



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi pembuatan gypsum dapat dilakukan dengan 3 proses utama berdasarkan bahan baku yang digunakan, yaitu dengan *gypsum rock*, batuan kapur, serta yang terakhir sintesa CaCl_2 dan H_2SO_4 . Adapun uraian macam prosesnya adalah sebagai berikut :

II.1.1 Pembuatan Gypsum dari Gypsum *Rock*

Proses pembuatan gypsum dari *rock*, yaitu dengan cara menghancurkan batu – batuan gypsum yang diperoleh dari daerah pegunungan kapur. Penghancuran batu – batuan ini dengan menggunakan alat *primary crusher* kemudian diayak agar diperoleh batuan yang halus. Proses penghancuran batuan- batuan gypsum dan pengayakan dilakukan beberapa kali sehingga didapatkan hasil sesuai yang diinginkan. Setelah diayak sebagian masuk ke *sink float* untuk membersihkan batu – batuan dari kotoran, kemudian masuk dalam *secondary crusher* agar batu – batuan yang belum halus dapat dihancurkan lagi dan sebagian lagi masuk dalam *fine grinding* untuk di giling menjadi butiran yang halus. Setelah dari *fine grinding* butiran yang halus di kalsinasi dan menghasilkan *board plaster*, dan sebagian setelah di kalsinasi masuk ke *ball mill* dan menghasilkan *bagged plaster*. Jika dilihat dari segi ekonomi proses ini tidak menguntungkan sebab membutuhkan biaya investasi yang besar yang digunakan untuk proses penambangan, namun kapasitas produksi yang dihasilkan belum tentu besar dan juga tidak menghasilkan produk samping yang dapat di jual (W.L.,Faith dkk, 1957).



II.1.2 Pembuatan Gypsum dari Batu Kapur

Proses pembuatan gypsum jenis ini, yaitu dengan cara menghancurkan batu kapur CaCO_3 dengan menggunakan alat *primary crusher* dan *Secondary Crusher*, kemudian diayak agar diperoleh batuan yang halus. Proses penghancuran batu kapur CaCO_3 dan pengayakan dilakukan beberapa kali sehingga didapatkan hasil sesuai yang diinginkan yakni, ± 100 mesh (US Patent 3.929.416).

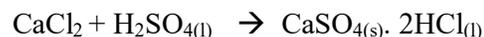
Kemudian memasukkan batu kapur dalam rotary kiln sehingga akan terjadi proses kalsinasi yang akan menghasilkan CaO dan CO_2 . Kemudian CaO yang terbentuk dimasukkan hydrator tank untuk direaksikan dengan air (H_2O), sehingga akan menghasilkan slurry $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Untuk bahan baku yang kedua H_2SO_4 , Dilakukan pengenceran asam sulfat menjadi sebesar 50% berat (US Patent 3.929.416).

Selanjutnya, slurry $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dimasukkan dalam reaktor dan direaksikan dengan H_2SO_4 , sehingga akan terjadi reaksi netralisasi. Setelah itu produk slurry gypsum dimasukkan dalam separator dan dilanjutkan ke rotary dryer untuk mengurangi kadar air, untuk mendapatkan gypsum yang seragam ukurannya digunakan ball mill. (Othmer, Krik. 1978).

II.1.3 Pembuatan Gypsum dari CaCl_2 dan H_2SO_4

Proses pembuatan gypsum ini dilakukan dengan cara memasukkan CaCl_2 ke dalam reaktor dengan ditambahkan H_2SO_4 pada suhu $50 - 80^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm. Di dalam reaktor terjadi reaksi netralisasi yang menghasilkan CaSO_4 dan HCl dengan konversi mencapai 100%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Proses pemisahan CaSO_4 dan HCl menggunakan absorber yang berupa larutan CaSO_4 diuapkan sehingga menghasilkan $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kemudian



dimasukkan dalam alat pengering sehingga menghasilkan gipsum dengan kemurnian 91%. (Othmer,Krik, 1978).

II.2 Seleksi Proses

Sebelum menentukan pilihan proses yang tepat perlu adanya studi perbandingan dari beberapa proses alternatif baik dari aspek teknis maupun ekonomis.

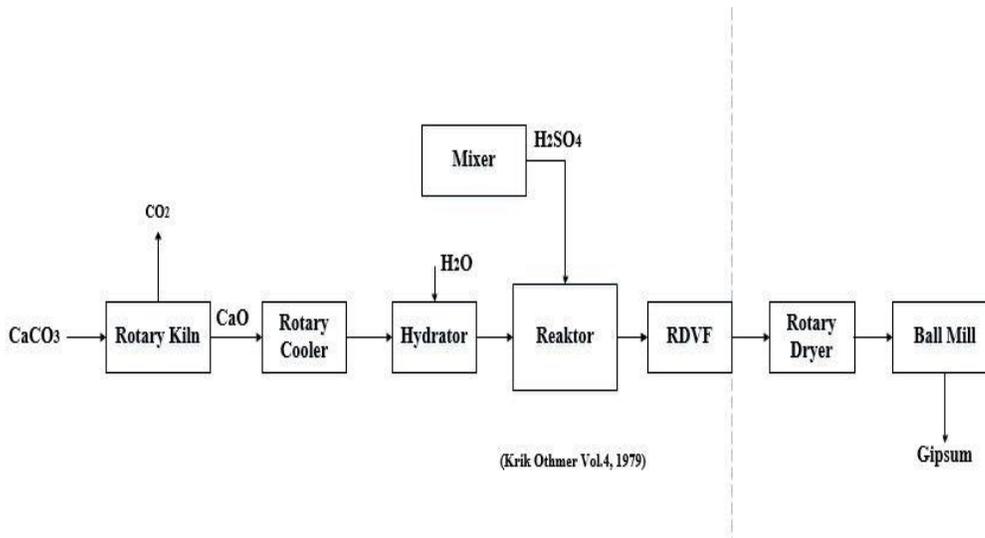
Tabel II.1 Pemilihan Proses Berdasarkan Aspek Teknis dan Ekonomi

No.	Parameter	Proses I	Proses II	Proses III
1.	Aspek Teknis	<i>Gypsum rock</i>	CaCO ₃ dan H ₂ SO ₄	CaCl ₂ dan H ₂ SO ₄
	• Bahan Baku			
	• Konsumsi Energi	Sedikit	Sedang	Sedang
	• Kemurnian Produk	Tergantung bahan baku	Kadar 91-92%	Kadar 90%
	• Persediaan Bahan Baku	Terbatas jumlahnya	Berlimpah dan mudah di dapat	Sangat Sedikit
2.	Aspek Ekonomi	Besar	Sedang	Besar
	• Investasi			

(Krik Othmer, 1979)

Dari tabel di atas maka yang paling baik dan efisien dari segi teknis dan ekonomis adalah perencanaan pendirian pabrik gipsum dengan proses kedua karena bahan baku yang digunakan mudah didapat dan berlimpah jumlahnya.

II.3 Uraian Proses



Gambar II.1 Blok Diagram Alir Pabrik Gypsum

II.3.1 Pengolahan Awal (Pretreatment)

Bahan baku CaCO_3 (batu kapur) berfasa padat yang didapatkan dari supplier dilakukan pengecilan ukuran sampai pada ukuran ± 100 mesh dengan menggunakan Jaw Crusher dan Ball Mill. kemudian batu kapur di ayak dengan menggunakan screening sampai dengan ukuran ± 100 mesh (US Patent 3.929.416). CaCO_3 (batu kapur) yang lolos ayakan akan di bawa menggunakan belt conveyor dialirkan menuju rotary kiln untuk dilakukan proses pembakaran dengan kondisi operasi pada suhu 900°C dan tekanan 1 atm. Proses pembakaran dilakukan dengan mengkontakkan secara langsung batu kapur dengan flue gas dari hasil pembakaran fuel oil dan udara di burner. Reaksi yang terjadi pada proses kalsinasi sebagai berikut:



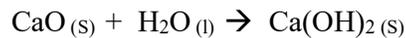
Setelah keluar kiln selanjutnya dialirkan menuju cooling conveyor untuk menurunkan suhu CaO yang terbentuk pada proses kalsinasi menjadi 90°C .



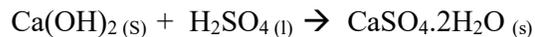
Sedangkan hasil samping gas CO₂ dilakukan absorpsi limbah sebelum di buang ke udara bebas. Selanjutnya CaO diumpankan ke dalam reaktor hydrator . Sedangkan bahan baku kedua yaitu asam sulfat pada tangki dengan temperatur 30°C dan tekanan 1 atm memiliki kemurnian 98% sehingga perlu diencerkan ke dalam mixer yang dialirkan menggunakan pompa, saat dilakukan pengenceran asam sulfat bersifat eksotermik, yakni, sebesar 93,3 °C. Setelah proses pengenceran asam sulfat dialirkan menuju reaktor.

II.3.2 Proses Inti / Utama

Pada proses utama dalam pembentukan gipsum, kalsium oksida (CaO) yang terbentuk dari proses kalsinasi dicampurkan dengan air dari unit water proses dalam reaktor hydrator berlangsung pada temperatur 90 °C dan tekanan 1 atm akan menghasilkan slurry Ca(OH)₂ dengan reaksi sebagai berikut:



Slurry Ca(OH)₂ yang terbentuk kemudian dialirkan ke dalam reaktor dan H₂SO₄ dari mixer menggunakan pompa. reaksi yang terjadi pada proses ini sebagai berikut:



Reaksi berlangsung secara eksotermis sehingga diperlukan pendingin untuk mengatur temperatur operasi tetap 93,3 °C (US Patent 6613141 B2). Reaksi berjalan selama 30 menit (US Patent 5376351). Berdasarkan reaksi yang terjadi dalam reaktor umpan terkoversi 95% (US Patent 3375066). Dari reaksi tersebut akan diperoleh produk gipsum dalam bentuk slurry.

II.3.2 Proses Pemurnian Produk

Produk gipsum yang keluar dari reaktor masih berupa slurry pada temperatur 93,3 °C dan tekanan 1 atm. Slurry kemudian dialirkan menggunakan pompa menuju Rotary Drum Vakum Filter untuk menghilangkan impurities dengan dilakukan pencucian dan untuk memisahkan campuran antara filtrat dan



cake. Keluaran filter berbentuk cake akan di bawa ke rotary dryer Sedangkan Filtrat nya dialirkan ke water treatment.

Keluaran filter berbentuk cake akan di bawa ke rotary dryer yang bertujuan untuk mengurangi kadar air dengan menggunakan udara kering. Setelah dilakukan pengeringan, produk keluaran rotary dryer dengan suhu 100°C didinginkan di dalam cooling conveyor sampai pada suhu 35 °C, setelah itu produk gipsum diumpankan ke dalam ballmill untuk memperkecil ukuran sampai pada ukuran 100 mesh. Kemudian dilewatkan pada alat screening untuk menyeragamkan ukuran produk. Produk yang tidak sesuai dengan ukuran akan direcycle menuju ball mill kembali. Produk yang telah sesuai dengan ukuran di tampung di dalam silo dan disimpan di dalam gudang penyimpanan produk dengan kondisi temperatur 35°C dan tekanan 1 atm.