

PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM SULFAT HEPTAHIDRAT DARI MAGNESIUM KARBONAT DAN ASAM SULFAT MENGGUNAKAN PROSES NETRALISASI DENGAN KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

Aprodhita Yulianingtyas¹, Agata Febby Ayuningtyas*¹

Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Corresponding Author: agatafebbyayuningtyas@gmail.com

Abstrak

Magnesium sulfat merupakan bahan kimia yang di butuhkan di Industri Indonesia. Salah satu jenis magnesium sulfat adalah garam epsom atau magnesium sulfat heptahidrat yang mengandung mineral-mineral magnesium. Namun saat ini belum ada pabrik yang memproduksi bahan kimia tersebut di Indonesia. Magnesium sulfat heptahidrat dalam skala besar digunakan dalam industri tekstil yaitu sebagai bahan celupan dengan warna anilin, pada pakaian dari bahan katun, sebagai koagulan dan bahan pengendap pada proses pengolahan air.

Bahan baku utama dalam pembuatan magnesium sulfat heptahidrat adalah magnesium karbonat dan asam sulfat. Berdasarkan data konsumsi dan perkembangan kebutuhan magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia, prarancangan pabrik direncanakan beroperasi dengan kapasitas 80.000 Ton/Tahun. Direncanakan, pembangunan pabrik dimulai pada tahun 2026 di daerah Purwakarta, Jawa Barat. Pabrik magnesium sulfat heptahidrat yang akan dibangun diproduksi dengan proses netralisasi. Magnesium karbonat dan asam sulfat direaksikan dalam reaktor dengan konversi 96,32% dengan suhu 65 °C dan tekanan 1 atm menggunakan reaktor continuous stirred tank reactor. Reaksi bersifat eksotermis sehingga untuk mempertahankan suhu, reaksi panas yang timbul harus secepatnya dihilangkan. Proses ini menghasilkan produk magnesium sulfat heptahidrat dengan kemurnian 99,5%. Bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi line and staff. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian menurut jam kerja yang terdiri dari Shift and non shift dengan tenaga kerja yang dibutuhkan sebanyak 124 orang.

Adapun hasil analisa ekonomi memberikan hasil Total Capital Investment (TCI) adalah sebesar Rp 335.041.715.996 dan diperoleh hasil penjualan yaitu sebesar Rp213.029.975.497. Selain itu diperoleh juga Return of Investment (ROI) sebelum pajak sebesar 29% dan sesudah pajak sebesar 18,7%. Pay Out Time (POT) sebelum pajak yaitu 2,97 tahun dan sesudah pajak 4,23 tahun. Sehingga diperoleh Break event point (BEP) sebesar 58,91% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 22,7%. Berdasarkan pertumbuhan hasil pertimbangan dan hasil evaluasi tersebut, maka pabrik magnesium sulfat heptahidrat dengan kapasitas 80.000 ton/tahun layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Epsom, Magnesium Sulfat, Magnesium Sulfat Heptahidrat, Magnesium Karbonat, Asam Sulfat

1. Pendahuluan

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-industri kimia dengan berbagai macam teknologi. Pada saat ini pemerintah Indonesia sedang melakukan

pengembangan dalam berbagai bidang industri. Salah satunya dengan cara memenuhi kebutuhan bahan-bahan industri melalui pendirian pabrik-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.





Magnesium sulfat merupakan garam yang paling penting diantara garam yang lainnya. Salah satu jenis garam magnesium sulfat adalah garam epsom atau magnesium sulfat heptahidrat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) yang mengandung mineral-mineral magnesium. Seiring dengan perkembangan industri terutama dalam bidang farmakologi, aplikasi lain yang ditemukan dalam kegunaan garam Epsom ini adalah sebagai obat pencahar (Kawamura dan Rao, 2007). Dengan bertambah banyaknya industri-industri kimia di Indonesia, terutama industri-industri yang berbahan dari plastik, tekstil, pupuk dan farmasi maka dapat dipastikan akan kebutuhan $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ sebagai salah satu bahan industri tekstil (conditioning agent), industri plastik (coagulant agent) dan bahan campuran industri pupuk dan farmasi akan semakin meningkat. Sehingga penting sekali adanya perencanaan pendirian pabrik magnesium sulfat di Indonesia, untuk membantu menyediakan bahan dalam industri-industri tersebut serta diharapkan juga dapat menjadi komoditi ekspor.

Penentuan kapasitas produksi magnesium sulfat heptahidrat berdasarkan pada data impor dari Badan Pusat Statistik 2015 sampai 2019. Magnesium sulfat heptahidrat semakin dibutuhkan di Indonesia, hal ini dapat dilihat dari jumlah impor magnesium sulfat heptahidrat selama kurun waktu tahun 2015 sampai 2019 seperti ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Impor Magnesium Sulfat Heptahidrat

Tahun	Data Impor (Ton/tahun)	Pertumbuhan (%)
2015	104.094,811	0,00
2016	154.910,160	32,80
2017	140.883,689	-9,96
2018	176.958,809	20,39
2019	183.451,567	3,54
Total	198.839,325	46,77
Rata-rata		9,35

Dari data di atas terlihat bahwa sebagian besar magnesium sulfat heptahidrat masih diimpor dari luar negeri. Impor magnesium sulfat heptahidrat tersebut didatangkan dari China, India dan negara lainnya. Impor tersebut

menunjukkan data konsumsi industri yang menggunakan bahan baku magnesium sulfat heptahidrat sangatlah besar.

Pabrik magnesium sulfat heptahidrat ini direncanakan akan didirikan pada tahun 2026, perkiraan kapasitas dapat dihitung berdasarkan metode *discounted*. Sehingga didapat peluang kapasitas pabrik magnesium sulfat heptahidrat yang akan didirikan sebesar 2026 yaitu sebesar 342.967,476 ton/tahun. Oleh karena itu, maka ditetapkan kapasitas rancangan pabrik yang akan kami dirikan pada tahun 2026 yaitu sebesar 80.000 ton/tahun yaitu 23,3% dari kapasitas magnesium sulfat heptahidrat untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri.

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-Jenis Proses

Ada beberapa proses dalam pembuatan magnesium sulfat heptahidrat dan untuk perbedaan proses-proses pembuatannya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Perbandingan Jenis Proses

Kondisi operasi	Proses		
	A	B	C
Suhu	70°C-100°C	150°C	65°C
Tekanan	1atm	1atm	1atm
Konversi	70%	66%	96,32%
Reaksi	Ada 2 fase, yaitu: a). $Mg(OH)_2 + CO_2 \rightarrow MgCO_3$ b). $MgCO_3 + CaSO_4 \rightarrow MgSO_4 + CaCO_3$	$Mg(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2O$	$MgCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2O + CO_2$

Keterangan:

A = Produksi Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Hidroksida dengan Kalsium Sulfat

B = Produksi Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Air Laut

C = Produksi Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dengan Asam Sulfat





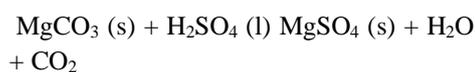
Berdasarkan uraian diatas, maka dalam prarancangan pabrik magnesium sulfat heptahidrat di pilihlah proses C dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Proses yang digunakan lebih aman dilihat dari kondisi operasi yang digunakan dimana proses C memiliki suhu operasi lebih rendah dari proses A dan B yaitu 65 °C dengan konversi produk yang besar daripada proses A dan B yaitu sebesar 96,32%.
2. Bahan baku yang digunakan mudah didapatkan karena ada pabrik dalam negeri yang memproduksi asam sulfat dengan kapasitas produksi yang besar.

2.2 Uraian Proses

Proses pembuatan magnesium sulfat heptahidrat menggunakan bahan baku magnesium karbonat dan asam sulfat dilakukan dengan 3 tahap, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
Bahan baku yang masih berupa magnesium karbonat yang disimpan dalam gudang penyimpan magnesium karbonat (F-120) diangkut oleh *belt conveyor* (J-121) menuju ke *bucket elevator* (J-122) kemudian masuk ke dalam *hopper* (F-123). Dari *hopper* magnesium karbonat dimasukkan ke *reactor* (R-210). Sedangkan bahan baku yang berupa asam sulfat dialirkan ke *mixer* (M-130) dengan pompa untuk diencerkan dengan air sebelum diumpankan ke *reactor* (R-210).
2. Tahap reaksi
Pada tahap reaksi ini difungsikan untuk mereaksikan antara bahan baku magnesium karbonat dan asam sulfat di dalam reaktor, adapun persamaan reaksinya adalah:



Dalam reaktor ini proses berlangsung isothermal pada fase cair dengan suhu 65oC dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu operasi maka panas yang timbul tersebut diserap oleh air yang mengalir pada koil yang berada di dalam

reaktor. Air pendingin yang dipompakan masuk pada suhu 30°C dan keluar pada suhu 45°C panas.

3. Tahap pemisahan dan pemurnian produk
Produk keluar reaktor dialirkan menuju ke rotary drum vacum filter (H-310) yang berfungsi untuk memisahkan padatan impuritas dan filtrat. Adapun filtrat magnesium sulfat diumpankan ke evaporator (V-320) untuk dipisahkan. Larutan jenuh yang keluar dari evaporator dikristalkan di kristalizer (X-330) sehingga sebagian larutannya adalah larutan jenuh. Kemudian produk kristal akan diangkut dengan screw conveyor (J-331) menuju rotary dryer (B-340) (Geankoplis, 1993). Rotary Dryer berfungsi untuk mengeringkan padatan dari kandungan air. Kebutuhan pemanas rotary dryer disuplai oleh heat exchanger (E-343) dimana udara panas dihembuskan oleh blower (G-341). Produk rotary dryer berupa kristal kering akan diteruskan ke ball mill (C-350) untuk disamakan ukurannya berupa granular, kemudian ditampung dalam bin produk (F-360). Selanjutnya produk kristal dipacking dan dipasarkan untuk dijual.

3. Utilitas

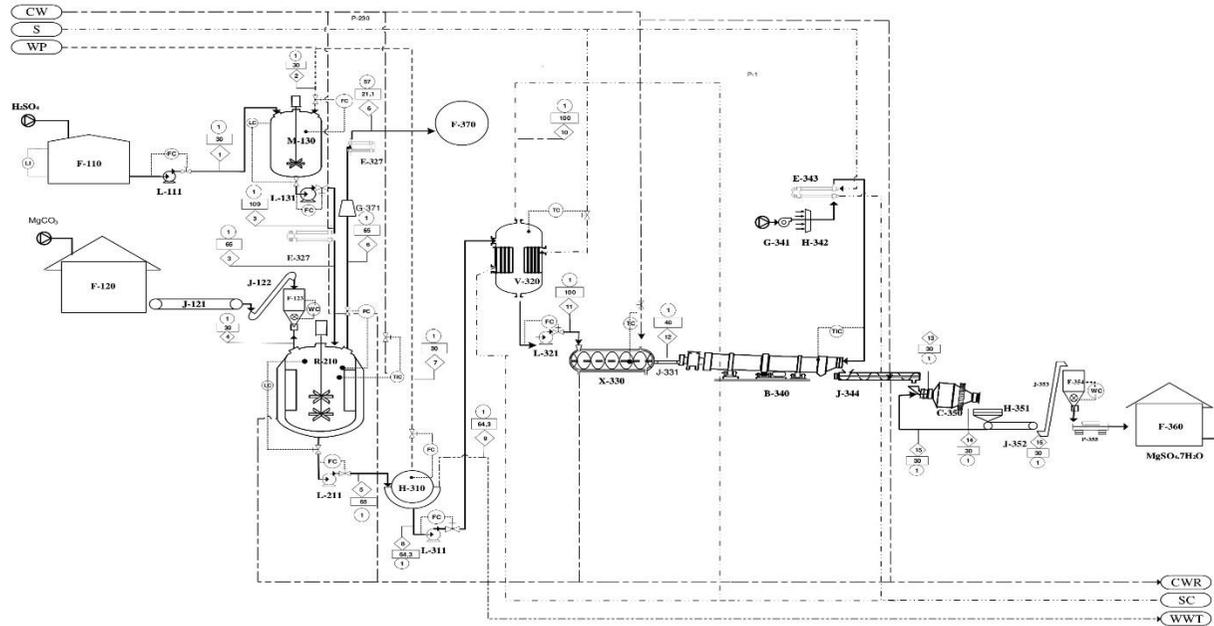
Sumber air yang digunakan pada pabrik magnesium sulfat heptahidrat diperoleh dari sungai citarum. Air yang digunakan adalah sebesar 47167,6913 kg/jam. kebutuhan listrik pabrik disuplai oleh PLN dengan generator sebagai cadangan energi. keperluan keseluruhan utilitas yang diperlukan untuk beroperasinya pabrik magnesium sulfat heptahidrat dapat dilihat pada **Tabel 3** sebagai berikut.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	1313,7485 kg/ jam
Listrik	1185,1740 kW
Bahan bakar	100,2544 L/jam
limbah	135,0180 L/jam



PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM
PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM SULFAT HEPTAHIDRAT DARI MAGNESIUM KARBONAT
DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN



KETERANGAN			
Aliran Proses	Aliran Proses		
CW	Cooling Water		Nomer Aliran
CWR	Cooling Water Return		Temperature (°C)
S	Steam		Tekanan (atm)
SC	Steam Condenser		Bahan Baku
WWT	Water Waster Treatment		Produk
WP	Water Process		
TC	Temperature Indicate Control		Level Indikator
FC	Flow Indicate Control		Level Control
A	Pressure Indicator		Weight Control
No.	Kode	Nama Alat	Jumlah
31	G-371	Kompressor	1
30	F-370	Tangki Karbon Dioksida	1
29	F-360	Gudang Magnesium Sulfat Heptahidrat	1
28	F-354	Bin Magnesium Sulfat Heptahidrat	1
27	J-353	Bucket Elevator	1
26	J-352	Belt Conveyor	1
25	H-351	Screenner	1
24	C-350	Ball Mill	1
23	J-344	Cooling Conveyor	1
22	E-343	Heater	1
21	H-342	Filter Udara	1
20	G-341	Blower	1
19	B-340	Rotary Dryer	1
18	J-331	Screw Conveyor Rotary Dryer	1
17	X-330	Crystalizer	1
16	E-372	Cooler Karbon Dioksida	1
15	L-321	Pompa Evaporator	1
14	V-320	Evaporator	1
13	L-311	Pompa Rotary Drum Vacuum Filter	1
12	H-310	Rotary Drum Vacuum Filter	1
11	L-211	Pompa Reaktor	1
10	R-210	Reaktor	1
9	E-132	Cooler Asam Sulfat	1
8	L-131	Pompa Mixer	1
7	M-130	Mixer Asam Sulfat	1
6	J-123	Hopper Magnesium Karbonat	1
5	J-122	Bucket Elevator	1
4	J-121	Screw Conveyor Magnesium Karbonat	1
3	F-120	Gudang Magnesium Karbonat	1
2	L-111	Pompa Asam Sulfat	1
1	F-110	Tangki Asam Sulfat	1

Neraca Massa (kg/jam)	
Komponen	Aliran
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
H2SO4	821,5898787 - 821,5898787 - 704 25,91529217 - 30,23 - 30,14 0,09 - 30,14104663 30,14104663 30,14104663 30,74 0,602820933 30,14
MgCO3	- - - 23,81285532 23,81285532 - - - - - - - - - - - - - -
SiO2	- - - - - 355 - - - - - - - - - - - - - -
CO2	- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
MgSO4	- - - - - 969,01 - - - 962,15 6,856 - - 962,150274 19,24300548 19,24300548 19,63 0,38486011 19,24
MgSO4 . 7H2O	- 960,3607642 960,3607642 979,57 19,20721528 960,36
Air	16,76714038 2182,194006 2198,961146 - 2344,31 - 2378,62 - 2360,810855 17,80968948 0,35619379 0,35619379 0,36 0,007123876 0,36
Air pencuci	- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
Udara	- - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
TOTAL	838,3570191 2182,194006 3020,551025 728,0327514 3393,281364 355,3024115 51,46261874 3370,91 73,83 2360,810855 1010,10101 1010,10101 1010,10101 1030,30303 20,2020202 1010,10

Diperiksa Oleh : AGATA FEBRY AVENINGTYAN (1710014239001)	Diperiksa Oleh : Prof. Dr. Mikasa Dharwan Putra, ST., M.Tc., Ph.D. (1902000) 200212 2003
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG LAMPUNG BANJARAN 36012	

Gambar 1 Process Flow Diagram



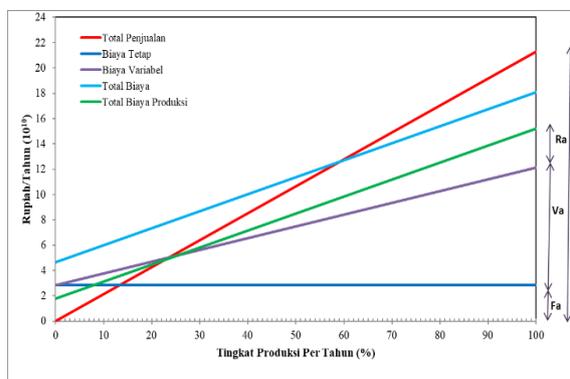
4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi harus dilakukan untuk mengetahui seberapa besar keuntungan yang diperoleh oleh pabrik ini sehingga dapat dikategorikan layak atau tidak layak untuk didirikan. Hasil analisis ekonomi pabrik magnesium sulfat heptahidrat dapat dilihat pada **Tabel 4** sebagai berikut.

Tabel 4 Analisa Ekonomi (Aries dan Newton, 1955)

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	18,7%	Min. 11%	Layak
POT	4,23 Tahun	Max. 5 Tahun	Layak
BEP	58,91%	40-60%	Layak
SDP	22,7%	20-40%	Layak

Return On Investment (ROI) adalah tingkat keuntungan yang diperoleh dari investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. *Pay Out Time* (POT) ialah *payback periode* atau waktu pengembalian modal (uang investasi) yang dihasilkan menurut profit yang dicapai. Sedangkan *Break Even Point* (BEP) merupakan titik yang menunjukkan tingkat biaya dan penghasilan sama. Titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan disebut *Shut Down Point* (SDP). SDP terjadi umumnya karena *variable cost* yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen akibat tidak ekonomis suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan laba). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik Amonium Nitrat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2 Grafik BEP dan SDP

5. Kesimpulan

Menurut hasil analisa teknis dan ekonomis pada Prarancangan Pabrik magnesium sulfat heptahidrat menggunakan bahan baku magnesium karbonat dan asam sulfat dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di Purwakarta, Jawa Barat pada tahun 2026 dengan kapasitas 80.000 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan adalah perseroan terbatas atau PT sementara bentuk organisasi berupa garis (*lines*) dan *staff*. Sedangkan total tenaga kerja yang dibutuhkan adalah 124 orang. Berdasarkan perhitungan ekonomi diperoleh nilai evaluasi ROI sebesar 18,7% dan POT selama 4,23 tahun. Adapun nilai BEP diperoleh sebesar 58,91% dan SDP sebesar 22,7%, sehingga dari hasil analisa yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat ini layak untuk dikaji ulang untuk didirikan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Abalia, Y., Copur, M. dan Yavuz, M. (2005): Determination of the optimum condition for dissolution of magnesite with ephH₂SO₄ solutions. *Indian Journal of Chemical Technology*. 13. 391-397.
- Aries, S. R. dan Newton, R. D. (1955): *Chemical Engineering Cost Estimation*. Mc.Graw Hill Book Company Inc. New York.
- Brown, G. G et all. 1956. *Unit Operation*. New York : John Wiley & Sons.
- Brownell, Llyod E and Edwin H.Y. 1959. *Process Equipment Design*. New York : John Wiley & Sons.
- Considine, Douglas M. 1985. *Instruments and Controls Handbook 3rd Edition*. USA: Mc.Graw-Hill, Inc.
- Coulson, J., Richardson, J., Backhurst, J. & Harker, J. 1991. Vol. 2: *Particle technology and separation processes*, Oxford [etc.]: Butterworth-Heinemann.
- Dogra, S. K. 1990. *Kimia Fisika Dan Soal-Soal*, Jakarta, Ui-Press.
- EPatent. (1984): *European Patent Office*. EP0110839A1.
- Geankoplis, C. J. (1993): *Transport Processes and Unit Operation*. Prentice Hall Inc. New York.

