

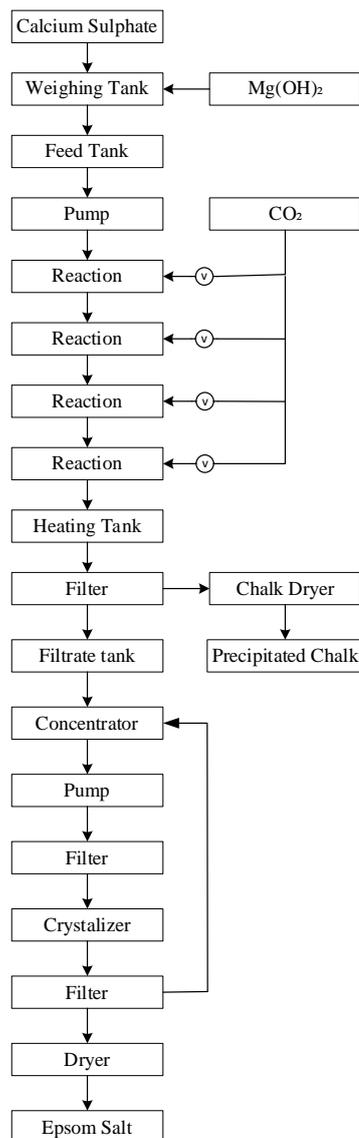


BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

Proses pembuatan magnesium sulfat heptahidrat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya yang paling sering digunakan pada skala industri saat ini yaitu :

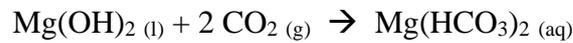
- 1) Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Hidroksida dengan Kalsium Sulfat



Gambar II.1 Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Hidroksida dengan Kalsium Sulfat



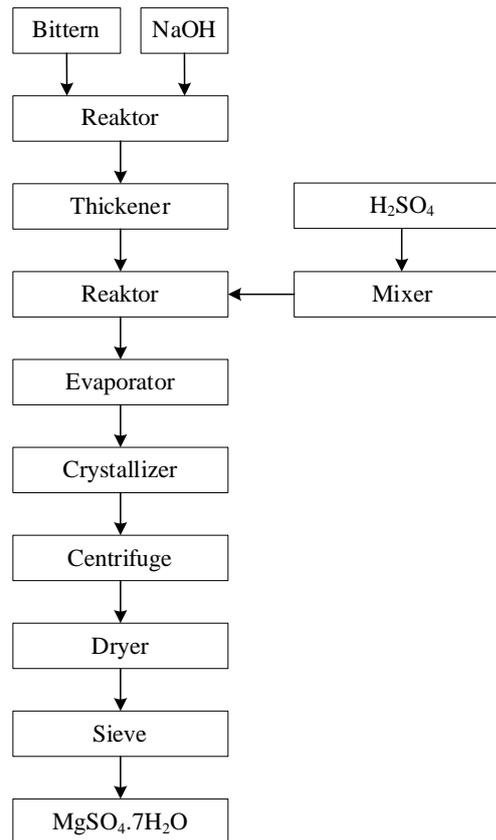
Proses ini menggunakan bahan baku magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) dan kalsium sulfat (CaSO_4). Kedua bahan baku ini diatur perbandingan komposisinya didalam *weighing tank* sebelum diumpankan kedalam *feed tank*. Suspensi ini akan dipompa dan dikarbonasi dengan karbon dioksida (CO_2) didalam reaktor yang bertujuan untuk membentuk magnesium karbonat (MgCO_3), dengan reaksi :



Reaksi karbonasi ini berlangsung pada suhu 70-100°C, sehingga diperoleh larutan magnesium bikarbonat *aqueous*, kemudian akan difiltrasi untuk menghasilkan magnesium karbonat tak larut. Selanjutnya, magnesium karbonat yang terbentuk direaksikan dengan gypsum (CaSO_4) untuk menghasilkan magnesium sulfat (MgSO_4). Dari reaksi yang berlangsung di reaktor didapatkan konversi dari MgSO_4 sebesar 70% dan diteruskan secara terus menerus dengan ditambahkan CO_2 . Keluaran dari reaktor ini akan diumpankan ke *heating tank* dan dilakukan proses pemanasan untuk menghilangkan gas karbondioksida yang tersisa. Kemudian dilakukan filtrasi untuk memisahkan endapan kapur (CaCO_3). Filtrat yang terbentuk akan dipekatkan didalam *consentrator*, lalu difilter kembali dan dilanjutkan dengan proses kristalisasi di *crystallizer* dengan suhu 60°C. Kristal magnesium sulfat heptahidrat yang terbentuk akan difiltrasi kembali dan dikeringkan untuk memperoleh produk *epsom salt* (Farnsworth, 1941).



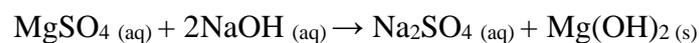
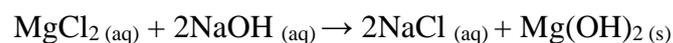
2) Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Bittern



Gambar II.2 Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Bittern

Larutan Magnesium Sulfat Heptahidrat dapat dibuat dengan cara beberapa tahap yaitu mengolah Bittern dengan NaOH untuk mengendapkan $Mg(OH)_2$, tahap selanjutnya adalah pencucian endapan lalu tahap pengubahan $Mg(OH)_2$ menjadi larutan $MgSO_4$ dengan menambahkan Asam Sulfat, dan diakhiri dengan tahap kristalisasi.

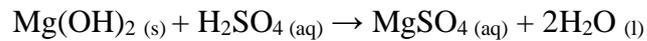
Didalam Bittern mengandung garam-garam $MgCl_2$ dan $MgSO_4$. Senyawa tersebut dialirkan ke Reaktor I untuk direaksikan dengan NaOH pada suhu $35,7^\circ C$ dan tekanan 1 atm. Berikut adalah reaksi antara $MgSO_4$ dan $MgCl_2$ dengan NaOH:



Asam Sulfat (H_2SO_4) 98% dilarutkan didalam tangki pengenceran pada suhu $78,6^\circ C$ agar dihasilkan asam sulfat (H_2SO_4) 40%. Produk yang terbentuk di Reaktor I yaitu $Mg(OH)_2$ dialirkan menuju Thickener untuk dipisahkan antara komponen $Mg(OH)_2$ yang mengendap dengan garam-garam yang lain ($2NaCl$ dan Na_2SO_4). Aliran



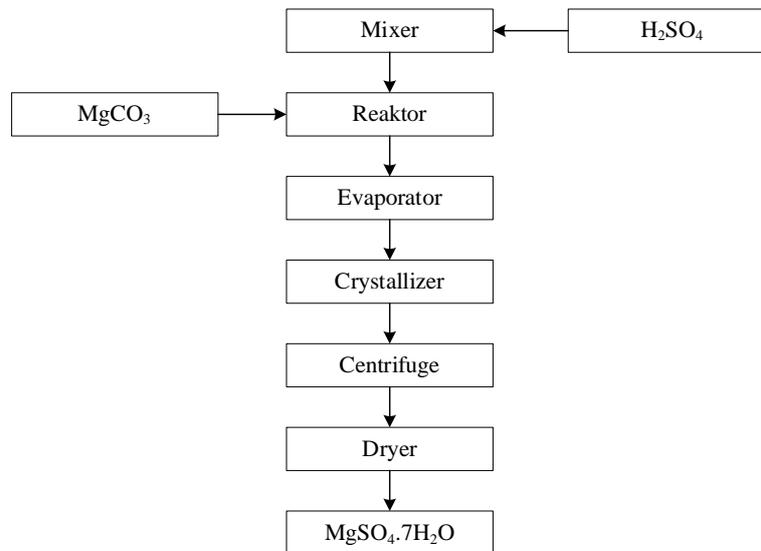
underflow yang keluar dari Thickener dialirkan menuju ke Reaktor II untuk direaksikan endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dengan H_2SO_4 40%. Berikut adalah reaksi antara $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dengan $2\text{H}_2\text{O}$:



Reaksi terjadi pada suhu 82°C dan tekanan 1 atm. MgSO_4 yang dihasilkan oleh pada Reaktor II dialirkan ke dalam Evaporator. Setelah keluar dari Evaporator, MgSO_4 tersebut dikristalkan didalam Crystallizer pada tekanan 1 atm dan suhu 47°C untuk mendapatkan Kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Produk yang Keluar Crystallizer berupa Slurry. kemudian Slurry tersebut diumpankan ke Centrifuge untuk dipisahkan antara Kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan *Mother Liquor*. Kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang terbentuk kemudian diangkut menuju Rotary Dryer untuk dikeringkan, sedangkan *Mother Liquor* yang tidak mengkristal dikembalikan menuju Evaporator untuk dikristalkan kembali. Kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dikeringkan dengan udara kering didalam Rotary Dryer dan dilanjutkan dengan size reduction menggunakan Ball Mill dan Vibrating Screen untuk mendapatkan Kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang berukuran 150 mesh. Kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ seragam yang keluar dari Screening di tampung dalam Silo $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan dilanjutkan pengemasan sebagai produk akhir (Rasmito, 2010).



3) Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dengan Asam Sulfat



Gambar II.3 Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dengan Asam Sulfat

Magnesit atau $MgCO_3$ direaksikan dengan asam sulfat dengan reaksi sebagai berikut :



Reaksi ini berlangsung pada kondisi suhu $60-70^\circ C$ dan $P = 1 \text{ atm}$, dan diperoleh konversi sebesar 95-98%. Larutan produk yang terbentuk kemudian masuk ke dalam evaporator untuk memekatkan dan memurnikan cairan $MgSO_4$ sebelum dimasukkan ke crystallizer untuk memperoleh kristal produk $MgSO_4 \cdot 7H_2O$. Produk yang keluar Crystallizer kemudian diumpankan ke Centrifuge untuk memisahkan kristal $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ dan *Mother Liquor*. Produk kristal $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ yang terbentuk kemudian masuk ke dryer untuk dikeringkan dan selanjutnya dilakukan pengemasan sebagai produk akhir (Ranawat, 2009).



II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses berikut :

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat

Kondisi Operasi	Proses		
	I	II	III
Suhu	70-100°C	80°C	60-70°C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Konversi	70%	80%	95-98%.
Bahan Baku	$Mg(OH)_2$ dan $CaSO_4$	Bittern, NaOH, H_2SO_4	$MgCO_3$ dan H_2SO_4
Hasil produk samping	$CaCO_3$	Tidak menghasilkan	Tidak menghasilkan
Aliran proses	Kompleks	Sederhana	Sederhana
Peralatan	Kompleks	Kompleks	Sederhana

Keterangan :

Proses I : Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Hidroksida dengan Kalsium Sulfat

Proses II : Pembuatan Magnesium Heptahidart dari Bittern

Proses III : Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat dari Magnesium Karbonat dengan Asam Sulfat

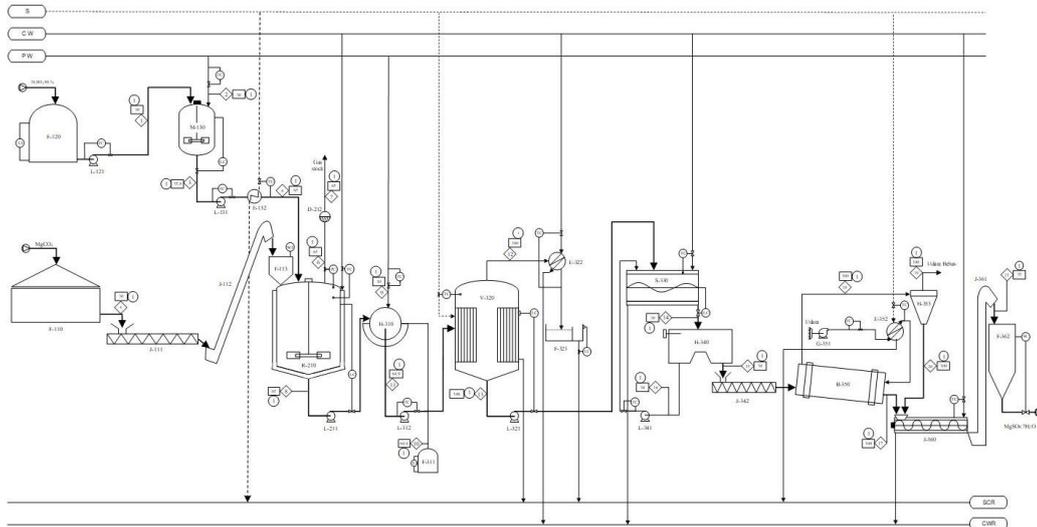
Dari uraian diatas, maka dipilih pembuatan magnesium sulfat heptahidrat dari magnesium karbonat dengan asam sulfat, dengan beberapa pertimbangan :

- Proses pembuatan magnesium sulfat heptahidrat dari magnesium karbonat dengan asam sulfat memiliki konversi reaksi yang lebih besar



- b) Dari segi peralatan yang digunakan lebih sederhana dan tidak membutuhkan alat yang rumit, dengan demikian biaya investasi dan operasional yang dibutuhkan rendah.
- c) Tidak menghasilkan produk samping yang berbahaya

II.3 Uraian Proses



(Kirk Othmer 4^{ed}, Vol.15, 1994)

Pada Pra Rencana Pabrik $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat prosesnya dibagi menjadi beberapa uraian sebagai berikut :

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku berupa magnesium karbonat yang disimpan di dalam gudang penyimpanan, diangkut oleh screw conveyor menuju ke bucket elevator kemudian masuk ke dalam hopper. Dari hopper magnesium karbonat dimasukkan ke reaktor. Sedangkan bahan baku yang berupa asam sulfat 98% dialirkan dari tangki penyimpanan ke mixer dengan pompa untuk diencerkan dengan air menjadi 25% kemudian diumpankan ke dalam reaktor untuk bereaksi dengan magnesium karbonat.

b. Reaksi Utama

Pada tahap reaksi ini difungsikan untuk mereaksikan antara bahan baku magnesium karbonat dan asam sulfat di dalam reaktor. Adapun persamaan reaksinya adalah :





Kondisi operasi pada reaktor dijaga pada tekanan 1 atm dengan suhu 65°C . Dari reaksi yang terjadi akan menghasilkan MgSO_4 sebagai produk utama dan produk atas reaktor berupa gas CO_2 , dibuang menggunakan stack agar tidak mencemari lingkungan. Reaksi berlangsung eksotermis, sehingga untuk mempertahankan suhu operasi maka panas yang timbul tersebut diserap oleh air pendingin yang dialirkan melalui jaket pendingin. Sedangkan reaktor yang digunakan adalah reaktor alir berpengaduk (RATB).

c. Pemisahan dan Pemurnian Produk

Produk yang keluar dari reaktor kemudian dipompa menuju rotary drum vacuum filter, untuk memisahkan larutan magnesium sulfat dalam fase cair dan cake yang nantinya akan ditampung dalam tangki penampung cake, sedangkan filtrat dipompa menuju evaporator untuk dipekatkan pada suhu 100°C . Larutan jenuh yang keluar dari evaporator dipompa menuju crystallizer untuk proses pembentukan kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yang merupakan produk utama, dimana MgSO_4 akan di lewatkan pada kondisi lewat jenuh dengan cara didinginkan sampai suhu 30°C . Setelah kristal terbentuk kemudian dipisahkan dari larutan induk (*mother liquor*) menggunakan centrifuge. *Mother liquor* sisa dipompa kemudian di recycle ke crystallizer. Setelah itu produk kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ diangkut dengan screw conveyor masuk ke dalam rotary dryer untuk dikeringkan dengan bantuan udara panas. Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone, dimana udara panas dibuang ke udara bebas, sedangkan padatan yang tertangkap secara bersamaan diumpankan pada cooling conveyor untuk mendinginkan produk. Produk lalu ditampung pada silo penyimpanan dan selanjutnya produk dikemas dan dipasarkan untuk dijual.