

PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KLORIDA
DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA
KAPASITAS 32.000 TON/TAHUN



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekaya Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

M. NUR FAHRESYA ANANDA S
NURUL ASIKIN

431 21 058
431 21 062

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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “**Pra Rancangan Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida Kapasitas 32.000 Ton/Tahun**” oleh M. Nur Fahresya Ananda S NIM 431 21 058 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 29 September 2025

Telah menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

HR Fajar, S.T. M.Eng.
NIP. 19740826 200112 1 001

Dian Ranggina, M.T.
NIP. 19880616 202203 2 004

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Sarjana Terapan Teknik Kimia Rekayasa Kimia Berkelanjutan



HR, S.T. M.Eng.
NIP. 19730409 200312 2 002

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **Pra Rancangan Pabrik Magnesium klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida Kapasitas 32.000 Ton/Tahun** oleh Nurul Asikin NIM 431 21 062 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 29 September 2025

Telah menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

HR Fajar, S.T., M.Eng.
NIP. 19740826 200112 1 001

Dian Ranggina, M.T.
NIP. 19880616 202203 2 004

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Kimia Rekayasa Kimia Berkelanjutan



HR, S.T., M.Eng.
NIP. 19730409 200312 2 002

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR.....	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	x
SUMMARY.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	12
1.1 Latar Belakang	12
1.2 Kapasitas Rancangan	14
1.2.1 Ketersediaan Bahan Baku	14
1.2.2 Pabrik Komersial yang telah beroperasi	15
1.2.3 Perhitungan Kebutuhan Magnesium Klorida.....	15
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik.....	19
1.4 Tinjauan Proses	22
1.4.1 Pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Karbonat dan Asam Klorida	22
1.4.2 Pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida.....	23

BAB II DESKRIPSI PROSESError! Bookmark not defined.

- 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan ProdukError! Bookmark not defined.
 - 2.1.1 Bahan BakuError! Bookmark not defined.
 - 2.1.2 ProdukError! Bookmark not defined.
- 2.2 Konsep ProsesError! 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 TermodinamikaError! Bookmark not defined.
- 2.3 Langkah ProsesError! Bookmark not defined.
 - 2.3.1 Persiapan Bahan Baku.....Error! Bookmark not defined.
 - 2.3.2 Tahap ReaksiError! Bookmark not defined.
 - 2.3.3 Tahap Pemurnian ProdukError! Bookmark not defined.
- 2.4 Diagram Alir KualitatifError! Bookmark not defined.

BAB III NERACA MASSAError! Bookmark not defined.

- 3.1 ReaktorError! Bookmark not defined.
- 3.2 MixerError! Bookmark not defined.
- 3.3 Rotary FilterError! Bookmark not defined.
- 3.4 Evaporator-01Error! Bookmark not defined.
- 3.5 Evaporator-02.....Error! Bookmark not defined.
- 3.6 CrystalizerError! Bookmark not defined.
- 3.7 Centrifuge.....Error! Bookmark not defined.
- 3.8 Rotary Dryer.....Error! Bookmark not defined.
- 3.9 Cooling ConveyorError! Bookmark not defined.
- 3.10 Diagram Alir KuantitatifError! Bookmark not defined.

BAB IV NERACA PANASError! Bookmark not defined.

- 4.1 MixerError! Bookmark not defined.
- 4.2 HeaterError! Bookmark not defined.
- 4.3 ReaktorError! Bookmark not defined.
- 4.4 Rotary FilterError! Bookmark not defined.
- 4.5 Evaporator-IError! Bookmark not defined.

4.6	Evaporator-02.....	Error! Bookmark not defined.
4.7	Crystallizer	Error! Bookmark not defined.
4.9	Rotary Dryer.....	Error! Bookmark not defined.
4.10	Udara.....	Error! Bookmark not defined.
4.11	Cooling Conveyor	Error! Bookmark not defined.
BAB V SPESIFIKASI ALAT		Error! Bookmark not defined.
5.1	Gudang Penyimpanan Magnesium Hidroksida....	Error! Bookmark not defined.
5.2	Belt Conveyor	Error! Bookmark not defined.
5.3	Bucket Elevator.....	Error! Bookmark not defined.
5.4	Hopper.....	Error! Bookmark not defined.
5.5	Tangki HCl 33%.....	Error! Bookmark not defined.
5.6	Pompa-01	Error! Bookmark not defined.
5.7	Pompa-02	Error! Bookmark not defined.
5.8	Mixer.....	Error! Bookmark not defined.
5.9	Pompa-03	Error! Bookmark not defined.
5.10	Heater	Error! Bookmark not defined.
5.11	Reaktor	Error! Bookmark not defined.
5.12	Pompa-04	Error! Bookmark not defined.
5.13	Rotary Filter	Error! Bookmark not defined.
5.14	Pompa-05	Error! Bookmark not defined.
5.15	Evaporator-I	Error! Bookmark not defined.
5.16	Pompa-06	Error! Bookmark not defined.
5.17	Evaporator-II	Error! Bookmark not defined.
5.18	Pompa-07	Error! Bookmark not defined.
5.19	Crystalizer	Error! Bookmark not defined.
5.20	Screw Conveyor	Error! Bookmark not defined.
5.21	Centrifuge.....	Error! Bookmark not defined.
5.22	Screw Conveyor	Error! Bookmark not defined.
5.23	Blower	Error! Bookmark not defined.
5.24	Heater Udara	Error! Bookmark not defined.

5.25	Rotary Dryer.....	Error! Bookmark not defined.
5.26	Cooling conveyor	Error! Bookmark not defined.
5.27	Bucket Elevator	Error! Bookmark not defined.
5.28	Silo	Error! Bookmark not defined.
BAB VI UTILITAS		Error! Bookmark not defined.
6.1	Unit Penyediaan Air	Error! Bookmark not defined.
6.1.1	Kebutuhan Air Sanitasi	Error! Bookmark not defined.
6.1.2	Kebutuhan Air Pendingin (<i>Cooling Tower</i>)	Error! Bookmark not defined.
6.1.3	Kebutuhan Air Boiler (<i>Boiler Feed Water</i>)	Error! Bookmark not defined.
6.1.4	Kebutuhan Air Proses.....	Error! Bookmark not defined.
6.1.5	Sumber Air	Error! Bookmark not defined.
6.2	Unit Penyedia Udara Tekan.....	Error! Bookmark not defined.
6.3	Unit Pengadaan Listrik.....	Error! Bookmark not defined.
6.4	Unit Penyediaan Bahan Bakar	Error! Bookmark not defined.
6.5	Unit Pengolahan Limbah.....	Error! Bookmark not defined.
6.6	Spesifikasi Alat Utilitas.....	Error! Bookmark not defined.
6.6.1	Cooling Tower (CT-01).....	Error! Bookmark not defined.
6.6.2	Bak Penampung Air bersih (BP-01)...	Error! Bookmark not defined.
6.6.3	Bak Air Sanitasi (BP-02).....	Error! Bookmark not defined.
6.6.4	Bak Air Umpan Boiler (BP-03)	Error! Bookmark not defined.
6.6.5	Bak Penampungan Air Proses (BP-04)	Error! Bookmark not defined.
6.6.6	Bak Air Pendingin (BP-05)	Error! Bookmark not defined.
6.5.7	Pompa Bak Air Bersih (PU-01)	Error! Bookmark not defined.
6.5.8	Pompa Bak Air Sanitasi (PU-02)	Error! Bookmark not defined.
6.6.7	Pompa Bak Air Umpan Boiler (PU-03)	Error! Bookmark not defined.
6.6.8	Pompa Bak Air Proses (PU-04)	Error! Bookmark not defined.
6.6.9	Pompa bak Air Pendingin (PU-05)	Error! Bookmark not defined.
6.6.10	Pompa Recycle <i>Cooling Water</i> (PU-06)	Error! Bookmark not defined.

6.6.11	Pompa Bahan Bakar Boiler (PU-07).....	Error! Bookmark not defined.
6.6.12	Boiler.....	Error! Bookmark not defined.
6.6.13	Tangki Bahan Bakar Boiler.....	Error! Bookmark not defined.
6.6.14	Kation Exchanger.....	Error! Bookmark not defined.
6.6.15	Anion Exchanger.....	Error! Bookmark not defined.
6.6.16	Kompresor.....	Error! Bookmark not defined.
6.6.17	Generator.....	Error! Bookmark not defined.

BAB VII INSTRUMEN DAN KESELAMATAN KERJAError! Bookmark not defined.

7.1	Instrumen	Error! Bookmark not defined.
7.2	Kesehatan Keselamatan Kerja.....	Error! Bookmark not defined.
7.2.1	Identifikasi Bahaya.....	Error! Bookmark not defined.
7.2.2	Alat Pelindung Diri	Error! Bookmark not defined.

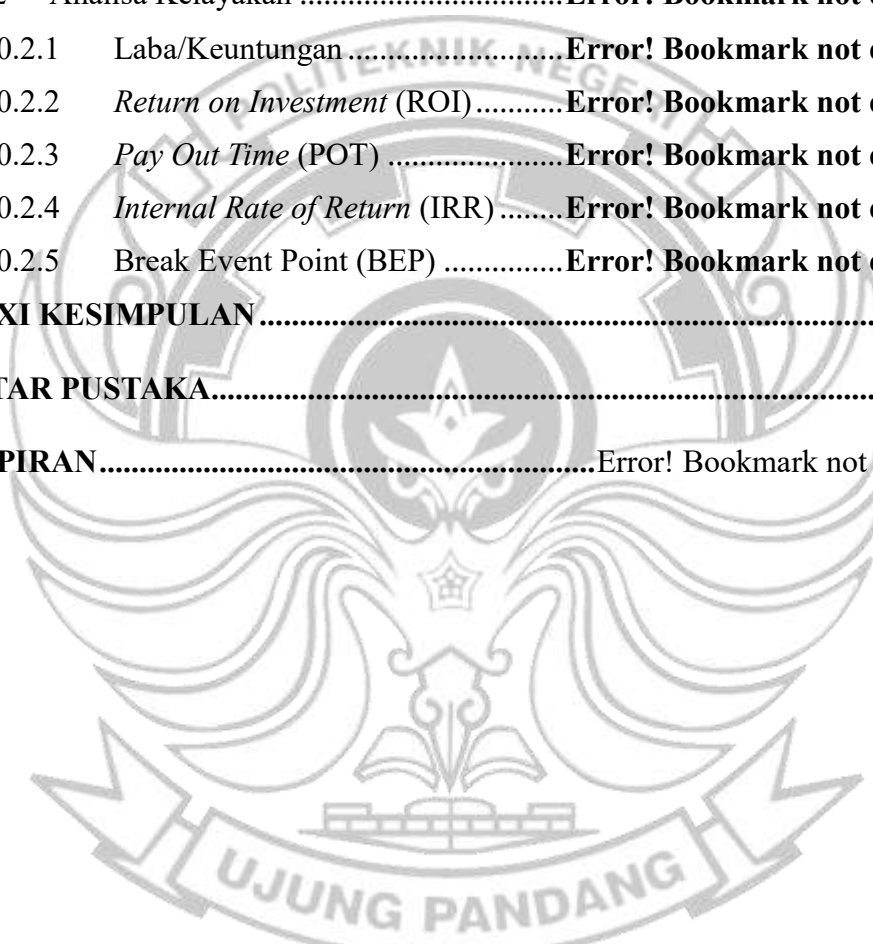
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI.....Error! Bookmark not defined.

8.1	Umum.....	Error! Bookmark not defined.
8.2	Bentuk Perusahaan	Error! Bookmark not defined.
8.3	Struktur Organisasi.....	Error! Bookmark not defined.
8.4	Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung jawab ..	Error! Bookmark not defined.
8.5	Sistem Pembagian Jam Kerja.....	Error! Bookmark not defined.
8.5.1	Karyawan Non shift	Error! Bookmark not defined.
8.5.2	Karyawan Shift.....	Error! Bookmark not defined.
8.6	Kebutuhan Karyawan dan Sistem Pengupahan....	Error! Bookmark not defined.
8.7	Kualifikasi Jumlah Karyawan	Error! Bookmark not defined.
8.8	Gaji Karyawan	Error! Bookmark not defined.
8.9	Kesejahteraan Karyawan.....	Error! Bookmark not defined.

BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK..Error! Bookmark not defined.

9.1	Faktor-faktor Penentuan Lokasi Pabrik ..	Error! Bookmark not defined.
-----	--	-------------------------------------

9.2	Tata Letak Pabr	Error! Bookmark not defined.
9.3	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	<i>Total Production Cost</i> (TPC)	Error! Bookmark not defined.
10.2	Analisa Kelayakan	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>Internal Rate of Return</i> (IRR)	Error! Bookmark not defined.
10.2.5	Break Event Point (BEP)	Error! Bookmark not defined.
BAB XI KESIMPULAN		25
DAFTAR PUSTAKA.....		26
LAMPIRAN.....		Error! Bookmark not defined.



**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KLORIDA DARI
MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA KAPASITAS
32.000 TON/TAHUN
RINGKASAN**

Magnesium klorida (MgCl_2) merupakan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan penunjang bagi industri kimia seperti tekstil, pulp dan farmasi. Pendirian Pabrik magnesium klorida bertujuan untuk mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri, karena sampai saat ini Indonesia masih belum memiliki pabrik magnesium klorida di Indonesia, sehingga untuk memenuhi kebutuhan magnesium klorida di Indonesia perlu dilakukan Pra Rancangan pabrik magnesium klorida.

Pabrik dirancang dengan kapasitas 32.000 ton/tahun beroperasi 365 hari per tahun dan berlokasi dikawasan Industri Cilegon, Banten. Pemilihan lokasi ini mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, sarana transportasi, utilitas dan dekat dengan pasar industri magnesium klorida. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem *line and staff* yang membutuhkan tenaga kerja sebanyak 160 orang.

Berdasarkan perhitungan ekonomi, dibutuhkan modal tetap (FCI) sebesar Rp 188.457.462.122,723 *manufacturing cost* sebesar Rp 1.019.845.608.842,450. Harga jual produksi per tahun sebesar Rp 1.187.046.513.502 dengan rata-rata keuntungan sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar Rp 66.644.540.351 dan Rp 46.651.178.246 per tahun. Profitabilitas meliputi *Rate of Investmen* (ROI) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 35% dan 25%, *Pay Out Time* (POT) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 2,306 tahun dan 3,053 tahun, serta *Break Event Point* (BEP) sebesar 49%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pabrik magnesium klorida dengan kapasitas 32.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

SUMMARY

Magnesium chloride (MgCl_2) is a chemical substance used as a supporting material for chemical industries such as textiles, pulp, and pharmaceuticals. The establishment of a Magnesium Chloride Factory aims to reduce Indonesia's dependence on foreign industries, as until now Indonesia still does not have a Magnesium Chloride factory. Therefore, to meet the demand for magnesium chloride in Indonesia, a preliminary design of the magnesium chloride factory needs to be carried out.

The factory is designed with a capacity of 32,000 tons/year, operating 365 days a year and located in the Cilegon industrial area, Banten. The selection of this location considers the availability of raw materials, transportation facilities, utilities, and proximity to the magnesium chloride industrial market. The company is in the form of a Limited Liability Company (PT) with a line and staff system that requires a workforce of 160 people.

Based on economic calculations, a fixed capital investment (FCI) of Rp 188,457,462,122.723 is needed, with a manufacturing cost of Rp 1,019,845,608,842.450. The annual selling price of production is Rp 1,187,046,513,502 with an average profit before and after tax of Rp 66,644,540,351 and Rp 46,651,178,246 per year, respectively. Profitability includes a Rate of Investment (ROI) before and after tax of 35% and 25%, respectively, a Pay Out Time (POT) before and after tax of 2.306 years and 3.053 years, and a Break Even Point (BEP) of 49%. Thus, it can be concluded that the magnesium chloride plant with a capacity of 32,000 tons/year is feasible to establish.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di dunia sekarang mulai banyak memberikan dampak besar pada perkembangan industri di Indonesia. Tingkat permintaan akan suatu produk kimia mendorong pembangunan di sektor industri kimia untuk dapat memenuhi kebutuhan tersebut, baik kebutuhan dalam negeri maupun luar negeri. Oleh karena itu, Indonesia harus mengembangkan sektor industri demi kemajuan perekonomian negara demi menyejahterakan rakyat. Indonesia masih membutuhkan impor produk-produk tertentu dari luar negeri, salah satunya garam. Kebutuhan akan penggunaan garam dari tahun ke tahun mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan pesatnya perkembangan industri di Indonesia. Magnesium klorida adalah salah satu garam yang mempunyai peranan penting dalam industri kimia. Magnesium murni tidak terdapat didalam sebagai unsur, tetapi dalam bentuk senyawa dalam mineral. Produksi magnesium secara industri pertama kali dilakukan oleh Deville dan Caron di Perancis pada tahun 1863 ketika mereka menggunakan natrium untuk mereduksi campuran magnesium klorida. Saat ini kebutuhan akan magnesium klorida lebih tinggi dibandingkan kebutuhan magnesium hidroksida, dimana magnesium klorida bisa diperoleh dari magnesium hidroksida dan asam klorida. Berdasarkan data kebutuhan magnesium klorida tahun 2019-2023 mengalami peningkatan seperti yang dilihat pada Tabel 1.4.

Pada tahun 1833, Michael Faraday telah mengekstraksi magnesium dengan cara elektrolisis dari magnesium klorida. (Kirk-Othmer, 1991). Magnesium klorida

merupakan salah satu nama dari senyawa kimia dengan rumus $MgCl_2$. Produksi Magnesium Klorida pada skala industri pada umumnya tidak dapat langsung di konsumsi, tetapi produksi di tunjukkan untuk dapat memenuhi segala kebutuhan bahan baku pada industri-industri hilir. Sampai saat ini pabrik yang memproduksi magnesium klorida di Indonesia belum berdiri, sehingga industri-industri yang menggunakan magnesium klorida baik sebagai bahan penunjang maupun bahan baku harus mengimpor. Salah satu pemanfaatan magnesium klorida pada bidang industri kimia adalah dalam industri metalurgi sebagai bahan dasar proses pembuatan logam magnesium dengan cara elektrolisa (Mulyono, 2021).

Pemanfaatan lain dari magnesium klorida pada berbagai bidang antara lain :

1. Bahan pembuat keramik, semen, kertas, industri tekstil, *fireproofing agent* dan komponen zat penahan panas pada kayu.
2. Sebagai koagulan dalam pembuatan tahu dari kedelai di Cina dan Jepang.
3. Bahan penyimpan hidrogen.
4. Sebagai bahan utama dalam memproduksi Magnesium Oksida, Magnesium Karbonat dan zat *antifreeze*.
5. Sebagai *fertilizer* untuk pertanian

Mengingat semakin meningkatnya industri di Indonesia, maka dari itu magnesium klorida patut disediakan untuk memperlancar perkembangan industri di Indonesia, karena sampai saat ini Indonesia masih mengimpor untuk memenuhi kebutuhan magnesium klorida dikarenakan tidak adanya pabrik yang memproduksi magnesium klorida didalam negeri. Dengan melihat dan memperhatikan hal-hal tersebut serta belum tercukupinya kebutuhan magnesium klorida dalam negeri,

maka pendirian pabrik magnesium klorida di Indonesia merupakan gagasan yang perlu dikaji lebih lanjut sebagai investasi yang menguntungkan di masa yang akan datang.

1.2 Kapasitas Rancangan

1.2.1 Ketersediaan Bahan Baku

Dalam prarancangan suatu pabrik, ketersediaan bahan baku mempunyai peran penting karena jumlah dan jenis produk yang dihasilkan harus dapat menghasilkan laba yang maksimal dengan biaya yang minimal. Bahan baku utama dalam pembuatan magnesium klorida berupa magnesium hidroksida dan asam klorida. Beberapa pabrik yang berperan sebagai produsen bahan baku dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2.

Tabel 1. 1 Jumlah produksi Asam Klorida

Pabrik	Produk	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT Petrokimia	Asam Klorida	Gresik	11.600
PT. Asahimas Chemical	Asam Klorida	Cilegon	82.000
Total			93.600

Sumber: Khairunnisa, D. A., & Safitri, E. (2024) dan Kementerian Perindustrian (2024)

Tabel 1. 2 Jumlah produksi Magnesium Hidroksida

Pabrik	Produk	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Shandong Chenxu New	Magnesium Hidroksida	Cina	26.448
Westem Mining co.,Ltd	Magnesium Hidroksida	Cina	20.000
Total			46.448

Sumber: Khairunnisa, D. A., & Safitri, E. (2024) dan Kementerian Perindustrian (2024)

1.2.2 Pabrik Komersial yang telah beroperasi

Daftar beberapa pabrik magnesium klorida dengan kapasitas produksinya yang sudah beroperasi di Cina dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1. 3 Kapasitas Pabrik Magnesium Klorida di Cina yang telah beroperasi

No	Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	Langfang huinou fine chemical co.ltd	Hebei, Cina	2.400
2	Guangcheng chemical Arshine	Shandong, Cina	3.000
3	pharmaceutical co.limited	Cina	6.000
4	Weifang haizhiyuan chemistry and industry co.ltd	Shandong, Cina	12.000
5	Lianyungang rifeng calcium & magnesium co.ltd	Jiangsu, Cina	30.000
6	Tai'an health chemical co.ltd	Shandong, Cina	36.000
Total			89.400

Sumber : Afrinaldi dan Aldi, (2019)

1.2.3 Perhitungan Kebutuhan Magnesium Klorida

Dalam merancang suatu pabrik, salah satu aspek terpenting yang perlu diperhatikan adalah perhitungan kapasitas produksi. Dalam penentuan kapasitas produksi diperlukan data pendukung seperti data impor, ekspor, produksi dan konsumsi suatu produk. Namun, karena perusahaan ini belum ada di Indonesia maka data yang dikumpulkan hanyalah data impor dan konsumsi magnesium klorida. Kapasitas produksi pabrik magnesium klorida yang direncanakan

beroperasi tahun 2028 dapat dihitung dengan metode pertumbuhan rata-rata per tahun dengan rumus berikut:

$$i = \frac{\sum \%P}{n} \quad (1)$$

$$m = P(1 + i)^n \quad (2)$$

Keterangan:

i = Rata-rata pertumbuhan (%)

$\%P$ = Persen pertumbuhan per tahun

n = Jumlah data tahun 2024-2028

m = Perkiraan jumlah produk pada tahun 2028

P = Kebutuhan nilai impor pada data tahun terakhir

(Ningtyas, D., & Hendrawati, N., 2022)

Tabel 1. 4 Data Impor Magnesium klorida di Indonesia

Tahun	Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan
2019	1.184,74	-
2020	1.629,02	0,3750
2021	2.174,57	0,3348
2022	2.006,95	-0,0770
2023	6.509,39	2,2434
Rata-rata		0,7190

Sumber: Badan Pusat Statistik, (2024)

Berdasarkan data pada Tabel 1.4 diatas dapat diprediksi impor magnesium klorida di Indonesia tahun 2028 dengan menggunakan *discounted method* yang dapat dilihat pada persamaan (2).

Menghitung nilai impor dalam negeri tahun 2028

$$\begin{aligned}
 m_1 &= P(1 + i)^n \\
 &= 6.509,39 (1 + 0,719061042)^{2028-2023} \\
 &= 6.509,39 (1 + 0,719061042)^5
 \end{aligned}$$

$$= 97.722,9682 \text{ ton/tahun}$$

Tabel 1. 5 Data konsumsi MgCl_2 di Indonesia

Tahun	Konsumsi (Ton/Tahun)	Pertumbuhan
2019	175.124,17	0
2020	183.324,18	0,0468
2021	191.524,19	0,0447
2022	199.724,20	0,0428
2023	207.924,21	0,0410
Rata-rata		0,0438

Berdasarkan data pada Tabel 1.5 diatas dapat diprediksi konsumsi magnesium klorida di Indonesia dengan menggunakan *Discounted method* yang dapat dilihat pada persamaan (2).

Menghitung nilai konsumsi dalam negeri

$$\begin{aligned}
 m_5 &= P(1 + i)^n \\
 &= 207.924,21 (1+0,0438)^{2028-2023} \\
 &= 207.924,21 (1+0,0438)^5 \\
 &= 257.696,42 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

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 2028, maka dapat digunakan persamaan (3)

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \quad (3)$$

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)

(Ningtyas, D., & Hendrawati, N., 2022)

Sehingga kapasitas pabrik magnesium klorida yang akan didirikan pada tahun 2028 yaitu:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$\begin{aligned} m_3 &= (0 + 257.696,42) - (97.722,9682 + 0) \\ &= 159.973,45 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dengan demikian, dari perhitungan diatas diperoleh peluang kapasitas pra rancangan pabrik $MgCl_2$ di tahun 2028 sebesar 159.973,45 ton/tahun. Namun, pada pra rancangan pabrik magnesium klorida ini diambil peluang kapasitas produksi 20% sehingga:

$$159.973,45 \text{ tahun} \times 20\% = 31.994,6895 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan data dari hasil perhitungan pra rancangan pabrik magnesium klorida akan dibangun dengan kapasitas 32.000 ton/tahun, sesuai data pada Tabel 1.3 kapasitas tersebut telah memenuhi kapasitas ekonomi. Penentuan kapasitas pabrik ini ditetapkan dengan beberapa pertimbangan antara lain:

1. Indonesia masih menjadi negara pengimpor magnesium klorida, maka dari itu pembuatan pabrik magnesium klorida di Indonesia agar mengurangi jumlah impor magnesium klorida sehingga dapat menghemat devisa negara.
2. Produk berlebih dapat diekspor untuk meningkatkan devisa negara.

3. Kapasitas minimal produksi magnesium klorida yang telah berdiri sebesar 2.400 ton/tahun dan kapasitas maksimal sebesar 36.000 ton/tahun.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi dalam suatu pabrik sangat penting terhadap keberlangsungan operasi suatu pabrik dan pengembangannya dimasa yang akan datang. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat dapat menekan biaya transportasi dan produksi seminimal mungkin serta memiliki prospek yang baik untuk terus dikembangkan. Oleh karena itu pemilihan lokasi pabrik yang sesuai merupakan faktor-faktor yang sangat penting dalam perencanaan suatu pabrik. Beberapa faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi suatu pabrik:

1. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan aspek penting dalam pendirian dan keberlangsungan suatu pabrik. Pabrik magnesium klorida direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilegon. Hal ini dikarenakan bahan baku yang digunakan pada pabrik magnesium klorida ialah asam klorida yang diperoleh dari PT. Asahimas Chemical, Cilegon, Banten. Sehingga hal tersebut dapat mengurangi biaya transportasi pengiriman bahan baku. Sedangkan bahan baku magnesium hidroksida diperoleh dengan cara di impor dari pabrik Shandong Chenxu New yang ada di Cina yang di datangkan melalui jalur laut (pelabuhan).

2. Sarana Transportasi

Sarana transportasi merupakan salah satu sarana penunjang yang sangat penting dalam proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Transportasi di kawasan industri Cilegon cukup memadai karena memiliki fasilitas jalan umum

serta mudah dijangkau oleh transportasi laut dari pelabuhan, jalan raya dan jalan tol. Oleh karena itu, lokasi pendirian dikawasan Cilegon merupakan pilihan yang tepat kegiatan produksi serta pemasaran produk dapat berjalan dengan lancar.

3. Tenaga Kerja

Dalam operasionalnya, pabrik membutuhkan dua jenis tenaga kerja, yaitu tenaga kerja terampil dan non terampil. Tenaga kerja non-terampil direkrut dari komunitas sekitar pabrik untuk memberikan peluang kerja kepada penduduk setempat. Sedangkan, tenaga kerja terampil direkrut dari lulusan sekolah menengah yang memiliki keahlian khusus, serta dari lulusan perguruan tinggi.

4. Utilitas

Utilitas merupakan sarana penunjang dalam pendirian suatu pabrik. Utilitas pada umumnya terdiri dari tenaga listrik, air dan bahan bakar. Kebutuhan listrik diperoleh dari PLTU. Sedangkan kebutuhan air dapat diperoleh dari PT Krakatau Tirta Industri. Selain itu, kebutuhan bahan bakar untuk penggunaan generator diesel sebagai pembangkit listrik utama didapatkan dari Pertamina.

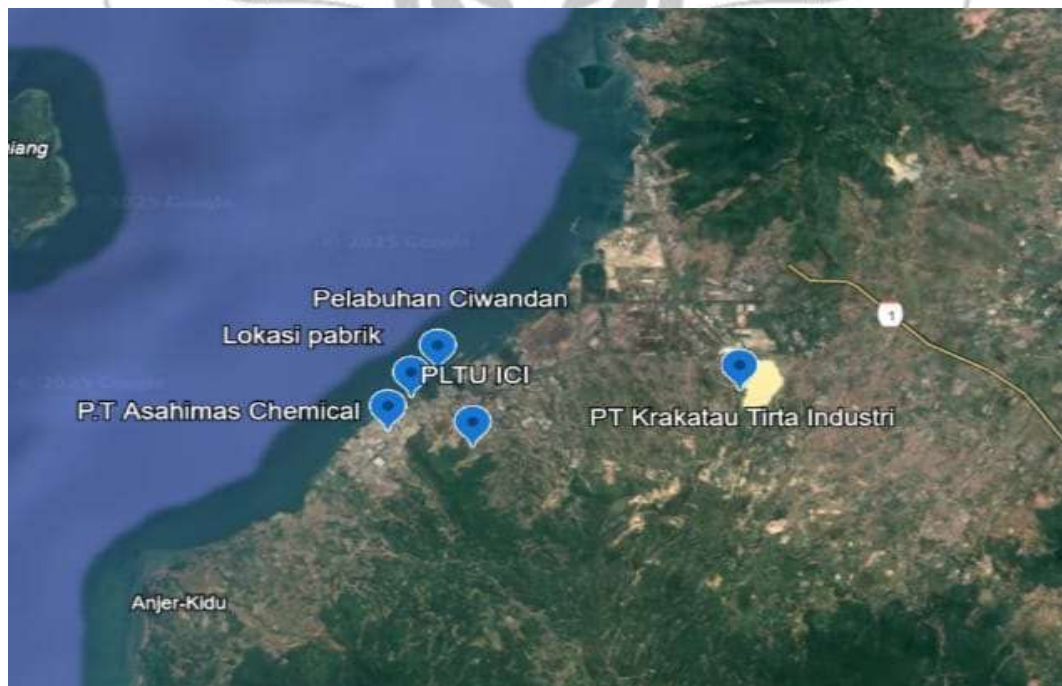
5. Pemasaran

Pemasaran berperan penting dalam menentukan lokasi pabrik karena lokasi pabrik akan mempengaruhi strategi pemasaran. Pemasaran produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun jalur laut. Hal ini karena lokasi pabrik yang berdekatan dengan pelabuhan sehingga dapat mengurangi hambatan dalam pemasaran produk yang dapat dipasarkan baik didalam maupun luar negeri sehingga dapat menaikkan devisa negara.

6. Keadaan iklim dan cuaca

Di daerah pemilihan lokasi pabrik yaitu Kecamatan Citangki, Kota Cilegon, Banten mengalami variasi iklim sepanjang tahun. Musim panas berlangsung selama 2,9 bulan dari 3 Agustus sampai 1 November dengan suhu tertinggi harian rata-rata diatas 31 °C dan musim dingin berlangsung selama 2,0 bulan, dari 21 Desember sampai 23 Februari dengan suhu tertinggi harian rata-rata dibawah 30 °C. (*wheatherspark.com*,2024)

Berdasarkan faktor-faktor yang mempengaruhi Penentuan Lokasi Pabrik, maka pabrik direncanakan akan didirikan didaerah Kecamatan Citangki, Kota Cilegon, Banten. Lokasi pendirian pabrik dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut:



Gambar 1. 1 Rencana Lokasi Pendirian Pabrik Magnesium Klorida dikawasan Industri Cilegon

(Sumber: Google Earth, 2024)

Tabel 1. 6 Lokasi pendukung letak pabrik yang dirancang sebagai berikut:

Nama	Tujuan	Jarak ke Pabrik
PLTU ICI Garis Lintang = 6°02'11"S Garis Bujur = 105°57'40"E	Menyediakan pasokan listrik untuk kawasan industri gresik	2,309.88 m 2,31 km
Pelabuhan Ciwandan Garis Lintang = 6°01'01"S Garis Bujur = 105°57'40"E	Menjadi titik masuk dan keluar bagi bahan baku dan mempermudah kegiatan ekspor produk industri ke pasar global	859,96 m 0,86 km
P.T Krakatau Tirta Industri Garis Lintang = 6°00'31"S Garis Bujur = 106°01'10"E	Penyediaan dan pengelolaan pasokan air bersih untuk mendukung kebutuhan industri	8,480,45 m 8,48 km
Pabrik Magnesium Klorida Garis Lintang = 6°01'01"S Garis Bujur = 105°56'46"E	Menyediakan pasokan magnesium klorida bagi berbagai industri	

1.4 Tinjauan Proses

Dalam pembuatan magnesium klorida dalam skala besar industri dilakukan dengan 2 proses yang berbeda berdasarkan jenis bahan baku yang digunakan. Adapun Proses-prosesnya sebagai berikut:

1.4.1 Pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Karbonat dan Asam Klorida

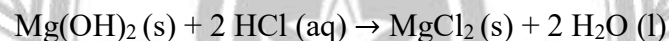
Magnesium International Corp. mengembangkan proses pembuatan magnesium klorida dalam satu tahap proses yaitu dengan menggunakan bahan baku magnesium karbonat yang akan bereaksi dengan asam klorida. (Kirk Ohmer, 1991). magnesium karbonat dengan ukuran diameter 5-400 mm diumpankan ke dalam

Packed Bed Reaktor dengan kondisi operasi suhu 40-90 °C. Adapun reaksi yang terjadi:



Bahan baku diumpankan melalui bagian bawah reaktor pada suhu 80 °C. Karbon dioksida yang dihasilkan pada reaksi tersebut mengalir secara cocurrent ke bagian atas reaktor dan magnesium klorida cair berada pada bagian bawah reaktor. Proses ini menghasilkan magnesium klorida dengan kemurnian 33,5% dan yield 85% (Mejdell et al, 1992).

1.4.2 Pembuatan Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida



Magnesium hidroksida mengandung senyawa impurities yang terdiri dari Fe_2O_3 , SiO_2 , CaO . Magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) direaksikan dengan HCl 10% untuk dilakukan proses netralisasi. Reaksi berlangsung pada suhu 70 °C dan tekanan 1 atm sehingga diperoleh magnesium klorida dengan konsentrasi 94,5% (Ketema Beyecha, 2016). Proses ini menghasilkan magnesium klorida dengan kemurnian 50% (Richard, 1949). Impuritas yang terkandung dalam magnesium klorida pada proses ini tidak larut bersama produk (Kirk-Othmer, 1991).

Tabel 1. 7 Tinjauan Pemilihan Proses

Parameter	Proses dari Magnesium Karbonat	Proses Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida
Suhu	40-90°C	70°C
Tekanan	1 atm	1 atm
Fase reaksi	Padat-cair	Padat-cair

Reaktor	Fixed Bed Reaktor	Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Katalis	TiCl ₃	-
Kemurnian Produk	33,5%	50%
Bahan Baku	Magnesium karbonat dan asam klorida	Magnesium hidroksida dan asam klorida
Reaksi	$\text{MgCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	$\text{Mg(OH)}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
Konversi	85%	94,5%

Sumber: Kirk-Othmer, (1991) dan Perdana, (2019)

Berdasarkan pertimbangan pada Tabel 1.7 maka proses yang dipilih dalam pra rancangan pabrik kimia magnesium klorida adalah proses pembuatan dari magnesium hidroksida dan asam klorida. Dengan berdasarkan alasan sebagai berikut.

1. Aspek teknis, dimana suhu yang rendah, kemurnian produk yang tinggi, konversi reaksi yang tinggi dan memiliki nilai potensial ekonomi yang tinggi.
2. Aspek lingkungan, limbah (produk samping) yang dihasilkan hanya H₂O (air), sehingga aman untuk lingkungan dan tidak memerlukan instalasi unit tambahan untuk pengelolaannya.

BAB XI KESIMPULAN

Hasil analisa perhitungan pada Pra Rancangan Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida kapasitas 32.000 ton/tahun, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kapasitas pra rancangan pabrik magnesium klorida sebesar 32.000 ton/tahun dan beroperasi selama 365 hari/tahun yang direncanakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.
2. Lokasi pendirian pabrik di kawasan Industri Cilegon Kecamatan Citangki, Kota Cilegon, Banten dengan luas tanah 14.450 m² dan ketersediaan bahan baku yang memadai dan lokasi yang relatif dekat dengan ibukota provinsi sehingga memudahkan dalam pemasaran serta sistem transportasi yang memadai.
3. Bentuk Perusahaan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi *line and staff* dengan jumlah karyawan 160 orang.
4. Dari perhitungan analisa ekonomi, maka pra rancangan pabrik magnesium klorida dari magnesium hidroksida dan asam klorida kapasitas 32.000 ton/tahun ini layak didirikan dengan data sebagai berikut:

Return of Investment (ROI) = 25 %

Pay Out Time (POT) = 3,053 tahun

Internal Rate of Return (IRR) = 39%

Break Event Point (BEP) = 49%

DAFTAR PUSTAKA

- Afrinaldi, Wira dan Hannas Zama Aldi, 2019. Prarancangan Pabrik Kimia Magnesium Klorida dari Asam Klorida dan Magnesium Hidroksida dengan kapasitas 15.000 ton/tahun. Universitas Islam Indonesia.
- Aries, R.S. & Newton, R.D., 1955. Chemical Engineering Cost Estimation, McGraw Hill Book Co Inc, New York.
- Badan Pusat Statistik, 2024. Data Impor Nasional. (Online). <https://www.bps.go.id/id>. Diakses pada tanggal 20 November 2024.
- Badger's W.L & Banchero, J.T., 1955 Introduction to Chemical Engineering, Int ed, McGraw-Hill Book Company Inc., N.Y.
- Beyecha, Ketema. 2016. Optimization and Characterization of Magnesium Chloride Production from Magnesium Carbonate using HCl. Addis Ababa University.
- Brownell, L & E Young. 1959. Process Equipment Design. John Wiley & Sons Inc., N.Y.
- Coulson, J. M. And Richardson, J.F., (1983). "Chemical Engineering", vol.6, Pergamon Press, Oxford.
- Considine, & Douglas M. 1985. Instruments and Controls Handbook. 3rd Edition. USA: McGraw-Hill, Inc
- David R. Lide, 2005, "CRC Handbook of chemistry and physics", 86th edition, CRC Press LLC.
- Geankoplis, Christie J., 1978. Transport Process and Unit Operations. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall International Inc.
- Google Earth, 2024. Peta lokasi Cilegon, Banten. (Online), <https://earth.google.com/web>. Diakses Pada tanggal 24 Desember 2024.

- Hesse, H.C., 1962, "Proses Equipment Design" 8th prnt, Vn Nostrand Reinhold Company Inc., New Jersey.
- Himmelbau, D.M., 1989. Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering. 5th ed. Prentice-Hall International, Singapore.
- Kern, D.Q 1965. Process Heat Transfer . Int ed. Mc Graw -Hill Book Company Inc., N.Y.
- Kirk, R. E., and D. F. Othmer. 1991. Encyclopedia of Chemical Technology. New York: Interscience Publisher Inc.
- Khairunnisa, D. A., & Sapitri, E. (2024). Pra rancangan pabrik magnesium hidroksida dari magnesium klorida dan natrium hidroksida dengan kapasitas 25.000 ton/tahun. Universitas Islam Indonesia.
- Kusmasari, W., D . Cahyadi, & W. O. Widyarto. (2014). Perancangan Instrumen Performance Assesment Pada Sistem Keselamatan Kerja Berbasis Metode Employee Safety Performance Survey. IENACO.
- Lamb J.C., 1985. Water Quality and Its Control. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Ludwig, 1997, " Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants" vol 1-2, 2nd ed, Gulf Publishing Co., Houston, Texas.
- Mache. (2014). Harga peralatan. Matche. Diakses pada Juli-Agustus 2025, dari www.mache.com.
- Mc Cabe, W.L., 1956. Unit Operation of Chemical Engineering. 5th ed. Mc Graw-Hill Book Company Inc., Tokyo.
- Mejdell. 1992. Method for Production of Magnesium Chloride.Oslo. United States Patent Office 5112584.
- Mulyono, Ahmad, 2022. Pra Rancangan Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida Kapasitas 1000 ton/tahun. Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali.

- Ningtyas, D., & Hendrawati, N. (2022). Analisis ekonomi pra rancangan pabrik kimia cucumber soap kapaitas 6.300 ton/tahun. Distilat, 8(4), 695-703. <https://distilat.polinema.ac.id>.
- Perry, Chilton, 1984, “ Perry’s Chemical Engineer’s Handbook’, 6th edition, McGraw- Hill Book Company Inc. New York.
- Perry, Chilton, 1984, “ Perry’s Chemical Engineer’s Handbook’, 7th edition, McGraw- Hill Book Company Inc. New York.
- Perry, Chilton, 1984, “ Perry’s Chemical Engineer’s Handbook’, 9th edition, McGraw- Hill Book Company Inc. New York.
- Petter, M.S & Timmerhaus, K.D., 1959. Plant Design and Economic for Chemical Engineering. 4th ed. New York: Mc Graw-Hill Book Company Inc.
- Petter, M.S & Timmerhaus, K.D., 2002. Plant Design and Economic for Chemical Engineering. 4th ed. New York: Mc Graw-Hill Book Company Inc.
- Petter, M.S & Timmerhaus, K.D., 2004. Plant Design and Economic for Chemical Engineering. 4th ed. New York: Mc Graw-Hill Book Company Inc.
- Perdana, M. M. G. (2019). Pra Rancangan Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida Kapasitas 25.000 ton/tahun. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Smith, J.M, Van Ness, H.C and M.M Abbot, 2001. Chemical Engineering thermodynamics. 6th edition, New York: Mc Graw Hill Company.
- Sinnott, R. K. 2005. Coulson & Richardson's Chemical Engineering Design Vol. 6, 4th edition. London: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Surya, Lukman Hadi. 2008. “Proses Perolehan Magnesium dengan Cara Elektrolisis Bahan Hidromagnesit dan Magnesium Oksida”. FMIPA UI.
- Ulrich, G.D., 1984. A Guide to chemical Engineering Process Design and Economics. John Wiley & Sons Inc, N.Y.

- Vilbrandt, F.C. and Dryden, C.E., 1959, Chemical Engineering Plant Design, 4th edition, McGraw Hill International Book Company, Kogakusha Ltd, Tokyo.
- Walas, S. M., (1959). “ Reaction Kinetics for Chemical Engineers”. Mc.Graw-Hill. Kogakusha. Ltd., Tokyo.
- Wheatherspark.com, 2024. Iklim dan Cuaca Rata-Rata Sepanjang tahun di Cilegon. (Online), <https://cilegon.bps.go.id/indicator/6/216/1/jumlah-pencari-kerja-menurut-jenis-kelamin.html>. Diakses pada tanggal 24 Desember 2024.
- Widjaja, G. & yani, A., 2006. Seri Hukum Bisnis Perseroan Terbatas, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Yaws, C.L., 1999, Chemical Properties Handbook, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- Yuniati, Apriani Enni. 2007. Pra Rencana Pabrik Pembuatan Metil Klorida Kapasitas 36.000 Ton/Tahun. Tugas Akhir. Palembang. Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya

