



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Tinjauan Proses

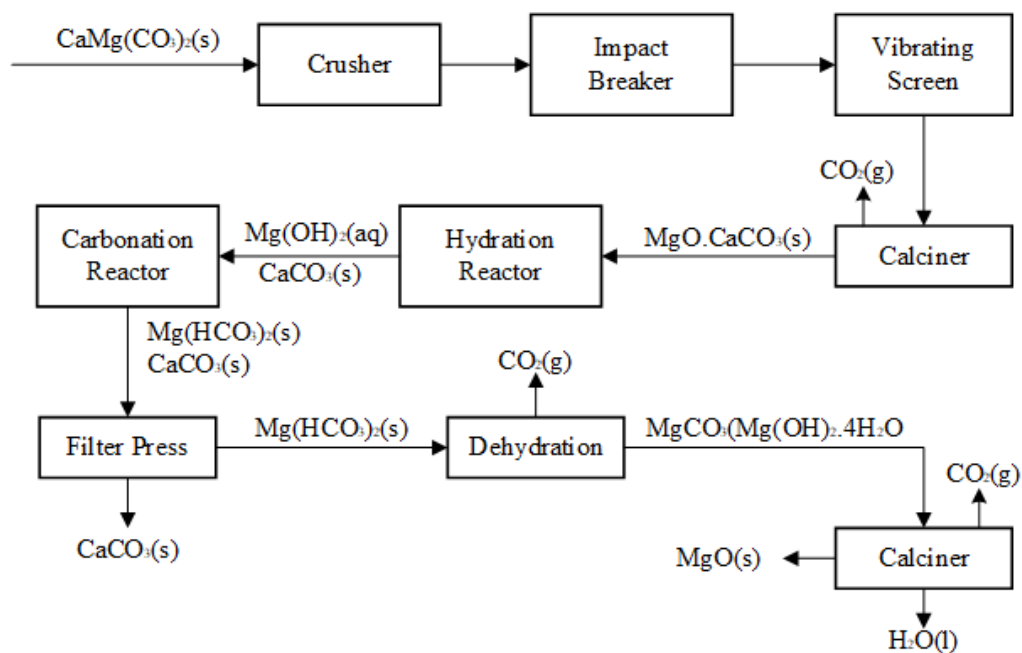
Pembuatan Magnesium Oksida dengan bahan baku dolomit dapat dilakukan dengan 2 cara atau proses, yaitu:

1. Produksi MgO dari dolomit melalui dehidrasi dan kalsinasi
2. Produksi MgO dari dolomit dan *bittern* dengan *Dow Chemical Process*

Berdasarkan kedua metode tersebut, perbedaan yang signifikan terletak pada bahan baku yang digunakan, dimana bisa digunakan dolomit atau dolomit dan air laut. Keduanya memiliki proses detail yang sangat berbeda, sehingga diperlukan kajian dan analisa pertimbangan lebih lanjut.

II.1.1 Produksi MgO dari dolomit melalui dehidrasi dan kalsinasi

Terdapat dua proses utama dalam pembuatan MgO dari dolomit yaitu dehidrasi dan kalsinasi. Bahan baku utama dari mineral batuan dolomit sehingga keberlanjutan produksi bergantung pada ketersediaan bahan baku. Mineral dolomit yang diperoleh dari lokasi berupa batuan mineral yang terlebih dahulu harus melalui proses *size reduction*. Batuan mineral dolomit atau $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ dihancurkan dengan *crusher* dan *impact breaker* untuk memperoleh ukuran yang sesuai. Kemudian melalui proses kalsinasi dengan suhu 750°C selama 1 jam yang selanjutnya dihidrasi dengan *hydration reactor* dengan penambahan air dan pemanasan 80°C untuk pembentukan senyawa $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Selanjutnya magnesium hidroksida dikarbonasi dengan CO_2 untuk membentuk magnesit atau $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ untuk membentuk senyawa dengan *solubility* lebih tinggi dari pada air (Yustanti, 2004). Lalu, dipisahkan residu berupa CaCO_3 dan filtratnya untuk kemudian filtrat dipanaskan pada suhu 100°C selama 2,5 jam untuk memperoleh kristal *hydromagnesit*. Lalu kristal *hydromagnesit* kembali melalui pemanasan dengan *calciner* dengan suhu 600°C selama 1 jam untuk memperoleh magnesium oksida dan melepaskan CO_2 dan H_2O sebagai *by product* (US Patent, 1947).



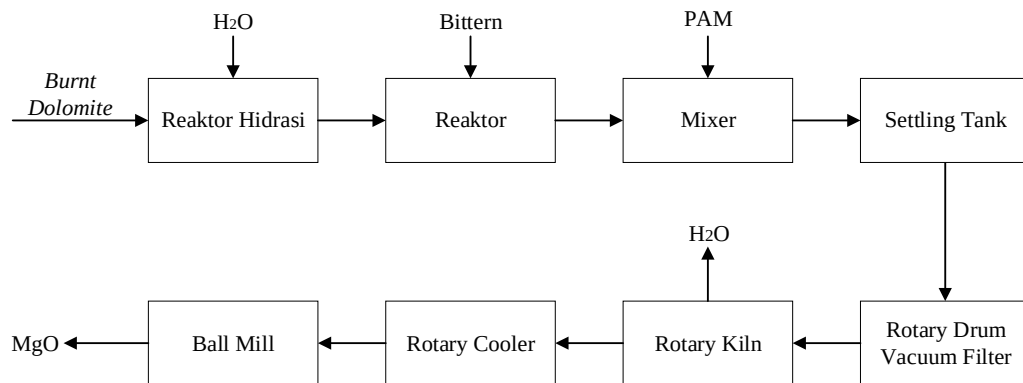
Gambar II.1 Proses Kalsinasi dan Dehidrasi dari Dolomit

II.1.2 Produksi MgO dari dolomit dan bittern dengan *Dow Chemical Process*

Air laut merupakan sumber senyawa garam mineral yang tidak terbatas, magnesium salah satunya. Oleh karena itu, pemanfaatan air laut atau limbah turunannya sangat berpotensi untuk diproses lebih lanjut untuk produksi MgO. Dalam prosesnya, dolomit nantinya akan diproses dengan *brine*, *bittern* atau air laut. Dolomit yang sudah dikalsinasi akan dihidrasi dengan penambahan H₂O sehingga terbentuk Mg(OH)₂ dan Ca(OH)₂, lalu direaksikan dengan air laut yang mengandung magnesium salts untuk menghasilkan endapan magnesium hidroksida atau Mg(OH)₂. Lalu diendapkan di *settling tank* dengan bantuan flokulan untuk mempercepat proses sedimentasi magnesium hidroksida (Bhatti,1984). *Dead burnt product* lalu diproses kembali dengan *rotary kiln* dengan suhu 400°C. Waktu operasi kalsinasi di *rotary kiln* sekitar 2 jam. Kadar MgO yang diperoleh berkisar 95-98% (US Patent, 1983).



Laporan Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Magnesium Oksida dari Dolomit dan *Bittern* dengan Proses
Dow Chemical”



Gambar II.2 *Dow Chemical Process* dari Dolomit dan *Bittern*

II.2 Pemilihan Proses

Tabel II.1 Seleksi Proses Pembuatan MgO (Magnesium Oksida)

Proses	Uraian	
	Kalsinasi-Dehidrasi (Dolomit)	Based on <i>Dow Chemical Process</i> (Dolomit dan <i>Bittern</i>)
Tekanan Operasi	1 atm – 1,5 atm	1 atm
Suhu	80 - 750°C	400°C
Biaya lebih yang harus dikeluarkan	Biaya utilitas dan bahan kimia	Biaya utilitas
Waktu	4 - 5 jam	2 jam
Dampak Lingkungan	Menghasilkan karbondioksida dalam jumlah tinggi	Menghasilkan uap air dengan suhu tinggi
Kemurnian produk	91%	95-98%
Bahan baku	Dolomit yang merupakan eksploitasi batuan mineral	<i>Burnt</i> Dolomit yang diperoleh dari produsen dan <i>bittern</i> pemanfaatan limbah/hasil samping industri garam

Dari perbandingan proses di atas, maka dipilih proses *Dow Chemical Process* yang menggunakan dolomit dan *bittern* (limbah/hasil samping industri garam) sebagai bahan baku. Hal tersebut didasarkan pada karakteristik produk dimana kadar MgO pada proses *Dow* lebih tinggi dibandingkan proses kalsinasi-dehidrasi. Selain itu, bahan baku yang merupakan limbah dan air yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi serta limbah yang lebih ramah lingkungan.



II.3 Uraian Proses dan Flowsheet

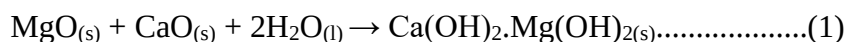
II.3.1 Uraian Proses

1. Proses *Pre-treatment Bittern*

Bittern atau *by product* industri garam, terlebih dahulu ditampung di storage F-120. Kemudian, untuk memastikan tidak adanya solid atau kotoran, *bittern* terlebih dahulu difiltrasi dengan *sand filter* H-140 untuk menghilangkan *impurities*. *Bittern* kemudian dipompa menuju *heat exchanger* E-142 untuk dinaikkan suhunya hingga 85°C sebelum masuk ke reaktor.

2. Proses *Hydration*

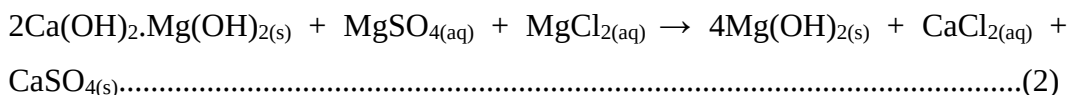
Proses hidrasi terjadi di reaktor hidrasi berpengaduk R-210. *Burnt* dolomit ditambahkan dengan air untuk membentuk *slurry*.



Proses ini membentuk senyawa Magnesium Hidroksida dan Kalsium Hidroksida dalam bentuk *slurry*. Proses berlangsung berkisar 2 jam. Reaksi ini merupakan reaksi eksotermis sehingga reaktor perlu dijaga pada suhu 85°C dengan bantuan *cooling water*, untuk pembentukan senyawa $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. *Slurry* hasil reaksi kemudian diumpankan ke reaktor selanjutnya yaitu R-220.

3. Proses Reaksi Dolomit dan *Bittern*

Slurry diumpankan ke reaktor R-220 untuk kemudian direaksikan dengan *bittern* yang telah dilakukan *pre-treatment*. *Bittern* mengandung kadar magnesium yang tinggi karena mineral ini tidak ikut mengkristal pada proses produksi garam. Pemanasan *bittern* berfungsi untuk meningkatkan laju reaksi pembentukan magnesium hidroksida. Reaksi ini merupakan reaksi eksotermis sehingga suhu reaktor perlu dijaga agar tidak melebihi 90°C dengan bantuan *cooling water*. Reaksi yang terjadi adalah :



4. Proses *Settling* dan *Filtration*

Slurry kemudian dipompakan dengan pompa L-221 ke tangki berpengaduk M-230, tangki dilengkapi jaket pendingin untuk menurunkan suhu agar meningkatkan efektivitas *settling* atau pengendapan. Dalam tangki ini ditambahkan



larutan *flocculants polyacrylamide* yang efektif meningkatkan laju pengendapan sekalipun pada konsentrasi magnesium hidroksida yang rendah.

PAM anionik mengandung gugus bermuatan negatif seperti karboksilat (COO^-) yang tersebar di sepanjang rantai polimernya, sehingga ketika ditambahkan ke dalam larutan, muatan negatif pada PAM akan tertarik ke permukaan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ yang bermuatan positif, menyebabkan polimer menempel pada partikel melalui gaya elektrostatis, lalu setelah PAM melekat, rantai polimernya dapat menjangkau partikel $\text{Mg}(\text{OH})_2$ lain dan menghubungkan beberapa partikel $\text{Mg}(\text{OH})_2$ sekaligus, membentuk agregat yang lebih besar sehingga terbentuk flok besar yang lebih berat dan cepat mengendap.

Kemudian, slurry dialirkan ke *rotary drum vacuum filter* H-310 untuk memisahkan padatan dan cairan dengan menggunakan air, filtrat akan dialirkan ke unit pengolahan limbah (WTP) untuk diproses lebih lanjut dan padatan (*cake*) akan diumpankan ke *rotary dryer* B-330.

Magnesium Hidroksida akan mengendap secara perlahan sesuai dengan tingkat kelarutan. Berikut ini merupakan tingkat kelarutan senyawa hasil reaksi dalam air (gr/100 gr H_2O) (Perry, 2008) :

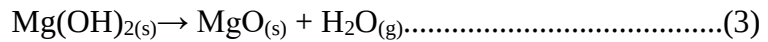
CaCl_2	: 59,5 gr/100 gr H_2O
CaSO_4	: 0,298 gr/100 gr H_2O
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	: 0,0009 gr/100 gr H_2O
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	: 0,185 gr/100 gr H_2O
SiO_2	: 0,012 gr/100 gr H_2O

5. Proses Kalsinasi

Cake atau padatan dari *rotary drum vacuum filter* diumpankan ke *rotary dryer* B-330 untuk dipanaskan hingga suhu 100 °C. Kemudian diumpankan ke *rotary kiln* B-340 untuk menghasilkan magnesium oksida dengan kemurnian tinggi, kepadatan tinggi dan ukuran butir besar, diperlukan profil temperatur yang dikontrol secara hati-hati. Proses kalsinasi untuk membentuk *dead-burnt magnesia* dengan *rotary kiln* pada suhu pemanasan yang digunakan adalah 400°C selama 2 jam untuk menghasilkan *dead-burnt magnesia*. Fungsi dari kalsinasi ini adalah



untuk menghilangkan air, menghilangkan zat-zat volatil, dan pembentukan oksida. Berikut ini reaksi dekomposisi yang terjadi di *rotary kiln*:



Produk dari *rotary kiln* yaitu *Dead-Burnt Magnesia* diumpankan ke *rotary cooler* E-340 dengan menggunakan *cooling conveyor* J-335 untuk proses pendinginan bertahap.

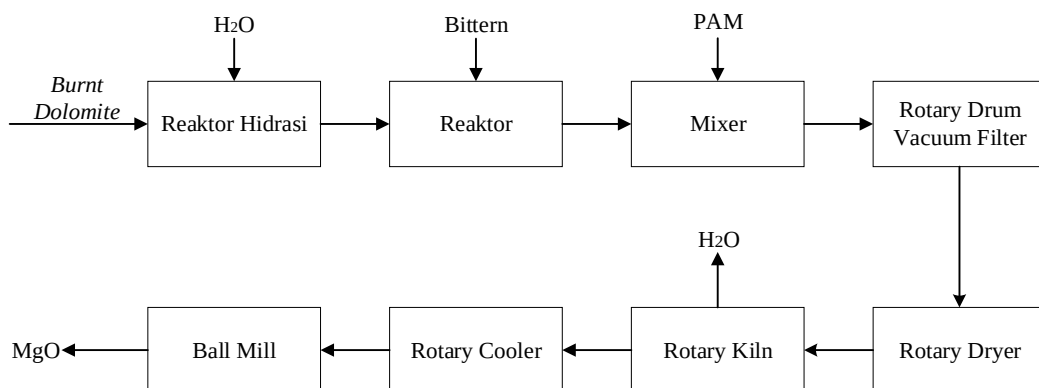
6. Proses *Size Reduction*

Magnesium Oksida yang telah mengalami proses pendinginan hingga suhu ruang, diumpankan ke *ball mill* C-350 untuk membentuk ukuran yang seragam. Ukuran magnesium oksida yang diharapkan maksimum 200 mesh.

7. Proses *Packaging*

Setelah melalui tahap *size reduction* sesuai dengan ukuran yang diinginkan yaitu 200 mesh, magnesium oksida *dead burnt* siap untuk di *packaging* dengan metode vakum dan dikemas dengan ukuran 100 kg.

II.3.2 Flowsheet Dasar



Gambar II.3 Flowsheet Dasar