



## BAB II

### URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

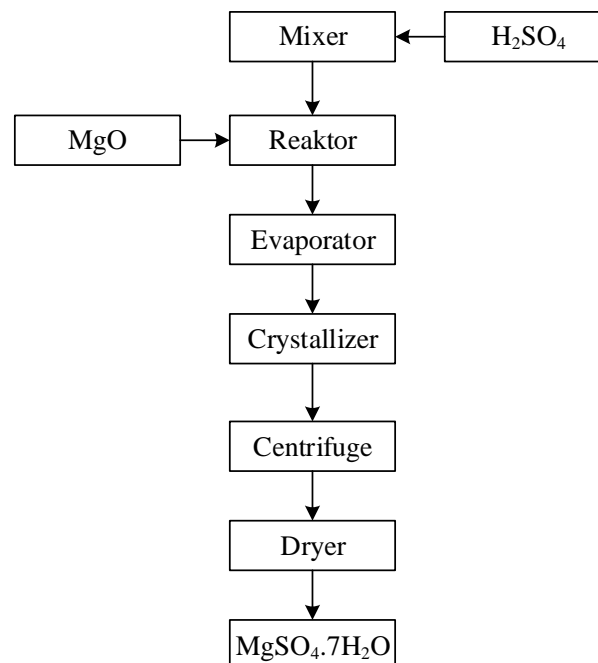
Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dapat diproduksi dengan tiga macam proses sehingga diperlukan seleksi untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Seleksi proses didasarkan pada aspek teknis dan nilai ekonomis. Proses yang menguntungkan ditinjau dari kedua aspek tersebut, kemudian dipilih untuk membuat proses

#### II.1 Macam-Macam Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat

Ada beberapa macam proses pada pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat ditinjau dari proses pembuatannya yang digunakan, yaitu antara lain proses:

##### 1. Proses Netralisasi

Magnesium Sulfat Heptahidrat dapat diproduksi dari bahan baku yang mengandung Magnesium Oksida ( $\text{MgO}$ ) dengan tahapan sebagai berikut:



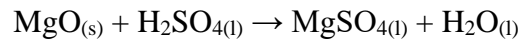
Gambar II.1 Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dengan Proses Netralisasi

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

### “Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Oksida dan Asam Sulfat dengan Proses Netralisasi”



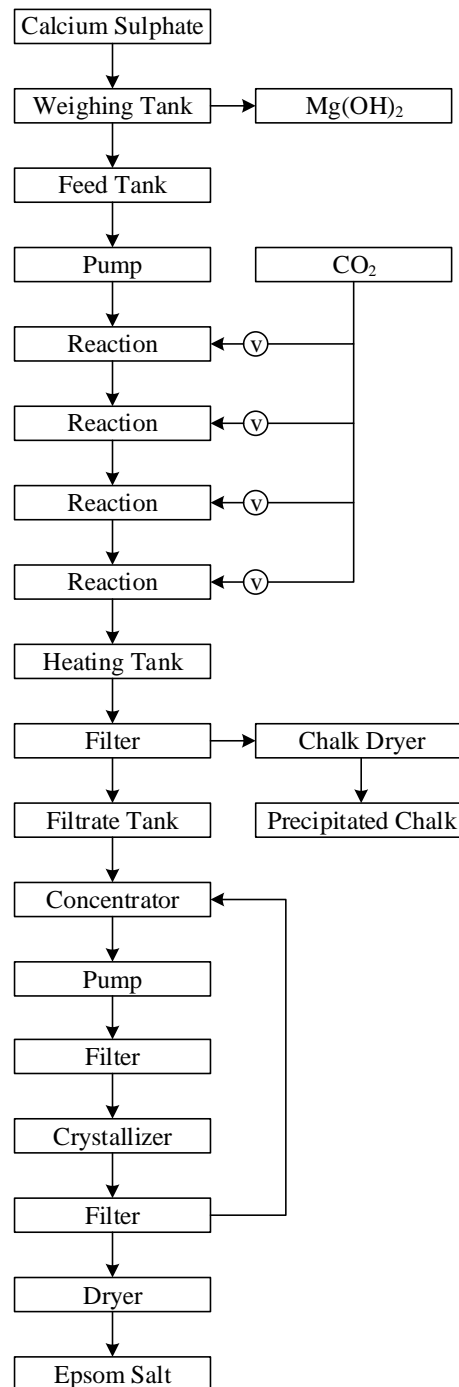
Reaksi ini berlangsung pada suhu 90oC, tekanan 1 atm. Kemudian larutan produk yang terbentuk masuk ke dalam evaporator untuk pemekatan dan pemurnian cairan MgSO<sub>4</sub> dan selanjutnya dimasukkan ke crystallizer untuk diperoleh Kristal produk MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O. Produk yang keluar dari crystallizer diumpankan menuju centrifuge untuk dipisahkan kristal MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O dan mother liquor. Produk yang sudah di kristalkan kemudian masuk ke dryer untuk dikeringkan dan selanjutnya dilakukan pengemasan sebagai produk akhir (Demosthenous,2015)



## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Oksida dan Asam Sulfat dengan Proses Netralisasi”

### 2. Proses Farnsworth



Gambar II.2 Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dengan Proses Farnsworth

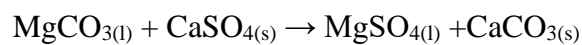
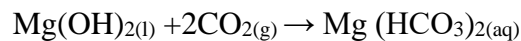


## Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik

### “Pabrik Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Oksida dan Asam Sulfat dengan Proses Netralisasi”

---

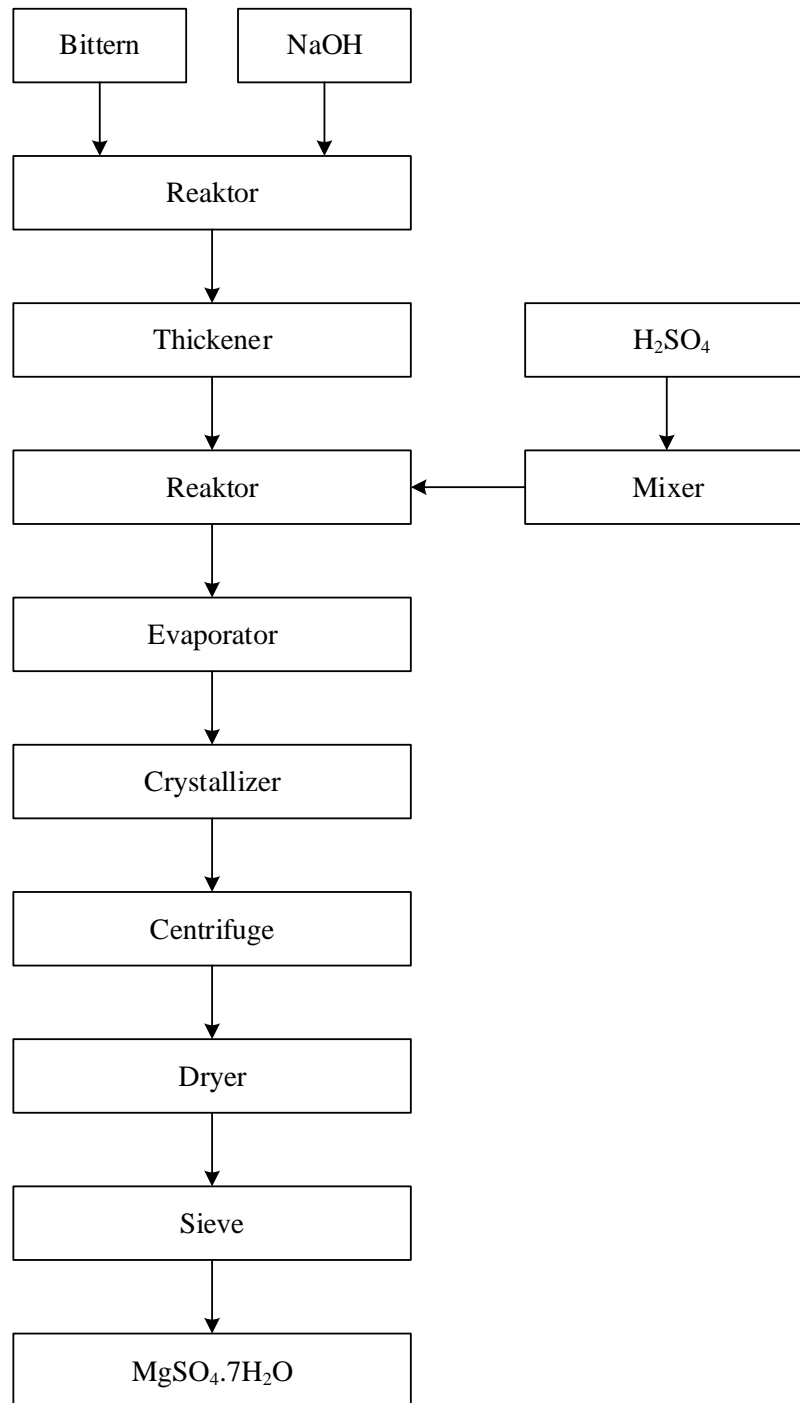
Proses ini pertama kali ditemukan oleh Farnsworth pada tahun 1937, dengan bahan baku  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  dan Kalsium Sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ). Kedua bahan baku tersebut idatur perbandingan komposisinya dalam weighing tank sebelum diumpankan kedalam feed tank. Suspense kemudian akan dipompa dan dikarbonasi dengan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) didalam reactor yang bertujuan untuk membentuk magnesium karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ), dengan reaksi sebagai berikut:



Reaksi karbonasi berlangsung pada suhu 70-100°C, sehingga diperoleh larutan magnesium bikarbonat aqueous, kemudian difiltrasi untuk menghasilkan magnesium karbonat tak larut. Magnesium karbonat yang terbentuk direaksikan dengan gypsum ( $\text{CaSO}_4$ ) untuk menghasilkan magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ). Konversi yang didapatkan dari  $\text{MgSO}_4$  sebesar 70% dan diteruskan secara terus menerus dengan ditambahkan  $\text{CO}_2$ . Keluaran reactor kemudian diumpankan ke heating tank untuk proses pemanasan yang guna untuk menghilangkan gas karbondioksida yang tersisa. Selanjutnya, dilakukan filtrasi untuk pemisahan endapan kapur ( $\text{CaCO}_3$ ). Hasil filtrate kemudian dipekatkan dalam concentrator, kemudian difilter kembali dan dilanjutkan proses kristalisasi menggunakan crystallizer. Kristal magnesium sulfat heptahidrat di diltrasi kembali dan dikeringkan untuk menghasilkan produk Epsom salt (Farnsworth, 1941).



3. Bittern Process



Gambar II.3 Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dengan Bittern Process

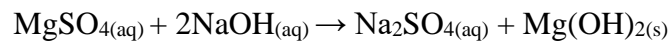
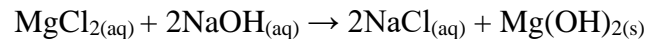
Larutan Magnesium Sulfat Heptahidrat dapat dibuat dengan tahapan mengolah Bittern dengan NaOH untuk mendapatkan  $Mg(OH)_2$ . Kemudian



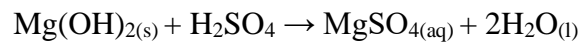
---

dilakukan pencucian endapan dan dilanjutkan perubahan  $Mg(OH)_2$  menjadi larutan  $MgSO_4$  dengan penambahan  $H_2SO_4$  dan diakhiri dengan kristalisasi.

Bittern mengandung garam  $MgCl_2$  dan  $MgSO_4$ . Bittern dialirkan menuju reactor I untuk direaksikan dengan  $NaOH$  pada suhu  $35,7^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Terjadi reaksi antara  $MgSO_4$  dan  $MgCl_2$  dengan  $NaOH$  sebagai berikut:



Asam Sulfat 98% dilarutkan dalam tangka pengenceran pada suhu  $78,6^\circ C$  agar dihasilkan asam sulfat 40%. Produk hasil reactor I dialirkan menuju Thickener untuk dilakukan pemisahan antara  $Mg(OH)_2$  yang mengendap dengan garam-garam yang lain ( $2NaCl$  dan  $Na_2SO_4$ ). Aliran underflow yang keluar dari Thickener dialirkan menuju ke Reaktor II untuk pereaksian endapan  $Mg(OH)_2$  dengan Asam Sulfat 40%. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Reaksi tersebut terjadi pada suhu  $82^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Hasil produk reactor II dialirkan menuju evaporator dan kemudian di kristalkan menggunakan Crystallizer pada tekanan 1 atm dan suhu  $47^\circ C$  untuk mendapatkan kristal  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ . produk yang keluar dari crystallizer berupa Slurry yang diumpankan menuju Centrifuge untuk dilakukan peisahan antara kristal  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  dengan mother liquor. Kristal yang terbentuk diangkut menuju Rotary Dryer untuk dikeringkan, sedangkan mother liquor yang tidak mengkristal dikembalikan menuju evaporator untuk dilakukan pemekatan. Hasil produk rotary dryer dilanjutkan menuju size reduction menggunakan Ball Mill dan Vibrating Screen dengan ukuran 150 mesh. Kemudian hasil Kristal yang seragam ditampung dalam silo dan dilanjutkan pengemasan (Rasmito, et al., 2010).



## II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian proses diatas, maka didapatkan perbandingan masing-masing proses berikut:

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat

Kondisi Operasi	Proses		
	Netralisasi	Fransworth	Bittern
Suhu	60-70°C	70-100°C	80°C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Konversi	95-98%	70%	80%
Bahan Baku	MgO dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Mg(OH) <sub>2</sub> dan CaSO <sub>4</sub>	Bittern, NaOH, dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Hasil Produk Samping	Tidak menghasilkan	CaCO <sub>3</sub>	Tidak menghasilkan
Aliran Proses	Sederhana	Kompleks	Sederhana
Peralatan	Sederhana	Kompleks	Kompleks

Berdasarkan perbandingan masing-masing proses diatas, maka dipilih pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dengan proses netralisasi, dengan beberapa pertimbangan berikut:

1. Konversi reaksi menggunakan proses netralisasi lebih besar dibanding proses lain
2. Peralatan yang digunakan lebih sederhana dan tidak membutuhkan alat yang rumit, sehingga biaya operasional dan investasi relatif rendah
3. Tidak menghasilkan produk samping yang berbahaya

## II.3 Uraian Proses

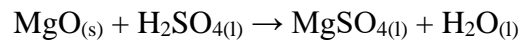
Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O) dari Magnesium Oksida (MgO) dan Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dengan proses netralisasi diawali dengan mengencerkan Asam Sulfat 98% menjadi 25% di mixer. Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) hasil pengenceran kemudian dialirkan menuju heater untuk dipanaskan hingga suhu 65°C sesuai dengan kondisi operasi reaktor. Magnesium Oksida dari gudang penyimpanan diumpankan menuju hopper menggunakan screw



---

conveyor dan bucket elevator yang kemudian dimasukkan ke dalam reactor untuk direaksikan dengan Asam Sulfat.

Di dalam reaktor, Magnesium Oksida dan Asam Sulfat bereaksi dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



Proses ini berlangsung di reaktor RATB pada tekanan 1 atm dengan suhu 90°C selama 4 jam dan pH diatur antara 3-5. Reaktor ini dilengkapi dengan jacket pendingin dan pengaduk. Adapun fungsi jacket pendingin adalah karena reaksi yang terjadi berlangsung secara eksotermis atau bersifat mengeluarkan panas maka fungsinya untuk menyerap panas dan sebagai penstabil suhu pada reaktor tersebut (Demosthenous, 2015)

Produk keluaran dari reaktor berupa *slurry* dipisahkan menggunakan *filter press* antara *cake* dan filtratnya. *Cake* akan disimpan di penyimpanan *cake*, sedangkan filtratnya dialirkan menuju evaporator untuk dipisahkan larutannya pada suhu 100°C. Hasil dari evaporator kemudian dialirkan menuju *crystallizer* agar terjadi pengkristalan pada suhu 30°C yang kemudian dialirkan menuju *centrifuge* untuk pemisahan kristal dengan *mother liquor*-nya. *Mother liquor* tersebut akan di *recycle* menuju evaporator untuk dipisahkan kembali, sedangkan kristal dibawa menggunakan *screw conveyor* menuju *dryer* untuk penghilangan kadar air pada permukaan kristal dengan suhu 100°C dengan bantuan udara panas. Kristal hasil keluaran *dryer* dibawa menuju *cooling conveyor* untuk didinginkan hingga suhu 30°C yang dilanjutkan dengan pengecilan ukuran dan penyetaraan ukuran di *ball mill*. Kemudian kristal ditampung di Silo untuk dilakukan pengemasan dan penjualan.