Pra Perancangan Pabrik Magnesium Hidroksida dari Bittern dan NaOH dengan Metode Presipitasi

Muhammad Subhan[1], M.Riyanando[2].Yustia Wulandari M.[3]
Program Studi Teknik Kimia ITATS
e-mail: subahanmuhammad@yahoo.com[1], riyanando02@gmail.com[2] ,
yustiawulandari_che@itats.ac.id[3]

ABSTRACT

Sumur garam, air laut, dolomit, magnesit (MgCO3), bittern (cairan yang tersisa setelah penguapan), dan air garam merupakan sumber garam magnesium terpenting di Indonesia. Banyak produk umum yang mengandung senyawa magnesium, seperti bahan isolasi, karet, tinta cetak, obat-obatan, dan perlengkapan pembersih. Karena belum ada pabrik magnesium hidroksida yang didirikan di Indonesia, negara ini harus bergantung pada impor mineral dari Tiongkok dan Amerika untuk memenuhi permintaannya. Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan Indonesia pada impor magnesium hidroksida adalah dengan mendirikan pabrik magnesium hidroksida dengan menggunakan bahan pahit. Rendahnya biaya bahan baku dan margin keuntungan yang tinggi menjadikan proses ini sebagai pemenangnya. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa laba atas investasi pabrik terjadi 2,9 tahun setelah pendiriannya. Pengembalian modal sebesar 14,7% tercapai. Jelas dari analisis finansial bahwa pabrik ini akan menjadi investasi yang bagus.

Keywords: *Bittern, NaOH, Presipitasi, Laju Pengembalian Modal*

ABSTRAK

Sumur garam, air laut, dolomit, magnesit (MgCO3), bittern (cairan yang tersisa setelah penguapan), dan air garam merupakan sumber garam magnesium terpenting di Indonesia. Banyak produk umum yang mengandung senyawa magnesium, seperti bahan isolasi, karet, tinta cetak, obat-obatan, dan perlengkapan pembersih. Karena belum ada pabrik magnesium hidroksida yang didirikan di Indonesia, negara ini harus bergantung pada impor mineral dari Tiongkok dan Amerika untuk memenuhi permintaannya. Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan Indonesia pada impor magnesium hidroksida adalah dengan mendirikan pabrik magnesium hidroksida dengan menggunakan bahan pahit. Rendahnya biaya bahan baku dan margin keuntungan yang tinggi menjadikan proses ini sebagai pemenangnya. Analisis ekonomi menunjukkan bahwa laba atas investasi pabrik terjadi 2,9 tahun setelah pendiriannya. Pengembalian modal sebesar 14,7% tercapai. Jelas dari analisis finansial bahwa pabrik ini akan menjadi investasi yang bagus.
Keywords: Bittern, NaOH, Presipitasi, Laju Pengembalian Modal, Waktu Pengembalian Modal.

PENDAHULUAN

Sumber daya alam berlimpah di Indonesia, yang dikenal sebagai salah satu negara maritim terbesar di dunia. Sayangnya, Indonesia masih bergantung pada pemasok asing untuk beberapa produk, seperti garam, karena sumber daya alam tersebut belum diolah secara maksimal. Sebagai produk sampingan dari proses pembuatan garam, larutan bittern dibuang sebagai ampas residu. Melihat susunan kimiawi larutan bittern menunjukkan bahwa larutan ini dapat menjadi sumber senyawa logam yang cukup besar. Air laut, sumur garam, bittern (cairan sisa setelah penguapan), air garam, dolomit, dan magnesit (MgCO3) merupakan sumber garam magnesium utama di Indonesia. Bahan isolasi, tinta cetak, karet, obat-obatan, dan bahan pembersih hanyalah beberapa dari sekian banyak kegunaan senyawa magnesium. Selama ini kebutuhan magnesium hidroksida di Indonesia dipenuhi dengan mengimpornya dari Amerika Serikat dan China karena di Indonesia hingga saat ini belum didirikan pabrik magnesium hidroksida. Pendirian pabrik magnesium hidroksida dari bittern ini dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap impor magnesium hidroksida. Jika ditinjaukomposisinya, larutan bittern dapat dijadikan sumber senyawa logam yang cukup besar. Salah satu senyawa yang dapat dimanfaatkan yang terkandung dalam bittern adalah magnesium. Salah satu senyawa magnesium yang dapat diperoleh dari pengolahan bittern adalah magnesium hidroksida.

Karena kurangnya pabrik magnesium hidroksida di Indonesia, negara ini harus bergantung pada impor dari Tiongkok dan Amerika untuk memenuhi kebutuhan magnesium hidroksida. Indonesia dapat mengurangi ketergantungan pada magnesium hidroksida impor dengan membangun pabrik magnesium hidroksida.

ISSN 2775-5630

TINJAUAN PUSTAKA

Proses pembuatan Magnesium Hidroksida umumnya sering menggunakan proses presipitasi. Pada proses tersebut Magnesium Hidroksida diendapkan dengan mengolah air laut dengan Alkali (Basa Kuat). Pengolahan air laut tersebut terbagi menjadi dua macam bahan baku yaitu dolomite ($CaCO_3$, $MgCO_3$), dan Bittern. Dolomite merupakan batuan sedimen yang terdiri dari magnesium karbonat dan kalsium karbonat, Sedangkan untuk Bittern merupakan Sebuah cairan induk yang yang dikeluarkan dari proses terakhir pembuatan garam di berbagai Industri. (Briggs,1969)

Proses Presipitasi (Dengan bahan baku air laut (Dolomite))

Dalam proses ini pertama - tama, dolomite ($CaCO_3$, $MgCO_3$) dikalsinasi di dalam rotary klin untuk menghilangkan kandungan CO_2 yang ada pada dolomite tanpa mengubah struktur kimianya atau dapat digunakan alternative lain untuk menghilangkan kandungan CO_2 yaitu dengan cara mengalirkan air laut ke dalam tower sehingga terjadi proses acidifikasi dan degassing. Selain itu juga dilakukan penyaringan air laut untuk menghilangkan pengotornya (contoh: pasir) lalu air tersebut direaksikan dengan sejumlah CaO untuk mengendapkan bikarbonat sebagai kalsium karbonat, sebelum air laut tersebut digunakan untuk reaksi selanjutnya, Karena jika tidak dihilangkan, bikarbonat yang terdapat pada air laut akan bereaksi dengan kalium hidroksida membentuk kalsium karbonat yang tidak bisa dipisahkan dari $Mg(OH)_2$.

Selanjutnya air laut yang telah ditreatment tersebut direaksikan dengan dolime pada reactor, lalu diumpankan ke dalam thickener agar terjadi pertumbuhan Kristal. Kemudian underflow dari thickener displit menjadi 2 aliran, yaitu aliran pertama diumpankan kedalam reactor dan aliran kedua dilanjutkan dengan proses pencucian yang dilakukan secara counter – current untuk membersihkan dari garam – garam yang terlarut kemudian difiltrasi, sehingga diperoleh cake yang kemudian dikeringkan.

Reaksi yang terjadi :

1. Kalsinasi dolomite :

$$CaCO_3.MgCO_3 \longrightarrow CaO + MgO + 2CO_2 \quad \text{.....(1)}$$

2. Slaking dolomite :

$$CaO + MgO + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + Mg(OH)_2 \quad \text{.....(2)}$$

3. Presipitasi $Mg(OH)_2$:

$$Ca(OH)_2 + Mg(OH)_2 + MgCl_{2(aq)} \longrightarrow 2Mg(OH)_2 + CaCl_{2(aq)} \quad \text{.....(3)}$$

(Briggs,1969)

Proses Presipitasi (Dengan bahan baku Bittern)

Mula – mula *bittern* dilakukan *pretreatment* untuk menghilangkan zat – zat pengotor, agar proses yang dilakukan menghasilkan produk yang lebih optimal. Pencampuran *bittern* dipompakan dimasukkan dalam reaktor dan ditambahkan NaOH dengan tujuan untuk membentuk $Mg(OH)_2$, kemudian dimasukkan ke dalam rotary vacum filter sehingga cake yang diperoleh lebih bersih. Cake yang terbentuk dimasukkan ke dalam *rotary dryer* untuk dikeringkan. Kemudian dilakukan *size reduciton* dengan menggunakan *ball mill* agar didapatkan produk dengan ukuran yang diinginkan, kemudian baru dimasukkan ke dalam silo yang selanjutnya dilakukan pengepakan. Reaksi yang terjadi :

$$MgSO_{4(aq)} + 2\ NaOH_{(aq)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)} \quad \text{.....(1)}$$

$$MgCl_{2(aq)} + 2\ NaOH_{(aq)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)} + 2\ NaCl_{(aq)} \quad \text{.....(2)}$$

(Tyler,1931)

Hal ini berdasarkan data yang dihimpun Badan Pusat Statistik (BPS) selama lima tahun terakhir mengenai impor magnesium hidroksida di Indonesisa

Tabel 1 Data Impor Magnesium Hidroksida di Indonesia

Tahun	Jumlah (kg)
2016	63456,55
2017	74971,16
2018	78162,76
2019	89912,33
2020	92867,13

Sumber: (Badan Pusat Statistik, 2021)

ISSN 2775-5630

Akan tetapi data ekspor dari negara Indonesia tidak didapatkan, hal ini membuktikan bahwa perusahaan-perusahaan magnesium hidroksida di Indonesia belum bisa memenuhi kebutuhan magnesium hidroksida di Indonesia, sehingga pendirian pabrik Indonesia mempunyai peluang yang besar dan akan dapat berkembang.

Proses Elektrolisis

Proses Elektrolisis merupakan salah satu proses yang dapat digunakan untuk memproduksi magnesium Hidroksida. Proses ini jarang dilakukan oleh Industri-Industri saat ini dikarenakan digunakan pada saat darurat Nasional. Proses ini tidak pernah berjalan dengan memuaskan dan pabrik banyak yang ditutup sepenuhnya. Proses Elektrolisis tersebut berjalan dengan cara mengelektrolisis Magnnesium Klorida yang berasal dari laut, dengan menggunakan bahan murni cangkang Tiram. Cangkang tiram tersebut yang memiliki kandungan Magnesium Klorida yang cukup tinggi, dilembabkan dan dicampur dengan air laut sehingga menghasilkan endapan Magnesium Hidroksida. (Shreve,1956)

METODE

Berdasarkan uraian di atas, maka dipilih proses Presipitas dengan bahan baku Bittern sebagai proses terbaik untuk diaplikasikan. Pemilihan kedua proses tersebut dilakukan berdasarkan perbandingan berbagai parameter meliputi teknis, ekonomi dan lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dipilih proses pembuatan Magnesium Hidroksida dengan proses Presipitasi dari bahan baku *bittern* dengan beberapa pertimbangan antara lain bahan baku yang digunakan harganya murah dan mudah didaparkan sehingga dapat meminimalkan biaya produksi, penanganan proses yang relative sederhana dan tidak membutuhkan teknik pengoperasian yang rumit.

Reaksi yang terjadi pada proses pembuatan silikon dioksida dengan proses basah adalah :

$$MgSO_{4\,(l)} + NaOH_{(l)} \rightarrow Mg(OH)_2 + Na_2SO_{4\,(aq)} \quad (1)$$
$$MgCl_{2\,(l)} + NaOH_{(l)} \rightarrow Mg(OH)_2 + NaCl_{\,(aq)} \quad (2)$$

Presipitasi adalah Metode pengendapan masing-masing material dengan suatu reaktan. Penambahan NaOH akan Menyebabkan proses pengendapan Magnesium Hidroksida dari Bittern. Dengan pengaturan suhu dan pengadukan akan mengarahkan kepada terbentuknya ($Mg(OH)_2$). Konversi reaksi mencapai 99 %.

Kondisi Operasi

Magnesium hidroksida terbentuk dalam reaksi fase cair antara pahit dan natrium hidroksida. Pada tekanan 1 atm dan suhu 35–37°C, reaksi ini dapat berlangsung. Tekanan memainkan peran kecil dalam konversi reaksi ireversibel menjadi magnesium hidroksida. Karena 35°C adalah titik terbaik untuk konversi reaksi maksimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Persiapan bahan baku

Tahap persiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan bahan baku sesuai spesifikasi yang dibutuhkan untuk proses utama dalam industri kimia. Bahan baku yang akan dipersiapkan yakni *bittern* dan NaOH. Bahan baku *bittern*, persiapan yang dilakukan berupa filtrasi menggunakan *sand filter* yang bertujuan untuk menghilangkan zat pengotor dan material makro yang terikut. Sementara untuk bahan baku berupa NaOH yang dijual dipasaran berkonsentrasi sekitar 48% untuk NaOH cair, 98% untuk NaOH berbentuk *flake*. NaOH ini harus diencerkan hingga konsentrasi yang sesuai untuk reaksi pembentukan $Mg(OH)_2$. Tangki pencampuran yang digunakan berupa tangki berpengaduk dengan tutup atas berbentuk *standard dishead head* dan tutup bawah berbentuk *conic*.

Tahap Pembentuk Produk

Tahap ini merupakan proses pembentukan magnesium hidroksida yang berasal dari bahan baku *bittern* dan natrium hidroksida yang sudah dilakukan pretreatment. Reaktor tersebut berjenis tangki berpengaduk yang berfungsi untuk mereaksikan antara natrium hidroksida 5% dengan *bittern*. Produk keluar dari reaktor tersebut berupa magnesium hidroksida berbentuk Slurry dan dilanjutkan ke proses berikutnya yaitu menuju

ISSN 2775-5630

rotary drum vacuum filter dengan cara mentransportasikan magnesium hidroksida dengan alat screw Convreyor untuk proses filtrasi. Reaksi yang terjadi pada reaktor adalah sebagai berikut:

$MgSO_{4(aq)} + 2\ NaOH_{(aq)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)} + Na_2SO_{4(aq)}$ .....(1)

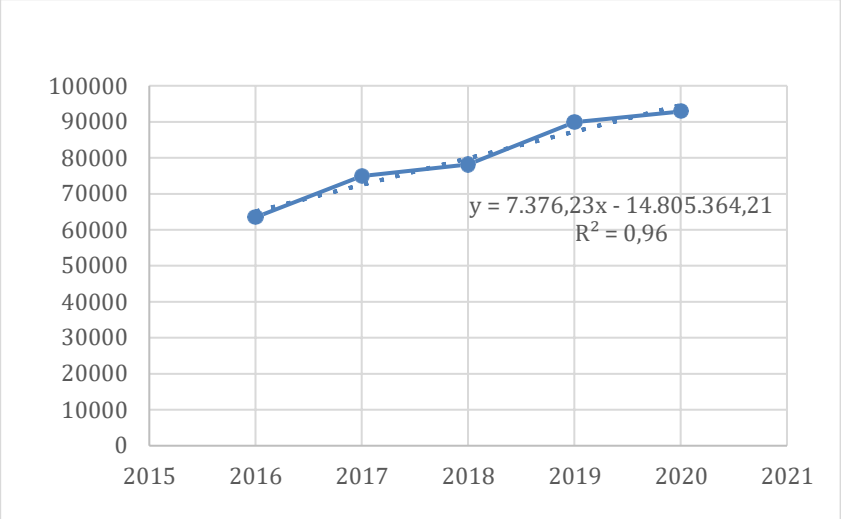
$MgCl_{2(aq)} + 2\ NaOH_{(aq)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)} + 2\ NaCl_{(aq)}$ .....(2)

Tahap Filtrasi Pencucian

Pemisahan bertujuan untuk menghilangkan komponen H_2O dalam padatan $Mg(OH)_2$ yang terbentuk. Pada tahap ini, produk keluaran reaktor yang berupa *slurry*. Pemisahan dilakukan dengan menggunakan *rotary vacum filter*. Pencucian dilakukan dengan menggunakan air proses yang bertujuan untuk mengurangi *impurities* pada $Mg(OH)_2$ yang telah dihasilkan.

Tahap Pengeringan dan Pengendalian produk

Cake yang keluar dari *rotary vacum filter* diangkut dengan menggunakan *screw conveyor* ke *rotary dryer* untuk menghilangkan kadar air yang tersisa. Produk yang telah kering, dikecilkan ukurannya dengan menggunakan *ball mill* sehingga didapatkan ukuran produk yang sesuai (100 mesh). Produk di *screening* di dalam *ball mill* untuk memisahkan produk yang ukurannya sudah memenuhi spesifikasi dengan yang belum. Produk yang belum memenuhi spesifikasi akan diperkecil ukurannya terus menerus hingga memenuhi spesifikasi, sedangkan produk yang ukurannya telah memenuhi spesifikasi masuk ke dalam silo.



Gambar 1. Grafik Kebutuhan Magnesium Hidroksida

Melihat perhitungan magnesium hidroksida impor meningkat dan menjadi lebih besar. Dengan demikian, kapasitas pabrik Magnesium Hidroksida yang akan dibangun pada tahun 2025 akan mencapai 20.000 ton per tahun. Sehingga kebutuhan magnesium hidroksida pasar dalam negeri dapat dipenuhi sebesar 15%. Berdasarkan permintaan global untuk MgOH2 dan perkiraan permintaan domestik sebesar 131,440.8 ton/tahun pada tahun 2025 (yang diukur dari data impor magnesium hidroksida), maka kebutuhan ini memerlukan pendirian pabrik baru dengan kapasitas 20,000 ton/tahun.

KESIMPULAN

Pabrik Magnesium Hidroksida menggunakan proses Presipitasi dari bahan baku *bittern* dengan beberapa pertimbangan antara lain bahan baku yang digunakan harganya murah dan mudah didaparkan sehingga dapat meminimalkan biaya produksi, penanganan proses yang relative sederhana dan tidak membutuhkan teknik pengoperasian yang rumit. Pabrik ini layak untuk dilanjutkan ke tahap perencanaan karena untuk memenuhi kebutuhan pasar Indonesia yang tiap tahun nya mengalami kenaikan impor dan dari aspek ekonomi pabrik ini memiliki IRR sebesar 14,7% Dimana nilai ini lebih besar dibandingkan bunga bank 2024 yang sebesar 8,9% serta memiliki nilai BEP 31,85% yang artinya ketika kapasitas produksi mencapai sama dengan 31,85 % maka pabrik berada pada titik impas dan apabila < 31,85% maka pabrik sudah mengalami keuntungan.

ISSN 2775-5630

DAFTAR PUSTAKA

[1] Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation, Modem Asia Edition*, John Wiley and Sons, le., New York

[2] Geankoplis, I.Christie., 1978, *Transport Process and Unit Operation*, Pretice Hall International

[3] Kern, D.Q., 1983. *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

[4] Khan, Z. I., 2002. *Microemulsion: A Novel Approach to Enchanced Drug Delivery*, Bentham Science Publisher, New York

[5] Ma H., Ma F., 1999. *Biodiesel Production: A Review. New York Mc Cabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, Unit Operation of Chemical Engineering, 4th ed.*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

[6]M. Giulietti, M. Seckler, S. Derenzo, M. Re, and E. Cekinski, "Industrial Crystallization and Precipitation from Solutions State of The Technique," Brazilian Journal of Chemical Engineering, pp. 1-25, 2001

[7] Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6th ed*., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

[8] Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers, 3rd ed*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

[9] W. Lee, and J. H. Lim, "Recovery of Magnesium Oxide and Magnesium Hydroxide From The Waste Bittern," Advanced Materials Research, pp. 1019-1022, 2007.

[10] X. Song, S. Sun, D. Zhang, J. Wang, and J. Yu, "Synthesis and Characterization of Magnesium Hydroxide by Batch Reaction Crystallization," Front. Chem. Sci. Eng, pp. 416-421, 2011.

[11] Walas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment, 3rd ed., Butterworths series in chemical engineering*, USA

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Propertioes Handbook, McGraw Hill Companies Inc*., USA