



## PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM KLORIDA DARI MAGNESIUM HIDROKSIDA DAN ASAM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 14.000 TON/TAHUN

Tiana Febrianti Eka Prasetyani<sup>1</sup>, Rossi Agnessi Pebriana<sup>1</sup>, Amellyah Isna Ainaiyah<sup>1</sup>, Ditta Kharisma Yolanda Putri<sup>1</sup>, Istiqomah Rahmawati<sup>1</sup>, Meta Fitri Rizkiana<sup>1</sup>, Zuhriah Mumtazah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Jember

\*Email: [amellyanisna@gmail.com](mailto:amellyanisna@gmail.com)

### Abstrak

*Pabrik magnesium klorida dengan bahan baku magnesium hidroksida dan asam klorida dirancang dengan kapasitas 14.000 ton/tahun. Pabrik ini berlokasi di Kecamatan Jombang, Kabupaten Cilegon, Provinsi Banten. Pabrik ini dalam kapasitas perjamnya dapat menghasilkan 1.767,677 kg/Jam produk magnesium klorida dengan feed magnesium hidroksida 1.285,063 kg/jam dan asam klorida 1.285,063 kg/jam. Proses produksi terbagi menjadi 4 tahapan yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi, tahap pemisahan produk, tahap pemurnian dan penanganan produk akhir. Tahap awal yaitu proses persiapan bahan baku yaitu magnesium hidroksida, asam klorida, dan air. Tahap berikutnya adalah tahap reaksi antara magnesium hidroksida dan asam klorida menjadi magnesium klorida di dalam reaktor yang berjenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dalam keadaan kontinyu, berikutnya yaitu proses pemisahan produk dengan pengotornya yang kemudian hasilnya akan dimurnikan hingga kemurnian produk menjadi 93,61 %. Adapun total karyawan yang dibutuhkan dalam menjalankan pabrik magnesium klorida ini yaitu berjumlah 169 orang. Perhitungan evaluasi ekonomi untuk Annual Cash Flow (ACF) yang dihasilkan oleh pabrik magnesium ini sebesar 84,03%. Laju pengembalian modal (POT) selama 1,19 tahun. Persentase Break Event Point (BEP) yang didapatkan sebesar 56,92%. Berdasarkan evaluasi ekonomi tersebut, pabrik metanol dengan kapasitas 14.000 ton/tahun layak untuk didirikan.*

*Kata kunci: Magnesium Klorida, Magnesium Hidroksida, Asam Klorida*

### 1. Pendahuluan

Magnesium klorida ( $MgCl_2$ ) di Indonesia sangat digunakan Pertumbuhan pada dibutuhkan berbagai magnesium karena industri. klorida Indonesia setiap di tahunnya mengalami peningkatan sekitar 8%. Magnesium klorida dapat dimanfaatkan sebagai bahan aditif pada pewarna tekstil, industri obat, koagulan industri pulp, dan sebagai anti beku aspal agar tidak licin (Lutfiah Alia Arifin dan Irene Arlyasa, 2021). Magnesium klorida juga dapat digunakan untuk bahan pembuatan pupuk, papan dinding, bahan suplemen mineral hewan, mengolah air limbah, bahan tahan api, air pendingin, dan semen (Wildayati dan Rahadian Zainul). Indonesia selama ini melakukan impor magnesium klorida untuk memenuhi kebutuhannya. Salah satu pabrik yang dapat memenuhi kebutuhan magnesium klorida di Indonesia yakni pabrik Compas Minerals yang ada di Amerika Utara yang mempunyai kapasitas produksi sebesar 750.000 ton/tahun. Selain

itu, terdapat beberapa pabrik lain yang dapat memenuhi kebutuhan magnesium klorida di Indonesia seperti Tai'an Health Chemical co., ltd menggunakan kapasitas produksi 36.000 ton/tahun dan Lianyungang Rifeng Calcium dan Magnesium co.ltd yang berada di China dengan kapasitas produksi 30.000 ton/tahun (Wira Afrinaldi dan Hannas Zama Aldi, 2019). Indonesia merupakan negara berkembang yang juga sedang melakukan perkembangan pada industri kimia. Saat ini Indonesia masih menggantungkan impor untuk memenuhi kebutuhan negara seperti pada bahan kimia magnesium klorida. Magnesium klorida banyak digunakan untuk industri seperti pada industri tekstil, pulp dan industri cairan atau obat infus. Saat ini Indonesia belum memiliki pabrik magnesium klorida, tetapi kebutuhannya selalu meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu, pendirian pabrik ini sangat menjanjikan untuk mengurangi impor, Indonesia





merupakan negara berkembang yang juga sedang melakukan perkembangan pada industri kimia. Saat ini Indonesia masih menggantungkan impor untuk memenuhi kebutuhan negara seperti pada bahan kimia magnesium klorida. Magnesium klorida banyak digunakan untuk industri seperti pada industri tekstil, pulp dan industri cairan atau obat infus. Saat ini Indonesia belum memiliki pabrik magnesium klorida, tetapi kebutuhannya selalu meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu, pendirian pabrik ini sangat menjanjikan untuk mengurangi impor, menambah devisa negara dengan ekspor dan mengurangi pengangguran. Penetapan kapasitas produksi pabrik magnesium klorida mengacu pada data impor dan ekspor yang bersumber dari Badan Pusat Statistika tahun 2019-2023. Berdasarkan data perhitungan secara tersebut dilakukan discounted untuk diperoleh kapasitas pabrik pada tahun 2028. Diperoleh nilai  $m_5$  sebesar 18.844,93 ton/tahun dan nilai  $m_4$  sebesar 46,44 ton/tahun. Sehingga, nilai jumlah produk tahun 2028 diperoleh sebesar 18.844,93 ton/tahun sebagai nilai konsumsi ( $m_5$ ). Dari nilai tersebut dapat dihitung nilai kapasitas pabrik magnesium klorida pada tahun 2028 dengan rumus

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

$$m_3 = (46,44 + 18.844,93) - (0+0)$$

$$m_3 = 18.891,37 \text{ ton/tahun}$$

Nilai impor tahun 2028 ( $m_1$ ) dan nilai produksi pabrik dalam negeri yang akan didirikan tahun 2028 ( $m_2$ ) dinilai nol karena pabrik akan mulai proses produksi, sedangkan untuk nilai ekspor tahun 2028 ( $m_4$ ) sebesar 46,44 ton/tahun. Dengan demikian, diperoleh nilai  $m_3$  atau nilai kapasitas pabrik magnesium klorida yang akan didirikan sebesar 18.891,37 ton/tahun. Berdasarkan data produksi pabrik luar negeri, maka ditentukan kapasitas pabrik sebesar 75% yaitu sebesar 14.000 ton/tahun. Pemilihan kapasitas pabrik sebesar 75% dari total kebutuhan pada tahun 2028 karena ditinjau dari kapasitas pabrik dunia dan menyesuaikan dengan jumlah bahan baku yang tersedia di Indonesia.

## 2. Uraian Proses

Terdapat beberapa jenis proses dalam pembuatan sodium silikat. Tabel 2.1 adalah perbandingan pemilihan proses.

Tabel 2.1 Perbandingan proses.

Jenis	T (°C)	P (atm)	Bahan Baku	Konversi (%)
Air Laut dan Kapur	45	1	Air Laut, kapur dan HCl	13
Dolomite dan Air Laut	44	1	Air Laut, NaOH dan Bittern	26,8
Bitter dan NaOH	48	1	Air Laut, NaOH dan Bittern	30,1
Carnallite	46	1	Carnallite dan kalsium hidroksida	28
Proses Dow Mg(OH) <sub>2</sub>	55	1	Mg(OH) <sub>2</sub> dan HCl	94,5

Berdasarkan tabel 2.1 mengenai beberapa proses pembuatan magnesium klorida, maka dapat prarancangan ini memilih proses pembuatan magnesium klorida menggunakan magnesium hidroksida. Pemilihan tersebut dikarenakan menggunakan kondisi operasi berupa suhu dan tekanan rendah yakni 55°C dan 1 atm. Pada metode ini juga menghasilkan produk dengan konversi yang tinggi yakni 94,5% dan kemurnian 80-99%. Limbah atau produk samping dari metode ini berupa H<sub>2</sub>O yang mana aman terhadap lingkungan dan tidak membutuhkan instalasi tambahan untuk mengelolanya. Tahapan proses untuk menghasilkan magnesium klorida.

### a. Tahap Persiapan Bahan Baku

Magnesium kemurnian 95% hidroksida dengan disimpan di dalam Mg(OH)<sub>2</sub> Storage (F-110) pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Magnesium

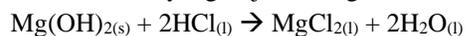




hidroksida dari *solid storage* akan menuju ke reaktor melewati *screw conveyor* 1 (J-111) dan dilanjutkan dengan *Bucket Elevator* 1 (J-112). Magnesium hidroksida akan dilanjutkan menuju *Hopper* (F-113) yang akan menjadi umpan masuk ke dalam reaktor (R-210). Sedangkan bahan utama selanjutnya yaitu HCl kemurniaan 33% dari HCl *Storage* (F 120) yang disimpan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. HCl 33% akan diencerkan terlebih dahulu dengan menambahkan air hingga diperoleh HCl konsentrasi 10% dan dicampurkan menggunakan mixer (M-130). Suhu operasi pada mixer sebesar 30°C. Konsentrasi HCl 10% ini sesuai dengan proses yang ada di PT. Dow Chemical. HCl perlu diencerkan agar tidak terlalu pekat dan mudah bereaksi dengan bahan lain di dalam mixer. Hasil dari keluaran mixer berupa HCl 10% akan dipanaskan dengan menggunakan Heater 1 (E-212) dari suhu ruang hingga berubah menjadi 55°C. Pemanas yang digunakan berupa steam jenuh dari *Heater* 1 (E-212). Proses selanjutnya HCl 10% suhu 30°C akan dialirkan menggunakan pompa 3 (L-211) menuju reaktor (R-210).

## b. Tahap Reaksi

Tahap reaksi ini terjadi pada reaktor dengan suhu 55 °C dan tekanan 1 atm dalam keadaan isothermal. Reaktor (R-210) menggunakan jenis Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) dalam keadaan kontinyu. Proses kontinyu dipilih agar magnesium hidroksida dapat larut dengan cepat dalam asam klorida. RATB juga merupakan jenis reaktor yang cocok untuk melarutkan padatan magnesium hidroksida dengan cairan asam klorida. Tahap di reaktor ini terdapat impurity berupa CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> yang tidak ikut larut ketika penambahan asam klorida encer. Hasil pencampuran di dalam reaktor ini berupa magnesium klorida dengan konversi reaksi 94,5%. Berikut reaksi yang terjadi sebagai berikut:



## c. Tahap Pemisahan Produk

Produk dari reaktor selanjutnya akan dialirkan menuju Centrifuge (H-310) untuk pemisahan senyawa Mg(OH)<sub>2</sub>, CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan SiO<sub>2</sub>. Sebagian senyawa MgCl<sub>2</sub>, HCl, dan H<sub>2</sub>O akan ikut terpisah. Hasil dari pemisahan akan menuju Unit Pengolahan Limbah. Proses selanjutnya, magnesium klorida menuju evaporator (V-320). Kondisi operasi pada evaporator (V-320) pada suhu 100°C. Evaporator berguna agar magnesium klorida lebih pekat dengan menguapkan HCl dan H<sub>2</sub>O menggunakan steam pada suhu masuk 140°C diperoleh dari Heater 2 (E 322). Keluaran atas berupa uap HCl dan H<sub>2</sub>O dari evaporator dilengkapi dengan kondensator (E-323) untuk mengubah fase uap menjadi fase cair yang selanjutnya ditampung menuju UPL.

## d. Tahap Pemurnian Produk

Penanganan Produk Akhir dan Magnesium klorida tersebut kemudian dimasukkan kedalam Crystallizer (V-410) untuk mengubah magnesium klorida cair menjadi padatan. Crystallizer, Sebelum produk keluaran masuk dari evaporator akan didinginkan dengan cooler (E-412) dari suhu 100°C ke 30°C. Magnesium klorida kristal masih terkandung air, sehingga diumpankan lagi ke dalam *Rotary Filter* (H-420) dengan suhu 30°C untuk memisahkan antara fase padat dengan cair (*mother liquor*). Magnesium klorida tersebut kemudian masuk ke dalam *Rotary Dryer* (B-430) yang berfungsi menghilangkan air dengan menggunakan udara panas dari blower (G-431) dengan suhu 100°C. Produk samping dari *rotary dryer* berupa debu halus yang akan difilter dengan *Cyclone* (H-434) menuju ke ball mill dan keluaran *Cyclone* lainnya yang telah difilter akan keluar menuju atmosfer. Produk dari *Cyclone* dan *Rotary Dryer* yang memiliki suhu 100 °C akan didinginkan menggunakan *Cooling Screw Conveyor* (J-432). Hasil produk akan dilanjutkan menuju ball mill (C-440) untuk menghaluskan produk menjadi 60 mesh. Produk dilanjutkan dengan proses pengayaan di vibrating screen (H-442). Produk magnesium klorida





yang tidak lolos pada *vibrating screen* dengan ukuran lebih dari 60 mesh akan di-recycle kembali menuju *ball mill* untuk dilakukan penghalusan ulang. Hasil  $MgCl_2$  yang telah seragam akan ditransfer dengan menggunakan *Bucket Elevator* (J-451) untuk disimpan sementara ke dalam  $MgCl_2$  Storage (F-450). Selanjutnya produk dari  $MgCl_2$  Storage menuju ke mesin pengemas untuk dilakukan pengemasan. Produk yang telah terkemas akan masuk kedalam gudang penyimpanan (F-460) menggunakan screw conveyor 2 (J-452) dan selanjutnya produk magnesium klorida padat siap dilakukan distribusi.

### 3. Utilitas

Utilitas merupakan bagian penunjang yang penting dalam industri pabrik kimia. Utilitas digunakan untuk mendukung proses produksi dari bahan baku hingga menjadi produk serta mengolah produk samping atau buangan yang mudah diolah dengan memperhatikan peraturan yang ada (Kusnarjo, 2010). Utilitas yang digunakan pada pabrik magnesium klorida ini terdiri dari: Air yang digunakan untuk kebutuhan pabrik berasal dari proses pemurnian air Sungai Cidanau. Air yang dibutuhkan digunakan untuk air proses, air sanitasi, air pendingin, dan air umpan boiler. Air proses digunakan untuk kebutuhan proses produksi seperti pengenceran. Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan aktivitas karyawan, laboratorium, pemadaman kebakaran dan air cadangan. Air pendingin digunakan untuk cooler pada beberapa alat produksi seperti reaktor dan conveyor. Sedangkan untuk air umpan boiler digunakan untuk pemenuhan kebutuhan steam produksi. Pengadaan steam berasal dari boiler. *Steam* yang diperlukan sama dengan kebutuhan umpan boiler. Tangki boiler yang digunakan untuk membuat steam menggunakan bahan bakar fuel oil untuk mengubah air menjadi panas.

Kebutuhan listrik yang digunakan pada pabrik ini berasal dari PLTU Cilegon. Listrik digunakan untuk memenuhi kebutuhan peralatan, proses, utilitas, instrumentasi, kantor, laboratorium, penerangan dan

10% sebagai faktor keamanan. Listrik yang digunakan sewaktu-waktu dapat mengalami pemadaman, sehingga dibutuhkan generator sebagai cadangan. Bahan bakar digunakan untuk kebutuhan boiler dan generator. Bahan bakar boiler yaitu fuel oil dan bahan bakar generator yaitu solar. Pabrik magnesium klorida ini menghasilkan limbah dan membutuhkan penanganan produk. Limbah cair terdiri dari  $H_2O$  yang mengandung sedikit asam klorida dan  $Mg(OH)_2$  beserta pengotornya. Selain itu, limbah cair berupa HCl dengan konsentrasi rendah. Selanjutnya limbah  $H_2O$  akan diolah dengan cara pengendapan dan penyaringan. Sedangkan HCl akan dibuang ke lingkungan sesuai dengan standar ketentuan dari Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 7 Tahun 2007.

### 4. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik magnesium klorida bertujuan untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik dan mengetahui keuntungan yang dihasilkan. Pabrik dapat dianggap layak didirikan Ketika beroperasi dengan baik dan memberikan keuntungan. Analisis yang dilakukan harus sebelum adanya investasi. Berikut beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam evaluasi ekonomi :

- Total Modal
- Ongkos Produksi
- Keuntungan
- Lama Waktu Pengerjaan
- Laju Pengembalian Modal
- Break Event Point

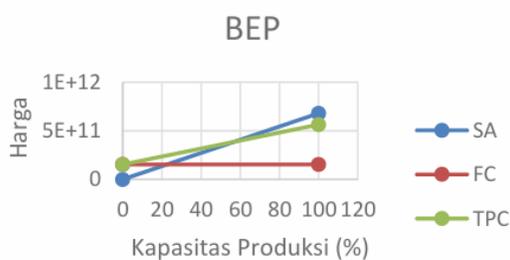
Perhitungan evaluasi ekonomi pada pabrik magnesium klorida ini didasarkan pada sumber Peters et al., (2003). Dasar perhitungan analisis ekonomi pada pabrik magnesium klorida ini adalah sebagai berikut:

- Kapasitas pabrik produksi 14.000 ton/tahun
- Pabrik beroperasi selama 330 hari/tahun
- Ekonomi pabrik berusia selama 10 tahun





- Masa konstruksi pabrik selama 2 tahun, dimulai awal tahun 2024 hingga akhir tahun 2025. Sedangkan pabrik akan mulai beroperasi pada awal tahun 2026.
- Untuk tahap pertama konstruksi dikeluarkan investasi sebesar 70% dan tahun kedua sebesar 30%
- Salvage value sama dengan nol
- Working Capital pada tahun kedua konstruksi
- Nilai kurs US \$1 = Rp 15.995 (www.klikbca.com) diakses tanggal 25 Mei 2024



Gambar 4.1 Grafik BEP

Grafik BEP Pabrik layak untuk didirikan Ketika nilai BEP-nya tidak terlalu besar ataupun terlalu kecil. Berdasarkan Kusnarjo (2010), nilai BEP yang diterima adalah  $40\% < \text{BEP} < 60\%$ . Berdasarkan perhitungan nilai BEP yang didapat memenuhi syarat, hal ini mengindikasikan bahwa pabrik metanol ini layak untuk didirikan. Grafik BEP dapat dilihat pada menampilkan Gambar FC, SA, 10.1 dan yang DPC. Perpotongan antara garis total penjualan (SA) dengan total biaya produksi (TPC) merupakan nilai BEP. Kesimpulan evaluasi ekonomi pada pabrik magnesium klorida ini dapat dilihat pada Tabel 4.2 yang mencakup berbagai parameter kelayakan pendirian pabrik.

Tabel 4.2 Parameter Kelayakan Pendirian Pabrik Magnesium Klorida

Parameter	Hasil Perhitungan	Syarat Kelayakan	Kesimpulan
ACF	84,3%	Lebih besar dari bunga bank 9,9%	Layak
POT	1,19 Tahun	Lebih Kecil dari setengah umur pabrik 10 tahun	Layak
NPOTLP	Rp.932.564.076 .604,64	Lebih besar dari pinjaman + Total bunga pinjaman	Layak
ROI	94,22%	>9,90%	Layak
BEP	56,92	$40 < \text{BEP} < 60$	Layak
ROR	75,38%	>bunga bank 9,9%	Layak
DCF-ROR	72,80%	>bunga bank 9,9%	Layak
TCS	Rp.1.024.630.4 63.936,15	>TCI	Layak





## 5. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan yang terdapat pada 5 (lima) bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Lokasi pabrik berada di Kecamatan Jombang, Kabupaten Cilegon, Provinsi Banten dengan total luas lahan seluas 25.282 m<sup>2</sup> dengan lahan utama seluas 10.883 m<sup>2</sup> dan lahan perluasan 4.000 m<sup>2</sup>.
- Pabrik magnesium klorida ini memiliki kapasitas produksi sebesar 14.000 ton/tahun.
- Bahan baku yakni magnesium hidroksida dan asam klorida yang didapatkan dari pabrik.
- Pabrik ini dirancang akan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dan 24 jam/hari.
- Terdapat empat tahapan proses pada pabrik ini yaitu tahap persiapan bahan, tahap reaksi, tahap pemisahan, tahap pemurniaan dan penanganan produk.
- Bentuk badan usaha yang direncanakan pada pabrik ini adalah Perseroan terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 170 orang;
- Evaluasi ekonomi diperoleh:
  - a. ACF = Rp 103.627.638.297,64
  - b. POT = 1,19 Tahun
  - c. NPOTLP = Rp 932.546.076.604,64
  - d. TCS = Rp 1.024.630.465.936,15
  - e. ROR = Rp 75,38%
  - f. DCF-ROR = 72,80%
  - g. BEP = 56,92%

Berdasarkan evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik magnesium klorida dari magnesium hidroksida dan asam klorida berkapasitas 14.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrinaldi, W., & Aldi, H. Z. (2019). Pra Rancangan Pabrik Kimia Magnesium Klorida Dari Asam Klorida Dan Magnesium Hidroksida Dengan Kapasitas Ton/Tahun (Doctoral 15.000 dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Arifin, L. A., & Irenne, A. (2021). Pra Rancangan Pabrik Magnesium Klorida Kimia Dari Klorida Dengan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Kusnarjo. (2010). Perancangan Pabrik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh

- Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). Plant Design and Principles.
- Zainul, R. Magnesium Klorida (MgCl<sub>2</sub>): Karakteristik dan Dinamika Molekuler Pada MgCl<sub>2</sub>.

