Pra Perancangan Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida dengan Proses Netralisasi

Dimas Bhranta Putera Adi[1], Abdul Hamid Fahmi[2], dan Kartika Udyani[3]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS)[123]
e-mail: dimasbhranta7@gmail.com , abdulhamidf.ahfahmi@gmail.com , dan kudyani@itats.ac.id

ABSTRACT
Magnesium chloride is a chemical compound with the chemical formula $MgCl_2$, which is included in the class of salt compounds. Magnesium chloride compounds are found in salt water, such as sea, salty lakes, and underground water near the coast. Magnesium chloride production is usually used to meet the needs of raw materials in downstream industries. In Indonesia, magnesium chloride is used as a mixture of coloring agents in the textile industry, coagulants in the pulp industry, additives in the pharmaceutical industry, and anti-freeze and anti-slippery substances in the manufacture of asphalt. However, in Indonesia, the magnesium chloride industry still does not exist. It causes Indonesia to have still to import magnesium chloride for domestic needs. The need for magnesium chloride compounds in Indonesia is quite significant; therefore, the industry needs to be established to facilitate industrial development and reduce dependence on imports from other countries. Magnesium chloride compounds are produced through the reaction between magnesium hydroxide and hydrochloric acid, which is then concentrated in an evaporator and crystallized using a crystallizer. Then, the final product is dried using a rotary dryer until the final content is obtained according to the desired spec. Through the economic analysis that has been carried out, this analysis obtained an Internal Rate of Return (IRR) of 22.33%, a Pay Time (POT) of 4.06 years, and a Break Even Point (BEP) of 31.24%. Based on the economic analysis, it can be said that the Magnesium Chloride Plant from Magnesium Hydroxide and Hydrochloric Acid with Neutralization Process is feasible to establish.
Keywords: *Pre-design plant, magnesium chloride, $MgCl_2$.*

ABSTRAK
Magnesium klorida merupakan senyawa kimia dengan rumus kimia $MgCl_2$ yang termasuk dalam golongan senyawa garam. Senyawa magnesium klorida banyak ditemukan dalam air asin seperti air laut, air danau yang asin, dan air bawah tanah dekat pantai. Produksi magnesium klorida biasanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pada industri hilir. Magnesium klorida di Indonesia digunakan sebagai salah satu bahan campuran bahan pewarna dalam industri tekstil, koagulan dalam industri pulp, bahan aditif dalam industri farmasi, zat anti beku dan anti licin dalam pembuatan aspal. Namun, industri magnesium klorida di Indonesia masih belum ada. Hal inilah yang menyebabkan Indonesia masih harus mengimpor kebutuhan magnesium klorida dalam negeri. Mengingat kebutuhan senyawa magnesium klorida di Indonesia cukup besar maka dari itu industri magnesium klorida perlu didirikan untuk memperlancar perkembangan industri di Indonesia sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap impor dari negara lain. Senyawa magnesium klorida diproduksi melalui reaksi antara magnesium hidroksida dan asam klorida yang kemudian dipekatkan dalam evaporator dan dikristalisasi menggunakan kristaliser. Produk akhirnya kemudian dikeringkan menggunakan rotary dryer hingga didapatkan kadar akhir sesuai spek yang diinginkan. Melalui analisa ekonomi yang telah dilakukan, diperoleh bahwa laju pengembalian modal (Internal Rate of Return, IRR) yakni sebesar 22,33 %, lama pengembalian modal (Pay Out Time, POT) yakni sebesar 4,06 tahun, dan titik impas (Break Even Point, BEP) yakni sebesar 31,24 %. Berdasarkan analisa ekonomi tersebut, maka dapat dikatakan bahwa Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida dengan Proses Netralisasi layak untuk didirikan.
Kata kunci: Pra perancangan pabrik, magnesium klorida, $Mg(OH)_2$, HCl.

PENDAHULUAN
Magnesium klorida merupakan senyawa kimia dengan rumus $MgCl_2$ yang termasuk dalam golongan senyawa garam. Senyawa magnesium klorida banyak ditemukan dalam air asin seperti air laut, air danau asin, dan air bawah tanah dekat pantai. Senyawa magnesium klorida dapat diproduksi melalui reaksi antara senyawa magnesium karbonat, hidroksida, atau oksida dengan asam klorida yang dipekatkan dalam evaporator dan dikristalisasi menggunakan kristalisator. Magnesium klorida juga dapat diproduksi dari air laut (*natural brine*) ataupun mineral *carnalite*. Produk akhir dari magnesium klorida biasanya berupa senayawa heksahidrat ($MgCl_2.6H_2O$) ataupun anhidrat ($MgCl_2$).
Produksi magnesium klorida ($MgCl_2$) skala industri tidak dapat langsung dikonsumsi. Namun, produksi tersebut bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku pada industri hilir. Magnesium klorida ($MgCl_2$) di Indonesia biasanya digunakan sebagai salah satu campuran bahan pewarna dalam industri tekstil, koagulan dalam industri pulp, bahan aditif dalam industri farmasi (cairan infus), zat anti beku dan anti licin dalam pembuatan aspal. Namun, industri magnesium klorida di Indonesia sendiri masih belum ada. Hal

ISSN 2775-5630

inilah yang menyebabkan Indonesia masih harus mengimpor magnesium klorida ($MgCl_2$) untuk memenuhi kebutuhannya dalam negeri. Adapun negara importir magnesium klorida ($MgCl_2$) terbesar di Indonesia berasal dari China.

Mengingat kebutuhan senyawa magnesium klorida ($MgCl_2$) di Indonesia cukup besar yakni dengan rata-rata pertumbuhan 18,9 % dalam kurun waktu lima tahun terakhir dari tahun 2017 sampai tahun 2021, maka dari itu industri magnesium klorida ($MgCl_2$) perlu didirikan untuk memperlancar perkembangan Industri di Indonesia sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap impor dari negara lain atau menggantikan nilai impor magnesium klorida ($MgCl_2$) seluruhnya, bahkan sampai mengekspor ke luar negeri supaya devisa negara bisa bertambah.

Penentuan kapasitas produksi suatu pabrik didasarkan pada perkembangan kebutuhan magnesium klorida di pasaran. Pabrik ini direncanakan berproduksi pada tahun 2026 dengan mulai dirintis pendiriannya pada tahun 2024. Pabrik ini dibangun dengan harapan untuk menggantikan jumlah impor magnesium klorida di Indonesia pada masa mendatang karena sampai saat ini belum terdapat pabrik magnesium klorida di Indonesia. Adapun data impor magnesium klorida dapat dilihat pada Table 1.

Table 1 Data Impor Magnesium Klorida di Indonesia

Tahun	Impor (ton/tahun)	Pertumbuhan (%)
2017	1.490,5	-
2018	2.269,2	52,2
2019	1.184,7	-47,8
2020	1.629,0	37,5
2021	2.174,6	33,5
Rata-rata pertumbuhan impor per tahun (i)		18,9

Sumber: World Integrated Trade Solution (WITS)

Berdasarkan Table 1 dengan laju pertumbuhan impor magnesium klorida rata-rata (i) yang diperoleh sebesar 18,9 % maka perkiraan kebutuhan impor magnesium klorida pada tahun 2026 (M) dapat dihitung dengan rumus discounted seperti persamaan berikut:

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

Dimana,

M : jumlah nilai pada tahun 2026 (ton/tahun)
P : jumlah nilai pada tahun 2021 (ton/tahun)
i : rata-rata laju pertumbuhan per tahun (%)
n : selisih tahun 2021 – 2026

Sehingga didapatkan nilai kebutuhan impor magnesium klorida sebesar:

$$M = 2.174,6\ (1 + 0,189)^5 = 5.158,8$$

Berdasarkan perhitungan dengan rumus discounted tersebut diperoleh jumlah impor magnesium klorida pada tahun 2026 sebesar 5.158,8 ton/tahun. Perhitungan penentuan kapasitas pabrik magnesium klorida didasarkan pada pertimbangan menggantikan kebutuhan impor dimasa depan, maka ditetapkan kapasitas rancangan pabrik magnesium klorida tahun 2026 sebesar 100 % dari total kebutuhan impor yakni sebesar 5.158,8 ton/tahun atau dengan pembulatan sebesar 5.500 ton/tahun.

SELEKSI PROSES

Secara umum tedapat 3 (tiga) proses pembuatan magnesium klorida, diantaranya sebagai berikut:

1. Pembuatan $MgCl_2$ dari Air Laut dan Kapur
2. Pembuatan $MgCl_2$ dari *Bittern* dan NaOH
3. Pembuatan $MgCl_2$ dari $Mg(OH)_2$ dan HCl

Adapun seleksi proses yang dilakukan untuk memilih proses terbaik dari pembuatan magnesium klorida dapat dilihat pada Table 2.

Table 1 Seleksi Proses Pabrik Magnesium Klorida

Parameter	Proses $MgCl_2$		
	Air Laut + Kapur	**Bittern + NaOH**	**$Mg(OH)_2$ + HCl**
Bahan baku utama	Air laut, kapur, H_2SO_4, HCl	*Bittern*, NaOH, HCl	$Mg(OH)_2$, HCl

ISSN 2775-5630

Parameter	Proses $MgCl_2$		
	Air Laut + Kapur	**Bittern + NaOH**	**$Mg(OH)_2$ + HCl**
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Temperatur	45 ℃	30 ℃	50 ℃
Konversi reaksi	13 %	30,1 %	94,5 %
Kemurnian produk	70 %	99 %	99,9 %
Zat Pengotor	Tinggi (berasal dari lumpur, silika, senyawa kalsium, senyawa sulfat)	Tinggi (berasal senyawa natrium klorida)	Rendah (berasal dari kemurnian produk $Mg(OH)_2$)

Berdasarkan Table 2 proses yang dipilih dalam pra perancangan pabrik magnesium klorida ini adalah pembuatan magnesium klorida dari $Mg(OH)_2$ dan HCl. Alasan proses ini dipilih karena memiliki bahan baku yang lebih sedikit serta dari segi konversi reaksi dan kemurnian produk, proses ini jauh memiliki nilai yang paling tinggi yakni 94,5 % dan 99,9 % . Selain itu proses ini memiliki proses yang lebih sederhana dibandingkan proses dengan air laut dan kapur atau *bittern* dan NaOH dimana hal ini akan berdampak pada biaya operasi yang lebih murah. Proses ini juga memiliki keunggulan lain yakni dari segi zat pengotor dimana zat pengotor dalam proses ini tergolong rendah dibandingkan dengan proses lainnya karena bahan baku yang digunakan pada proses ini berupa zat dengan senyawa tunggal, berbeda dengan proses lainnya yang bahan bakunya berupa zat dengan banyak senyawa yang terkandung didalamnya.

PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

Berdasarkan perhitungan ekonomi teknik yang telah dilakukan, didapatkan jumlah *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar Rp 443.752.839.671,66 ; *Work Capital Investment* (WCI) sebesar Rp 78.309.324.647,94 ; *Total Capital Investment* (TCI) sebesar Rp 522.062.164.319,60 ; *Total Production Cost* (TPC) sebesar Rp 149.227.296.742,80 dan Hasil Penjualan Pertahun (HPP) sebesar Rp 302.500.000.000,00. Sementara dari analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan hasil *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 22,33 % (suku bunga bank 6,00 %), *Pay Out Time* (POT) 4,06 tahun (dengan umur pabrik 10 tahun), dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 31,25 %.

KESIMPULAN

Dari penjelasan dan perhitungan yang telah dilakukan mengenai Pra Perancangan Pabrik Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida dengan Metode Netralisasi, maka dapat diambil kesimpulan bahwa lokasi pabrik yang kami tentukan dan layak didirikan berada di Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur dengan kemampuan produksi pabrik sebesar 5.500 ton/tahun yang akan dijalankan secara kontinyu dengan waktu oprasi selama 330 hari/tahun. Bahan baku utama yang digunakan yaitu Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida dengan proses netralisasi. Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi didapatkan *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar Rp 443.752.839.671,66, *Work Capital Investment* (WCI) sebesar Rp 78.309.324.647,94, *Total Capital Investment* (TCI) sebesar Rp 522.062.164.319.60, *Total Production Cost* (TPC) sebesar Rp 149.227.296.742,80, Hasil Penjualan Pertahun (HPP) sebesar Rp 302.500.000.000,00, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 22,33 %, *Pay Out Time* (POT) sebesar 4,06 tahun dan *Break Even Point* (BEP) sebesar 31,24 %. Perusahaan ini didirikan dengan sistem organisasi berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang mempunyai struktur organisasi sistem line staff yang berarti bahwa setiap kepala bagian atau manager bertanggung jawab atas segala aktivitas dan dalam melaksanakan tugasnya dibantu oleh masing-masing staff dan bawahan sesuai dengan garis organisasinya. Sedangkan untuk jadwal kerja dibagi menjadi tiga shift dengan jumlah seluruh karyawan di perusahaan ini sebanyak 141 orang.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Adi, Bayu K., M. Y. Asy'ariyanto, S. Julaika. 2018. Pra Perancangan Pabrik Magnesium Klorida Heksahidrat dari Bittern. Surabaya.
[2] Afrinaldi, Wira. Hannas Zama Aldi. 2019. Pra Rancangan Pabrik Kimia Magnesium Klorida dari Asam Klorida dan Magnesium Hidroksida dengan Kapasitas 15.000 Ton/Tahun. Yogyakarta.
[3] Arifin, Luthfiah A., Irene Arlyasa. 2021. Pra Rancangan Pabrik Kimia Magnesium Klorida dari Magnesium Hidroksida dan Asam Klorida dengan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun. Yogyakarta.

[4] Badan Pusat Statistik. 2018. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia (Impor). Indonesia. https://bps.go.id/
[5] Brownell, L.E. and Young, E.H. 1979. Process Equipment Design. John Wiley and Sons Inc. New York.
[6] ChemBK. 2023. Hydrochloric acid. Retrieved June 10, 2023 from https://www.chembk.com/en/chem/Hydrochloric%20acid
[7] ChemBK. 2023. Magnesium chloride. Retrieved June 10, 2023 from https://www.chembk.com/en/chem/Magnesium%20chloride
[8] ChemBK. 2023. Sodium hydroxide. Retrieved June 10, 2023 from https://www.chembk.com/en/chem/Sodium%20hydroxide
[9] Geankoplis, Christie J. 1993. Transport Processes And Unit Operations. New Jersey: Prentice Hall Inc., 1993.
[10] Himmelblau, D. M., & Riggs, J. B. 1996. Basic Principle and Calculation in Chemical Engineering. Ney Jersey: Prentice Hall International Series.
[11] Kern, Donald Q. 1965. Process Heat Transfer. New York: McGraw-Hill International Editions, 1965.
[12] Kirk, R. E., and Othmer D. F. 1998. Encyclopedia of Chemical Technology, 4th ed. The Interscience Encyclopedia Inc. New York.
[13] National Center for Biotechnology Information. 2023. PubChem Compound Summary for CID 313, Hydrochloric Acid. Retrieved June 10, 2023 from https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hydrochloric-Acid.
[14] National Center for Biotechnology Information. 2023. PubChem Compound Summary for CID 5360315, Magnesium Chloride. Retrieved June 10, 2023 from https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Magnesium-Chloride.
[15] National Center for Biotechnology Information. 2023. PubChem Compound Summary for CID 14798, Sodium Hydroxide. Retrieved June 10, 2023 from https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-Hydroxide.
[16] Perry, Robert H, and Green, Don W. 1997. Perry's Chemical Engineers Handbook. 7th Edition. s.l. : Mc Graw-Hill, 1997.
[17] Perry, R.H., Green, D., 2008, Perry's Chemical Engineers' Handbook, 8th ed., McGraw Hill Companies Inc., USA.
[18] Surya, Lukman Hadi. 2008. Proses Perolehan Magnesium dengan Cara Elektrolisis Bahan Hidromagnesit dan Magnesium Oksida. Depok: FMIPA UI.
[19] Timmerhaus, Klaus D and Peters, Max S. 1991. Plant Design and Economics for Chemical Engineers. 4th Edition. New York: McGraw-Hill, 1991.
[20] Ulrich, Gael D. 1994. A Guide To Chemical Engineering Process Design And Economics. New York: s.n., 1994.
[21] World Integrated Trade Solution (WITS). 2023. Indonesia Chlorides; of Magnesium Imports by Country. Retrieved June 10, 2023, from https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/IDN/year/2021/tradeflow/Imports/partner/ALL/product/282731