Heptahidrat. Produk kristal Magnesium Sulfat Heptahidrat yang terbentuk kemudian masuk ke *Rotary dryer* untuk dikeringkan dan selanjutnya dilakukan pengemasan sebagai produk akhir (Ranawat, 2009).

Berikut ini tabel perbandingan proses pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat, yaitu Proses Magnesium sulfat heptahidrat dari Magnesium hidroksida dengan kalsium sulfat, Proses Magnesium sulfat heptahidrat dari Bittern, dan Proses Magnesium sulfat heptahidrat dari Magnesium karbonat dan Asam sulfat:

Tabel 1. 5 Tabel Perbandingan Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat

Kondisi Operasi	Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Hidroksida dengan Kalsium Sulfat	Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Natrium Hidroksida dan Asam Sulfat	Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat
Suhu	70 ⁰ C-100 ⁰ C	80 ⁰ C	60 ⁰ C -70 ⁰ C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Konversi	70%	80%	95%-98%
Reaksi	Ada 2 fase: 1. $\text{Mg(OH)}_{2(l)} + \text{CO}_{2(g)} \rightarrow \text{MgCO}_{3(i)}$ 2. $\text{MgCO}_{3(l)} + \text{CaSO}_{4(s)} \rightarrow \text{MgSO}_{4(l)} + \text{CaCO}_{3(s)}$	$\text{Mg(OH)}_{2(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{MgSO}_{4(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\text{MgCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} \rightarrow \text{MgSO}_{4(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(aq)} + \text{CO}_{2(g)}$

Bahan Baku	Magnesium Hidroksida dengan Kalsium Sulfat	Natrium Hidroksida, dan Asam Sulfat	Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat
Peralatan	Kompleks	Kompleks	Sederhana
Produk samping	Kalsium Karbonat	Tidak ada produk samping	Tidak ada produk samping

Dari beberapa proses pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat di atas, maka dipilih pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat dikarenakan pada proses tersebut kadar Magnesium Sulfat Heptahidrat yang dihasilkan lebih tinggi yaitu 95% – 98%. Dengan bahan baku Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat.

Proses yang di pilih dalam pembuatan magnesium sulfat heptahidrat ini adalah proses III antara magnesium karbonat dengan asam sulfat. Pemilihan proses ini di dasarkan pada:

1. Proses menggunakan bahan yang memiliki resiko rendah dan dapat menekan biaya pengadaan.
2. Proses dan peralatan lebih sederhana.
3. Tidak ada produk samping yang berbahaya

1.4.2 Kegunaan Produk

Pemakaian atau kegunaan dari magnesium sulfat heptahidrat banyak digunakan untuk berbagai bidang industri dapat dijelaskan sebagai berikut:

Dalam skala besar digunakan dalam industri tekstil untuk *conditioning* agent pada tekstil jenis wool dan cotton.

1. Digunakan sebagai koagulan dan bahan pengendap pada proses pengolahan air, baik air domestik maupun air buangan.
2. Dalam industri farmasi digunakan sebagai campuran untuk jenis obat cathartic dan analgesic, yaitu suatu obat yang dapat menghilangkan rasa nyeri.

3. Dalam pertanian garam Epsom ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) dapat digunakan sebagai pupuk untuk campuran makanan tambahan bagi binatang, misalnya sapi perah.



BAB XI

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan hasil analisa perhitungan pada pra rancangan pabrik Magnesium sulfat heptahidrat dari magnesium karbonat dan asam sulfat dengan Kapasitas 70.000 Ton/Tahun diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Aspek proses

Proses produksi magnesium sulfat heptahidrat dengan metode kristalisasi lebih ekonomis karena tekanan dan suhu operasi rendah sehingga biaya operasional lebih murah untuk produksi besar berskala pabrik.

2. Aspek lokasi

Lokasi pendirian pabrik di Cikampek, Kabupaten Karawang, Jawa Barat merupakan daerah yang strategis karena berada pada daerah dengan ketersediaan bahan baku yang memadai dan letaknya tidak jauh dari ibu kota provinsi Sehingga memudahkan pemasaran serta sistem transportasi yang mendukung.

3. Aspek ekonomi

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, pra rancangan pabrik ini menguntungkan dengan data sebagai berikut:

- *Return of Invesment* = 22,04%
- *Pay Out Time* = 3,11 tahun
- *Break Event Point* = 47,60 %
- *Interest Rate of Return* = 11%

DAFTAR PUSTAKA

- Badger, W.L & Banchero, J.L 1957. Introduction To Chemical Engineering.
Australia: McGraw-Hill.
- Badan Pusat Statistik 2024. Data Impor Magnesium Sulfat Heptahidrat di Indonesia. Di akses pada tanggal 18 November <https://www.bps.go.id/id>
- Brownell, L.E and Young. E.H. 1959. Process Equipment Design 3ed. New York:
John Wiley & Sons.
- Cahyani, N. H & Fadila, M. (2024). *PRA RANCANGAN PABRIK HYDROCHLORIC ACID (HCl) KAPASITAS 45.000 TON/TAHUN*. Makassar: 2024.
- Coulson, J., M and Richardson, J. F., 1989, Chemical Engineering vol. 6,
Pergamon Press, Inc., New York
- David R. Lide, 2005, "CRC Handbook of Chemistry and Physics", 86th edition, CRC Press LLC
- Dean, J.A. 1999. Lange's Hand Book of Chemistry 5th Edition. New York: Mc.
- Fordini, S. B. (2024) Pra Rancangan Pabrik Tawas Dari Aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat Dengan Proses Penetralan. Surabaya. 2024
- Geankoplis. Christie. J. 1993. Transport Processes and Unit Operation 3 ed. New Jersey: Allyn & Bacon Inc. Graw-Hill Inc.
- Hesse, Herman C. 1955. Process Equipment Design 7th Edition. New York: D van Nostrand, Co.
- Himmelblau, D.M., 1989, Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering 5 ed, Prentice-Hall International, Singapore.
- Hugot, E, 1972, Handbook Of Cane Sugar Engineering 2ed, p. 490, Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
- Joshi, M.V. 1981. Process Equipment Design. New York : McGraw-Hill Indian Ltd.
- Kemenperin, 2024, Data Kapasitas Produksi Asam Sulfat, diakses pada tanggal 20 November <https://tkdn.kemenperin.go.id/>
- Kern, D. Q. 1983. Procces Heat Transfer. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Ludwig, E, 1964, Applied Process Design For Chemical And Petrochemical Vol I. Houston Texas: Gulf publishing Co.
- Matche. 2025. Equipment Cost. <https://www.matche.com/equipcost/Default.html> diakses pada 20 Agustus 2025 pukul 19.00 WIB

- Mc Cabe and Smith. 1993. Unit Operation of Chemecical Engineering ed 5. New York: Mc Graw Hill.
- Perry, Robert H. dan Dow W. Green. 1997. Chemical Engineering HandBook 7th Edition. New York: McGraw-Hill Book Company
- Perry, Robert H. dan Dow W. Green. 1997. Chemical Engineering HandBook 8th Edition. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Peter, M.S ang Timmerhans, E.D. 1980. Plant Design anf Economics for Chemical Engineers 4rd ed. Singapore: McGraw-Hill Book Company.
- Peters, M. S. dan K. D. Timmerhaus, 1991. Plant Design and Economics for Chemical Engineers, Fourth Edition. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Powell, S. T. (1954). Water Conditionig For Industry (I ed.). New: McGraw-Hill.
- PT. PLN Persero. Tarif Tenaga Listrik. Diakses pada tanggal 6 Agustus 2025: [Listrik untuk Kehidupan yang Lebih Baik - PT PLN \(Persero\).](#)
- Putri, H. N. (2022). *Pra Rencana Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi* (Doctoral dissertation, UPN Veteran Jawa Timur).
- Sam, N. Q. (2023). *Pra Rancangan Pabrik Metil Klorida Dari Methanol Dan Asam Klorida Dengan Kapasitas 30.000 Ton/Tahun*. Makassar. 2023.
- Severn, W.H. and Friend. 1964. Steam, Air and Gas Power 4th Edition. New York: John Wiley and Sons Inc.
- Siregar, B. D, 2020. *Pra Rancangan Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat Kapasitas 150.000 Ton/Tahun*, Disertasi Universitas Setia Budi, Surakarta.
- Smith, J. M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M., & Swihart, M. T. (1996). Introduction to chemical engineering thermodynamics (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Ranawat, P.S., Kumar, K.M. and Sharma, N.K 2009, Production of Epsom, Gypsum and Other Industrial Products from The Mill Tailings of Jhamarkotra Rock Phosphate Project, India. Current Science, pp.713-717.
- Rasmito, A., Asri, N.Y dan Suwarno, J 2010, Pembuatan Kristal Epsomite dari Air Tua, Seminar Rekayasa Kimia dan Proses.

Ullmann 2008, Ullman's Chemical Engineering and Plant Design 7th edition. Wiley & Sons Inc. New York.

Ulrich, D. Gael. 1984. A Guide To Chemical Engineering Procces Design And Economics. Canada: John Wiley & Sons Inc.

United States Patent Office. 1941.WO19412231327Al.Preparation of magnesium product.

United States Patent Office. 2013. WO2013/037649 Al. Magnesium Sulft.

Yaws, C. L., 1999, Chemical Properties Handbook, McGraw Hill, New York.

Yulianingtias, Aprodhita, and Agata Febby Ayuningtyas. "Prarancangan Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat menggunakan Proses Netralisasi dengan Kapasitas 80.000 Ton/Tahun." JURNAL TUGAS AKHIR TEKNIK KIMIA 5.2 (2022): 96-100.

