

## PRARANCANGAN PABRIK MAGNESIUM SULFAT HEPTAHIDRAT DARI MAGNESIUM OKSIDA DAN ASAM SULFAT DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Asshifa\*<sup>1</sup>, Dwi Fortuna<sup>2</sup>

Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jln A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan  
\*Corresponding Author: [asshifashifa08@gmail.com](mailto:asshifashifa08@gmail.com)

### Abstrak

*Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) atau yang kita kenal dengan garam Epsom ini adalah jenis garam yang didalamnya terdapat didalam mineral-mineral yaitu magnesium dan juga dikenal dengan garam yang sangat penting yang mana dapat dimanfaatkan pada kegiatan industri seperti industri tekstil, pertanian dan lain sebagainya. Direncanakan pembangunan Prarancangan pabrik magnesium sulfat heptahidrat dari magnesium oksida dan asam sulfat dengan proses netralisasi kapasitas 50.000 ton/tahun. Pendirian pabrik nantinya berlokasi di wilayah Gresik Jawa Timur dengan luas tanah pabrik yaitu sebesar 44.000 m<sup>2</sup>. Pabrik ini memperkerjakan karyawan sebanyak 150 orang dan beroperasi selama kurang lebih 330 hari/tahun.*

*Reaksi yang berlangsung pada pabrik ini yaitu pada reaktor Continuous Stirrer Tank (CSTR) dengan kondisi temperaturnya 1 atm selama 1 jam dengan konversi 90%. Alat lainnya yaitu Crystallizer, Rotary Dryer, Evaporator, Rotary Drum Vacuum Filter sebagai unit pemurnian. Kemudian untuk unit utilitas yaitu terdiri dari kebutuhan steam, kebutuhan air, bahan bakar, listrik dan juga pengolahan limbah. Kebutuhan air didapatkan dari Sungai Bengawan Solo yang berdekatan sekali dengan wilayah pabrik, sedangkan untuk kebutuhan listrik diperoleh dari PLN daerah setempat dengan menggunakan dua buah cadangan generator sebagai energy yang berkapasitas sebesar 61,3933 kW dan untuk kebutuhan bahan bakarnya yaitu sebanyak 6,78112975 liter/jam.*

*Hasil daei analisa ekonomi menunjukkan Percent On Investment (ROI) untuk sebelum pajak dan ROI sesudah pajak berturut-turut sebesar 46,0648% dan 34,8421%, Pay out Time (POT) untuk sebelum pajak dan setelah pajak berturut-turut adalah sebesar 2,3773 tahun dan 3,2423 tahun. Pada Break Event Point (BEP) nilainya sebesar 41,74%. Untuk nilai Shut Down Point (SDPi nilainya yaitu sebesar 24,14%. Dapat disimpulkan dari analisa data diatas bahwa pembuatan pabrik magnesium sulfat heptahidrat dari magnesium oksida dan asam sulfat dengan proses netralisasi 50.000 ton/tahun adalah layak untuk didirikan di Indonesia.*

**Kata kunci:** Magnesium Oksida, Asam Sulfat, Magnesium Sulfat Heptahidrat dan CSTR

### 1. Pendahuluan

Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) atau yang kita kenal dengan sebutan garam Epsom ini adalah jenis garam yang didalamnya terdapat didalam mineral-mineral yaitu magnesium dan juga dikenal dengan sebutan garam Epsom yang sangat penting yang mana dapat dimanfaatkan pada kegiatan industri seperti contohnya industri tekstil, pertanian dan sebagainya. Dengan meningkatnya pertumbuhan Negara maka bertambah juga kebutuhan akan magnesium sulfat heptahidrat di Indonesia. Terbukti meningkatnya perkembangannya dapat dilihat pada tahun 2013 hingga 2018 impor magnesium sulfat di Indonesia semakin mengalami peningkatan. Seiring meningkatnya jumlah pengangguran sejak krisis ekonomi yang telah melanda Indonesia menjadi beban pemerintah

untuk menyediakan lapangan pekerjaan. Diharapkan pendirian pabrik sebagai bahan bakunya. Untuk membuat magnesium sulfat heptahidrat diperlukan bahan baku magnesium oksida dan asam sulfat dengan proses netralisasi yang mana bahan baku magnesium oksida diperoleh dengan mengimpor dari Jiangyou Xionghui Chemical Factory, China. Sedangkan bahan lainnya yaitu asam sulfat berasal dari PT. Perokimia, Gresik. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah magnesium sulfat heptahidrat yang di impor pada tahun 2013 hingga 2018 dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

**Tabel 1.** Data *Import* Magnesium Sulfat Heptahidrat di Indonesia

Tahun	Jumlah
2013	169.871
2014	183.451
2015	176.958
2016	140.883
2017	154.910
2018	104.094

Dilihat dari data diatas dapat diperkirakan jumlah akan kebutuhan magnesium sulfat heptahidrat pada tahun 2025 yang didapatkan pada perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich,1984):

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

Keterangan :

F = Nilai pada tahun ke-n

P = Besarnya data pada tahun sekarang (ton/tahun)

i = Kenaikan data rata-rata

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Hasil perhitungan *discounted method*, diperoleh peluang kapasitas produksi Magnesium Sulfat Heptahidrat di Indonesia pada tahun 2025 yaitu sebesar 50.000 ton/tahun.

## 2. Deskripsi Proses

### 2.1 Jenis-Jenis Proses

Proses untuk membuat magnesium sulfat heptahidrat berdasarkan pada penjelasan diatas, dari 3 pilihan proses yaitu yang pertama proses netralisasi yang kedua proses *Brine and Dollomite* dan yang ketiga proses Fransworth dapat dilihat pada perbandingan tabel dibawah ini pada **Tabel 2**.

Menurut **Tabel 2**, bahwa di pilihlah proses pembuatan magnesium sulfat heptahidrat yaitu dengan proses netralisasi hal tersebut disebabkan karena memiliki keunggulan antaralain:

- Pemeliharaan dan pengoperasiannya lebih mudah dan peralatan serta proses yang digunakan sangat sederhana.
- Bahan baku dalam pembuatan magnesium sulfat heptahidrat mendapatkannya sangat mudah dan murah
- Proses dengan netralisasi ini lebih sederhana dan aman sehingga dapat meminimalisir penekanan pada biaya pengadaan alat.

**Tabel 2** Perbandingan Jenis Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat

Kriteria	Proses		
	Netralisasi	Dollomite And Brine	Fransworth
Suhu Reaksi		1023 K	413 K
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm	5 atm
Fase Reaksi	Cair-Padat	Padat-Cair-Padat	Cair-Padat
Yield	95	91	93
Konversi	98	92	93
Bahan Baku	MgO dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Dollomite and Brine	CaSO <sub>4</sub> dan Mg(OH) <sub>2</sub>

### 2.1 Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat Dengan Proses Netralisasi

Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dengan proses netralisasi dapat dibagi menjadi beberapa tahapan proses sebagai berikut.

#### 1. Tahapan Persiapan Bahan Baku

Tahap pertama proses ini yaitu menyiapkan magnesium oksida (MgO) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). MgO yang diimpor dari Jiangyou Xionghui Chemical Factory, China disimpan dalam gudang penyimpanan magnesium oksida yang kemudian dimasukkan kedalam hopper yang dibawa oleh *belt conveyor* menuju ke *bucket elevator*. Lalu magnesium oksida dimasukkan ke reaktor. Sedangkan bahan baku yang kedua yaitu asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) yang didapatkan dari PT. Petrokimia Gresik yang memiliki konsentrasi 98% dialirkan ke *mixer* dengan pompa untuk diencerkan dengan air menjadi 22% sebelum diumpankan ke reaktor.

#### 2. Tahap Reaksi

Pada tahap reaksi ini proses berlangsungnya reaksi terjadi di reaktor CSTR pada tekanan 1 atm dengan suhu 70°C berjalan dengan waktu 30 menit dengan reaksinya berikut:



Reaktor ini dilengkapi dengan *jacket* pendingim dan pengaduk. Adapun fungsi koil pendingin adalah karena pada suhu reaktor yang mengeluarkan energi yang bersifat mengeluarkan panas atau eksotermis maka fungsinya untuk menyerap panas dan sebagai penstabil suhu pada reaktor tersebut.



### 3. Tahapan Pemurnian dan Pemisahan

Keluaran produk dari reaktor dialirkan menuju ke RDVF (*rotary drum vacum filter*) yang fungsinya sebagai pemisah antara impuritas dan filtrat dari padatan dengan kondisi operasi suhu (T) = 80 °C untuk tekanan 2-26 inHg atau juga disebut vakum (Brown, 1950). *Short Tube Vertical Evaporator* adalah jenis evaporator yang dipakai karena jenis evaporator ini fluida dengan viskositas < 10 cP sehingga jenis evaporator ini yang dipilih (Tabl 4-7 Ulrich, 1984). *Impuritas* yang berupa *cake* akan dibuang ke UPL. Adapun untuk memekatkan larutan magnesium sulfat yaitu dengan diumpukan ke *evaporator*. Keluaran dari *evaporator* yang berupa larutan jenuh selanjutnya dikristalkan di kristaliser sehingga dapat terbentuk kristal  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ . Kemudian produk Kristal dibawa menuju ke *rotary dryer* dengan menggunakan *screw conveyor*.

### 4. Tahap Pengemasan

*Rotary Dryer* fungsinya yaitu untuk mengeringkan padatan dari kandungan air. Untuk menyuplai kebutuhan pemanas dari *rotary dryer* yaitu disuplai dari *heat exchanger* yang mana udara panas didapatkan dari hembusan *blower*. Hasil keluaran *Rotary Dryer* merupakan produk magnesium sulfat heptahidrat yang berbentuk butiran garam yang selanjutnya diperkecil ukurannya menggunakan *ball mill*. Selanjutnya *epsol salt* ini diangkut menuju ke *bin* Produk dengan menggunakan *Bucket elevator* lalu diproses dalam unit pengkantongan. Selanjutnya produk kristal *dipacking* dan dipasarkan untuk dijual.

### 3. Utilitas

Sumber air yang digunakan pada pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat yaitu diperoleh dari Sungai Bengawan Solo. Air sungai yang dibutuhkan adalah sebesar 70.569,0799 kg/jam. Dari kebutuhan listrik yang bersumber dari PLN setempat dengan menggunakan 2 buah cadangan generator yang berkapasitas 61,3933 kW yang membutuhkan bahan bakar berupa solar sebanyak 6,7811 liter/jam. Kebutuhan total utilitas yang diperlukan untuk rancangan industri pabrik magnesium

sulfat heptahidrat ditunjukkan tabel 3.

**Tabel 3.** Kebutuhan Utilitas Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	1529,625 kg/jam
Cooling Water	45.397,6557 kg/jam
Listrik	61,3933 kW
Bahan Bakar	6,78112975 L/jam

### 4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi perlu dilakukan agar mengetahui berapa besar keuntungan yang didapatkan oleh pabrik ini sehingga bisa dikategorikan tidak layak atau layaknya untuk didirikan nantinya. Berikut dapat dilihat analisis ekonomi dari pembuatan pabrik magnesium sulfat heptahidrat pada Tabel 4.

ROI (*Return on Investment*) yaitu merupakan tingkatan laba yang dihasilkan dari suatu investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. POT (*Pay Out Time*) yaitu *payback period* atau disebut dengan waktu pengembalian uang investasi atau modal yang dihasilkan dari profit yang telah dicapai. Adapun titik yang menunjukkan penghasilan sama dan tingkatan biaya disebut dengan BEP (*Break Event Point*). Dan untuk titik yang menentukan pada saat suatu aktivitas suatu produksi diberhentikan disebut SDP (*Shut Down Point*). Penyebab terjadinya SDP biasanya terjadi *variable cost* yang terlalu tinggi karena suatu aktivitas atau produksinya tidak menghasilkan keuntungan atau laba. Dapat dilihat gambar 2 analisa kelayakan ekonomi pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat.

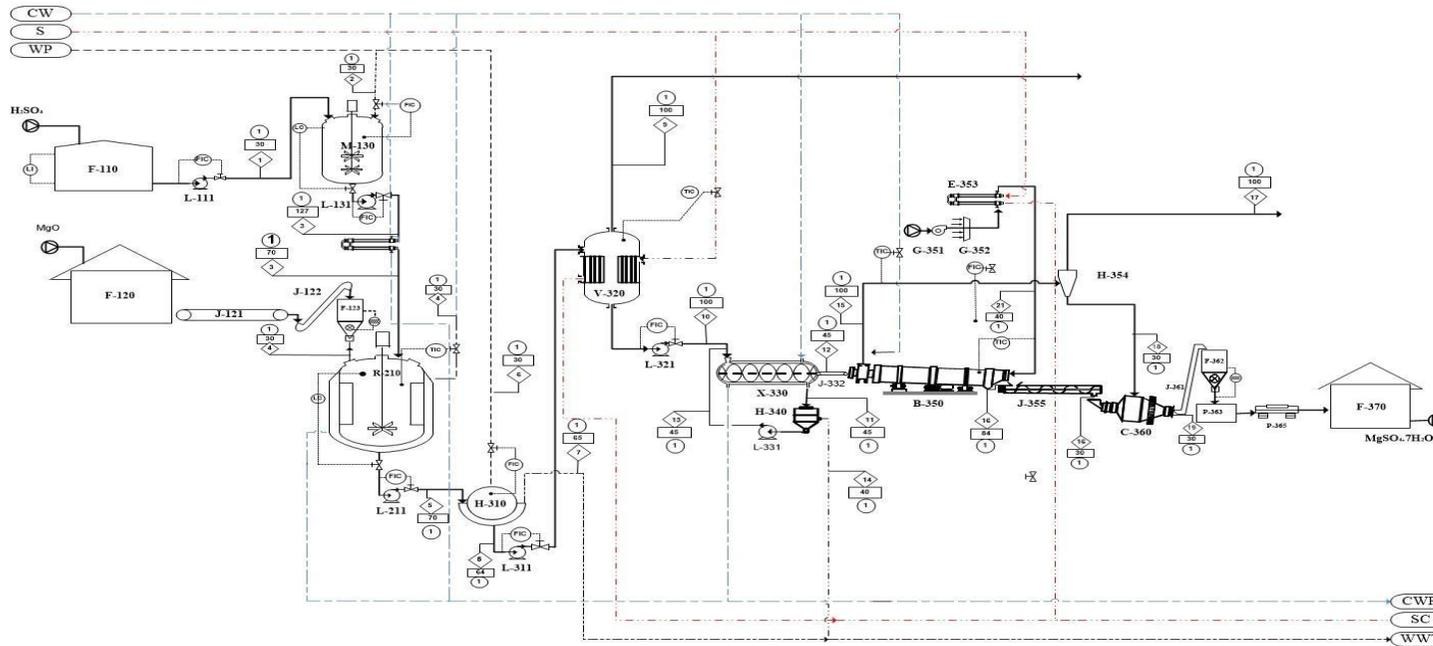
**Tabel 4.** Uji Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	34,8%	Min. 11%	Layak
POT	2,37	Max. 5 tahun	Layak
BEP	41,7%	40-60%	Layak
SDP	24,1%	20-40%	Layak



# FLOWSHEET

## PABRIK MAGNESIUM SULFAT HEPTAHIDRAT DARI MAGNESIUM OKSIDA DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Komponen	Arus																			
	Arus 1	Arus 2	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6	Arus 7	Arus 8	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13	Arus 14	Q Supply	Arus 15	Arus 16	Arus 17	Arus 18	Arus 19
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4705,5161	-	4705,5161	-	94,1103	-	0,3186	94,4289	-	94,4289	89,7075	4,7214	-	89,7075	-	-	4,7214	-	-	4,7214
MgO	-	-	1935,0235	39,7005	-	38,7005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Si	-	-	19,5457	19,5457	-	19,5457	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgSO <sub>4</sub>	-	-	-	5646,6194	-	39,9532	5686,5726	-	-	5686,5726	110,2058	5,8003	113,7315	-	-	-	5,8003	-	-	5,8003
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6345,8959	-	-	-	65,4590	6480,4370	0,0655	65,3935	6313,6256
Air	96,0509	16587,1626	16683,1936	-	-	-	17641,7476	8820,8738	8820,8738	7561,3120	397,9638	-	7561,3120	-	375,5916	22,3722	375,5916	-	-	22,3722
Air penguap	-	-	-	-	-	83,6708	0,0000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Udara	-	-	-	-	-	0,0000	0,0000	-	-	-	-	-	-	-	19662,7852	19662,7852	-	19662,7852	-	-
<b>TOTAL</b>	4801,5471	16587,1626	21388,7097	1954,5692	5798,9758	83,6708	126,4083	23422,7491	8820,8738	14601,8753	7761,2253	6954,3815	113,7315	7651,0195	19662,7852	20103,8357	6513,3309	20038,4422	65,3935	6346,5195

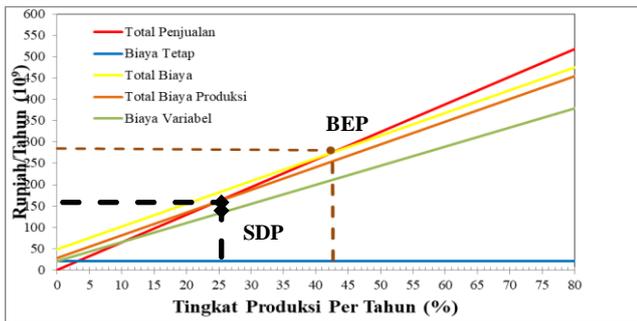
KETERANGAN			
Aliran Proses		Aliran Proses	
	Cooling Water		Nomer Aliran
	Cooling Water Return		Temperatur (°C)
	Steam		Tebalan (mm)
	Steam Condensate		Rakus Balok
	Water Water Treatment		Produk
	Water Process		Level Indicator
	Temperatur Indicator Control		Level Control
	Flow Indicator Control		Weight Control
	Pressure Indicator		

No.	Kode	Nama Alat	Jumlah
31	F-370	Gudang Magnesium Sulfat Heptahidrat	1
30	P-365	Unit Pengemasan	1
29	F-363	Bin Magnesium Sulfat Heptahidrat	1
28	F-362	Hopper	1
27	J-361	Bucket Elevator	1
26	C-360	Ball Mill	1
25	J-355	Cooling Conveyor	1
24	H-354	Cyclone	1
23	G-353	Heater	1
22	G-352	Filter Udara	1
21	G-351	Blower Udara	1
20	B-350	Rotary Dryer	1
19	H-340	Dekantir	1
18	J-332	Screw Conveyor	1
17	L-331	Pompa Crystallizer	1
16	X-330	Crystallizer	1
15	L-321	Pompa Umpan Crystallizer	1
14	V-320	Evaporator	1
13	L-311	Pompa Umpan Evaporator	1
12	H-310	Rotary Drum Vacuum Filter	1
11	L-211	Pompa Rotary Drum Vacuum Filter	1
10	R-210	Reaktor	1
9	E-132	Cooler	1
8	L-131	Pompa Umpan Reaktor	1
7	M-130	Mixer Asam Sulfat	1
6	F-123	Hopper Magnesium Oksida	1
5	J-122	Bucket Elevator	1
4	J-121	Screw Conveyor	1
3	F-120	Gudang Magnesium Oksida	1
2	L-111	Pompa Asam Sulfat	1
1	F-110	Tangki Penyimpanan Asam Sulfat	1

Dibuat Oleh :		Diperiksa Oleh :	
DWI FORTUNA (1610814110005) ASSHIFA (1610814320000)		MUTHIA ELMA, S.T., M.Sc., Ph.D. (19740521 200212 2 003)	
<b>FLOWSHEET</b> <b>PABRIK MAGNESIUM SULFAT HEPTAHIDRAT DARI MAGNESIUM OKSIDA</b> <b>DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN</b>			
		PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT BANJARBARU	



**Gambar 2.** Grafik BEP dan SDP

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisa diatas pada pabrik pembuat magnesium sulfat heptahidrat dari hasil reaksi magnesium oksida dan asam sulfat dengan proses netralisasi berkapasitas 50.000 ton/tahun. maka diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur pada tahun 2025 dengan kapasitas 50.000 ton/tahun. Perusahaan dengan bentuk hukum PT atau Perseroan Terbatas sedangkan bentuk organisasi berupa garis (*lines*) dan *staff*. Adapun total

tenaga kerja yang dibutuhkan sebesar 150 orang. Dari evaluasi ekonomi didapatkan nilai ROI yaitusebesar 34,8% dan POT sebesar 2,37 tahun. Kemudian diperoleh BEP sebesar 41,7% dan SDP sebesar 24,1% sehingga dapat disimpulkan dari hasil analisa yang didapat bahwa pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat ini layak untuk didirikan di Indonesia.

## Daftar pustaka

- BPS (Badan Pusat Stastitik). (2013-2019) Statitik Indonesia
- Patent of Europe "Method of preparing magnesium sulphate from mixtures of salts" no.patent EP0110839A1
- Perry, R.H., 1984, "Perry's Chemical Engineers Hand Book" 7 ed., Mc.Graw Hill Book Company Inc., New York.
- Ulrich ., 1984 "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics". New York.
- Smith, J.M., and Van Ness,H.C., 2005, "Introduction to Chemical EngineeringThermodynamics", 7<sup>rd</sup>. Ed. Mc. Graw Hill, New York.
- UNdata (2013-2018): Data Ekspor Impor Magnesium Sulfat Heptahidrat di Indonesia.

