

Pra Desain Pabrik Magnesium Hidroksida Dari Limbah Tambak Garam (Bittern)

Amin Darwis¹, Pandu Harya Sembada¹, Fadlilatul Taufany¹, dan Ali Altway^{1*}

DOI: [10.12962/j2964710X.v3i2.18887](https://doi.org/10.12962/j2964710X.v3i2.18887)

Abstrak— Garam merupakan salah satu bahan kimia yang sering dimanfaatkan oleh manusia yang menghasilkan limbah yang biasa disebut dengan bittern. Bittern yang dibuang ke laut dapat menyebabkan efek toxic pada kehidupan laut sehingga air laut menjadi hipersalinitas dan mengalami perubahan komposisi ion-ion air laut. Salah satu komponen dalam bittern yaitu magnesium yang dapat diubah menjadi magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$). Magnesium hidroksida banyak digunakan pada bidang industri salah satunya pada industri farmasi dimana $Mg(OH)_2$ bersama-sama $Al(OH)_3$ sebagai antasid yang bekerja menetralkan asam lambung dan menginaktifkan pepsin. Penggunaan magnesium hidroksida yang beragam sebagai bahan baku proses-proses di industri menjadikan magnesium hidroksida sebagai bahan yang sangat penting dibutuhkan untuk menghasilkan produk-produk yang berkualitas. Metode ini terlebih dahulu diawali dengan pengenceran bittern yang kemudian berlanjut ke pretreatment proses untuk menghilangkan warna menggunakan karbon aktif dan impurities menggunakan filtrasi. Kemudian hasil filtrasi bittern setelah dilakukan pretreatment process ditambahkan dengan NH_4OH . Setelah larutan ditambahkan asam sulfat untuk mengendapkan ion kalsium. Kemudian larutan difiltrasi dan dipencucian. Setelah itu slurry magnesium hidroksida. Setelah itu magnesium hidroksida dikeringkan. Konsentrasi $Mg(OH)_2$ yang didapat dari hasil pengendapan larutan bittern dengan NH_4OH sebagai reaktan yaitu sebesar 97,6 hingga 98,3 %. Jika ditinjau dari segi lingkungan, pabrik ini menghasilkan limbah NH_4Cl yang masih dapat diolah lebih lanjut menjadi sumber nitrogen dalam pembuatan pupuk, komponen baterai, dan sebagai bahan menanggulangi gejala asidosis. Jika ditinjau dari segi ekonomi, pendirian pabrik magnesium hidroksida ini membutuhkan biaya total modal investasi sebesar Rp 34.439.512.474,21, total biaya operasional sebesar Rp 36.935.923.856,7 per tahun, dan total penjualan pertahun sebesar Rp 46.338.600.000,00 per tahun. Dari analisa ekonomi didapatkan internal rate of return (IRR) sebesar 12,48%, dengan pay out time (POT) selama 5 tahun 10 bulan, dan break even point sebesar 34,42%. Ditinjau dari aspek teknis, ekonomis dan lingkungan pabrik magnesium hidroksida dari bittern ini layak dirikan.

Kata Kunci— bittern, ekonomi, magnesium hidroksida

I. PENDAHULUAN

Pembangunan di suatu negara harus berkembang seiring dengan semakin berkembangnya kemajuan zaman, salah satunya adanya pembangunan industri. Saat ini sudah banyak industri nasional yang bermunculan dan memiliki beragam produk. Salah satu industri yang memiliki potensi untuk dikembangkan adalah industri pembuatan garam. Garam merupakan salah satu bahan kimia yang sering dimanfaatkan oleh manusia khususnya dalam bidang pangan. Proses produksi garam menghasilkan limbah garam yang biasa disebut dengan *bittern*. Salah satu komponen dalam *bittern* yaitu magnesium yang dapat diubah menjadi magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$). Magnesium hidroksida banyak digunakan pada bidang industri salah satunya pada industri farmasi dimana $Mg(OH)_2$ bersama-sama $Al(OH)_3$ sebagai antasid yang bekerja menetralkan asam lambung dan menginaktifkan pepsin^[6]. Konsumsi magnesium hidroksida di Indonesia dalam empat tahun terakhir sangat

tinggi sedangkan produksi dalam negeri masih rendah. Pasokan impor magnesium hidroksida untuk Indonesia berasal dari berbagai negara seperti Australia, Austria, China, Perancis, Jerman, India, Irlandia, Israel, Jepang, Korea Selatan, Malaysia, Belanda, Rusia, Singapura, Swiss, Taiwan, dan Amerika Serikat. Apabila peningkatan impor magnesium hidroksida terus berlanjut di masa depan dan tidak didukung oleh produksi nasional maka pengeluaran dana yang dibutuhkan akan semakin besar serta menyebabkan Indonesia akan terus bergantung pada pasokan impor. Hal ini harus dihindari agar para pelaku industri yang memanfaatkan $Mg(OH)_2$ sebagai bahan baku dapat menghemat pengeluaran produksi. Pada pengolahan $Mg(OH)_2$ menggunakan *bittern* sebagai bahan baku terdapat 3 metode presipitasi magnesium yang dapat digunakan sebagai proses pengolahan. Metode presipitasi adalah metode pengendapan masing-masing material dasar dengan suatu reaktan. Hasil dari pencampuran

¹ Department of Chemical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60111, Indonesia. *E-mail: alimohad@chem-eng.its.ac.id

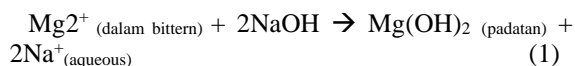
material dasar dengan reaktan tersebut akan membentuk senyawa yang diharapkan secara stokiometris^[10].

Metode presipitasi dilakukan dengan cara melarutkan zat pelarut ke dalam pelarut, kemudian ditambahkan zat lain yang bukan merupakan zat pelarut. Hal ini menyebabkan larutan menjadi jenuh dan terjadi nukleasi yang cepat sehingga membentuk nanopartikel. Pada umumnya reaktan yang digunakan pada proses presipitasi magnesium adalah larutan amonium hidroksida (NH₄OH) dan natrium hidroksida (NaOH).

Pada pemilihan teknologi proses pengolahan Mg(OH)₂ terdapat beberapa proses, yaitu:

1. Metode Presipitasi Magnesium Menggunakan NaOH Sebagai Reaktan

Pada metode ini bittern difiltrasi terlebih dahulu untuk menghilangkan *impurities* kemudian ditambahkan *sodium sodium* (NaOH) untuk mengikat ion Mg²⁺. Reaksinya sebagai berikut:



senyawa dari magnesium hidroksida akan membentuk endapan yang dapat dipisahkan nanti sementara *impurities* lainnya masih terlarut didalam air lalu dipisahkan dengan centrifuge setelah itu dilakukan pencucian. Pada proses pencucian ini, material ion lainnya akan menghilang dan menyisakan magnesium hidroksida saja. Setelah itu magnesium hidroksida dikeringkan. Konsentrasi produk magnesium hidroksida yang dihasilkan yaitu sebesar 99,5%^[5].

2. Metode Presipitasi Magnesium Menggunakan NH₄OH sebagai Reaktan

Pada metode ini proses yang dilakukan sama saja dengan metode presipitasi magnesium menggunakan *sodium sodium* (NaOH), hanya saja senyawa yang untuk mengikat ion Mg²⁺ menggunakan *ammonia hidroksida* (NH₄OH). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Setelah itu endapan dari Mg(OH)₂ akan terbentuk, sementara itu *impurities* lainnya masih terlarut didalam air. Mg(OH)₂ yang mengendap akan dipisahkan dengan centrifuge kemudian larutan dilakukan pencucian. Setelah itu *slurry* magnesium hidroksida. Setelah itu magnesium hidroksida dikeringkan. Konsentrasi Mg(OH)₂ yang didapat dari hasil pengendapan larutan *bittern* dengan NH₄OH sebagai reaktan yaitu sebesar 97,6 hingga 98,3 % [1].

TABLE 1.

PERBANDINGAN PROSES PRESIPITASI MAGNESIUM

Parameter	Bittern		
	Presipitasi Magnesium dengan Reaktan NH ₄ OH	Presipitasi Magnesium dengan Reaktan NaOH	
Aspek Teknis	Ketersediaan Bahan Baku	378.242 m ³	378.242 m ³
	Kemurnian Produk	98,3%	99,5%
	Suhu dan tekanan Operasi	30 °C, 1 atm	35,75 °C, 1 atm
	Pretreatment	Filtrasi	Filtrasi
	Harga Bahan Baku Utama	-	-
Aspek Ekonomis	Harga Bahan Baku	NH ₄ OH Rp. 1.000/kg,	NaOH 48% Rp. 3.900/kg,
	Pendukung	H ₂ SO ₄ Rp. 5.000/liter	H ₂ SO ₄ Rp. 5.000/liter
	Limbah Pabrik	Limbah berupa NH ₄ Cl, CaSO ₄ dan limbah domestik	Limbah berupa NaCl, CaSO ₄ dan limbah domestik

Dengan hasil seleksi proses dengan inkonsisten sebesar 1% (0,01), proses presipitasi magnesium dengan reaktan NH₄OH mendapatkan nilai total 50,8% dan proses presipitasi magnesium dengan reaktan NaOH mendapatkan nilai total sebesar 49,2%. Sehingga dapat disimpulkan metode yang paling baik untuk digunakan pada proses pembuatan Mg(OH)₂ adalah proses presipitasi magnesium dengan reaktan NH₄OH. Hal ini dikarenakan proses tersebut lebih menguntungkan dari proses lainnya dari aspek prosesnya lebih efektif karena tidak membutuhkan *pretreatment process* yang banyak, bahan pendukung yang lebih murah dan konsentrasi produk hasil yang tinggi.

II. DATA DASAR PERANCANGAN

A. Kapasitas Produksi

Berdasarkan data dari badan pusat statistik (BPS), pada tahun 2025, Indonesia diperkirakan membutuhkan impor magnesium hidroksida mencapai 1,8 kiloton pertahun. Saat ini, di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi magnesium hidroksida. Data ekspor magnesium hidroksida yang didapatkan dari Badan Pusat Statistika berasal dari kegiatan impor yang dilakukan oleh beberapa perusahaan dalam negeri yang kemudian dijual kembali ke negara lain atau bisa dikatakan supplier. Oleh karena itu

untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, saat ini impor magnesium hidroksida di Indonesia berasal dari beberapa produsen luar negeri diantaranya Shandong, China dengan nama perusahaan Jiangsu Zehui Magnesium New Material Technology Co.,Ltd dan Langfang Huinuo Fine Chemical Co.,Ltd. Perhitungan kapasitas pabrik menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$M = F (1+I)^n \quad (3)$$

Dimana :

M = prediksi tahun ke n

F = volume tahun terakhir

I = pertumbuhan rata rata

n = selisih waktu antara tahun 2025 dengan tahun 2020

TABLE 2.
PREDIKSI KEBUTUHAH MAGNESIUM HIDROKSIDA TAHUN 2025

Prediksi	Mg(OH) ₂ (kg)
Ekspor	695.664
Impor	1.807.437
Kebutuhan	175.305

Berdasarkan persamaan (3) jumlah kebutuhan magnesium hidroksida di Indonesia pada tahun 2025 sekitar 2.730 ton per tahun. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan magnesium hidroksida Indonesia, pabrik ini ditujukan untuk dapat memenuhi 50% kebutuhan impor magnesium hidroksida di Indonesia pada tahun 2025, sehingga kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 1,35 kiloton per tahun dengan basis perhitungan 24 jam operasi dan waktu operasi selama 330 hari per tahun.

B. Lokasi Pabrik

Lokasi geografis pabrik secara kuat mempengaruhi keberhasilan suatu pabrik karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi produk. Faktor-faktor tersebut meliputi ketersediaan bahan baku, pasar, ketersediaan energi, iklim fasilitas transportasi, ketersediaan utilitas, pembuangan limbah, ketersediaan tenaga kerja, perpajakan dan hukum yang berlaku, karakteristik lokasi, perlindungan terhadap bencana alam, dan komunitas sekitar. Dengan menggunakan metode *analytical hierarchy process* (AHP) didapatkan lokasi pendirian pabrik magnesium hidroksida berada di Kabupaten Sampang, Madura, khususnya di Desa Masaran Kecamatan Banyuates. Hal ini berdasarkan pertimbangan faktor utama dan faktor pendukung yang dapat mendukung kelancaran dalam keberlangsungan suatu produksi. Ketersediaan luas lahan ladang garam terproduktif di Jawa Timur berada di Kabupaten Sampang. Kabupaten Sampang memiliki luas lahan 14 Ha (140.000 m²). Selain itu dengan jumlah produksi garam mencapai 312.061 ton, bila dikonversikan setiap 1 ton produksi garam dapat menghasilkan sebanyak 1,9 m³ bittern. Sehingga Kabupaten Sampang memiliki potensi untuk menghasilkan bittern sebanyak 592.916 m³. Berikut

tabel pembobotan lokasi dengan menggunakan metode AHP.

TABLE 3.
ANALISIS HIERARKI PROSES PEMILIHAN LOKASI PABRIK

Analytical Hierarchy Process (AHP)		Pemilihan Lokasi Pabrik	
Parameter	Indikator	Sampang	Pati
Keterangan	Keterangan AHP	Nilai Akhir	Nilai Akhir
Ketersediaan Bahan Baku		0,095	0,0786
Lokasi Pemasaran	Potensi Pasar	0,055	0,038
	Jarak pasar dengan pabrik	0,037	0,024
	Fasilitas jalan tol dan jarak pabrik dengan gerbang tol terdekat	0,020	0,014
Aksesibilitas dan Fasilitas Transportasi	Jarak Fasilitas pelabuhan peti kemas dengan pabrik	0,016	0,015
	Jarak fasilitas stasiun kereta dengan jarak pabrik	0,010	0,019
	Jarak Fasilitas bandara dengan pabrik	0,016	0,015
	Pendidikan Pekerja	0,020	0,028
Tenaga Kerja	Angkatan kerja	0,015	0,022
	UMP dan UMK	0,018	0,023
Utilitas		0,067	0,060
Harga Tanah dan Gedung		0,059	0,043
Kemungkinan Perluasan Pabrik		0,038	0,059
Kondisi Geografis Wilayah		0,044	0,041

*Inconsistency ratio = 1

C. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

Pada pabrik ini bahan baku utama dalam pembuatan magnesium hidroksida adalah bittern. Bittern yang digunakan berasal dari PT. Garam yang berada di Kabupaten Sampang, Madura.

TABLE 4.
SPESIFIKASI BITTERN

Ion (%)	Komposisi
Na ⁺	12,81
Mg ²⁺	3,88
K ⁺	0,33
Ca ²⁺	0,02
Cl ⁻	17,44
SO ₄ ²⁻	6,63
Fe ²⁺	0,08
Br ⁻	Trace
H ₂ O	58,81

(Sumber: Rychly, 1974)

Gambar 1. Blok Diagram Proses

Produk yang dihasilkan dengan proses presipitasi magnesium menggunakan NH₄OH adalah magnesium hidroksida dengan pharmaceutical grade dengan

konsentrasi 98,3%. Spesifikasi produk yang dihasilkan oleh pabrik ini akan mengacu kepada United States Pharmacopeia mengenai spesifikasi magnesium hidroksida.

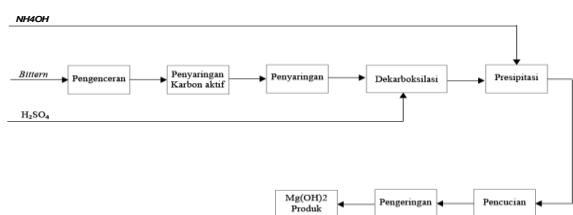
TABLE 5.
SPESIFIKASI MAGNESIUM HIDROKSIDA ($Mg(OH)_2$)

	SPECIFICATION	MIN	MAX
	Particle size	270 mesh	
	Assay	95 %	100,5%
$Mg(OH)_2$	Kadar Kasium		1,5%
	Kadar Klorin		0,6%
	Kadar Sulfat		0,5
	Kadar Fe		0,05%
	Kadar air		2%
	Loss on Ignition	30%	33%
	Loss on Drying		2%
	Specific surface area	20 m ² /g	
	Microbial limit (<i>E.Coli</i>)	ABSENT	

(Sumber: Song, 2011)

Spesifikasi produk akhir $Mg(OH)_2$ yang digunakan sesuai dengan Unites States pharmaceutical grade. Hal ini dikarenakan, kami menargetkan produk yang dihasilkan dapat memenuhi kebutuhan industri farmasi nasional sesuai dengan standar yang baik.

Proses pada pabrik magnesium hidroksida terlebih dahulu diawali dengan proses *pretreatment* untuk menghilangkan zat-zat pengotor pada *bittern* dengan menggunakan filtrasi. Proses pabrik magnesium hidroksida dapat dilihat pada skema sebagai berikut:



Gambar 2. Blok diagram uraian proses

Berikut ini merupakan uraian proses pada pembuatan magnesium hidroksida dari *bittern*. Proses pembuatan $Mg(OH)_2$ diawali dengan menyiapkan *bittern* kemudian ditampung pada tangki (F-120). *Bittern* dipompa dengan pompa sentrifugal (L-121) dari tangki penampung (F-120) untuk di *pretreatment* terlebih dahulu dengan proses filtrasi charcoal menggunakan filter (H-122). Larutan *bittern* hasil filtrasi charcoal kemudian di pompa dengan pompa sentrifugal (L-123) menuju reaktor (R-160) untuk dilakukan *decarboxylation process* selama 2 jam. Pada Larutan NH_4OH 25% sebagai bahan baku tambahan dipompa dari tangki penampung (F-110) menuju tangki berpengaduk (M-130) menggunakan pompa sentrifugal

(L-111) untuk diencerkan menjadi NH_4OH 6 M selama 50 menit. Setelah itu, *bittern* dan NH_4OH 6 M direaksikan pada reaktor (R-170) selama 1 jam dengan 200 rpm dan didiamkan selama 3 jam (*forming time*).

Proses pendiaman (*forming time*) selama 3 jam menyebabkan terbentuknya 2 fasa, yakni padat dan cair. Untuk memisahkan kedua fasa tersebut (cairan dan endapan) dilakukan pemisahan menggunakan separator sentrifugal I (H-210). *Mother liquor* atau cairan supernatant yang berhasil dipisahkan di alirkan menuju WTP sedangkan sludge $Mg(OH)_2$ dialirkan dengan *screw conveyor* (J-211). Kemudian dilakukan pencucian endapan menggunakan air proses pada tangki pencuci (M-220). Proses pencucian dilakukan untuk menghilangkan kadar $NaCl$ yang ada dalam *bittern*. Setelah itu $Mg(OH)_2$ yang sudah dicuci ditransportasikan dari tangki pencuci (M-220) menggunakan pompa sentrifugal (L-221) menuju separator sentrifugal II (H-230) untuk dipisahkan kembali antara fasa padat dan cairnya yang menghasilkan $Mg(OH)_2$ sludge. Ukuran $Mg(OH)_2$ sludge yaitu sebesar $28,54 \mu m$. $Mg(OH)_2$ sludge ditransportasikan menggunakan *screw conveyor* (J-231) menuju rotary screw dryer (B-310) untuk dikeringkan selama 20 menit, kemudian ditransportasikan lagi menggunakan *screw conveyor* (J-311) menuju rotary screw cooler (B-320) untuk diturunkan suhunya selama 20 menit. Setelah itu, $Mg(OH)_2$ padat ditransportasikan menggunakan *bucket elevator* (J-330) menuju Roll Crusher (C-340) untuk dilakukan size reduction hingga berukuran 325 mesh selama 10 menit. Penyaringan pertama dilakukan pada vibrating screen I (H-350) selama 3 menit pada partikel 270 mesh akan terbuang menuju storage $Mg(OH)_2$ (F-370).

III. ANALISA EKONOMI

Analisis ekonomi digunakan untuk menentukan apakah suatu pabrik yang direncanakan layak didirikan atau tidak, untuk itu diperlukan evaluasi atau penilaian investasi. Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan hal ini adalah:

1. Kekayaan yang dihasilkan (Net Present Value, NPV)
2. Laju pengembalian modal (Internal Rate of Return, IRR)
3. Waku pengembalian modal minimal (Minimum Pay Out Time, POT)
4. Titik impas (Break Event Point, BEP)

Analisis ekonomi dilakukan dengan metode Discounted Cash Flow, yaitu cash flow yang nilainya diproyeksikan pada masa sekarang dengan beberapa asumsi.

A. Net Present Value (NPV)

NPV digunakan pada saat menghitung modal untuk menganalisis potensi keuntungan dari sebuah proyek maupun investasi yang akan dilakukan. Nilai positif menunjukkan bahwa proyeksi pabrik akan mendapatkan keuntungan.

Perhitungan NPV dilakukan melalui persamaan berikut:

$$NPV = \sum_t^n \frac{Rt}{(1+r)^t} \quad (4)$$

Dimana :

- N = Jumlah periode
- t = Waktu arus kas yang diukur
- Rt = Arus kas pada waktu t
- i = WACC = 5,38%

Apabila nilai NPV negatif artinya menimbulkan kerugian. Pabrik magnesium hidroksida ini memiliki nilai *weighted average cost of capital* (WACC) sebesar 5,38% sehingga nilai NPV yang didapatkan sebesar Rp 26.450.049.366.

B. Internal Rate of Return (IRR)

Internal rate of return (IRR) adalah kriteria evaluasi proyek dengan maksud mencari tingkat diskonto, yang mana akan menghasilkan NPV = 0. IRR berbentuk seperti bunga tertentu dalam menutup seluruh jumlah pengeluaran modal. Perhitungan IRR dapat dilakukan dengan men-trial nilai i, laju bunga.

Pabrik magnesium hidroksida ini mempunyai nilai laju bunga sebesar 12,48% per tahun. Nilai tersebut lebih besar dari bunga pinjaman, yaitu 10% pertahun, sehingga pabrik magnesium hidroksida layak untuk didirikan.

TABLE 6.
BIAYA FC, VC, SVC, DAN S

No.	Keterangan	Total Harga
1.	Biaya Tetap (FC)	Rp 4.284.374.014,00
2.	Biaya Variabel (VC)	
	Bahan baku	Rp 16.631.170.097,00
	Utilitas	Rp 3.693.592.385,00
	Total Biaya Variabel (VC)	Rp 20.324.762.482,00
3.	Biaya Semi Variabel (SVC)	
	Operating Labor	Rp 3.29.300,00
	Operating Supervision	Rp 402.930,00
	Maintenance	Rp 988.701.234
	Operating Supplies	Rp 98.870.123
	Laboratory	Rp 402.930,00
	General Expenses	Rp -
	Plant Overhead Cost	Rp 2.710.465.617
	Total Biaya Semi Variabel (SVC)	Rp 8.633.196.974
4.	Total Penjualan (S)	Rp 46.338.600.000,00

Nilai BEP dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$BEP = \frac{FC + 0,3 SVC}{S - 0,7 SVC - VC} \times 100\% \quad (6)$$

Dengan data di atas dan menggunakan persamaan (6), didapatkan nilai BEP sebesar 34,42%.

C. Pay out Time (POT)

Payout time (POT) atau waktu pengembalian modal digunakan untuk menunjukkan jumlah periode dalam bentuk tahun yang diperlukan untuk mengembalikan biaya investasi awal aset dengan tingkat pengembalian tertentu.

Nilai POT dapat didasarkan oleh akumulasi aliran kas pada setiap tahunnya.

Pabrik magnesium hidroksida ini memiliki waktu pengembalian modal selama 5 tahun 10 bulan. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan, karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik

D. Break Even Point (BEP)

Analisis titik impas merupakan titik ketika hasil pendapatan nilainya sama dengan modal awal yang dikeluarkan, sehingga tidak terjadi keuntungan ataupun kerugian. Hal ini ditujukan untuk mengetahui persentase jumlah kapasitas produksi, Berikut merupakan daftar pengeluaran dan pendapatan pabrik ini.

E. Aspek Sosial

Dari adanya pembangunan pabrik baru di wilayah tersebut, akan memberikan beberapa dampak sosial terhadap lingkungan masyarakat sekitar pabrik. Hal utama penyerapan tenaga kerja setelah adanya pembangunan pabrik, penempatan posisi karyawan, buruh, sopir, *cleaning service*, atau posisi yang lainnya akan membuka lapangan pekerjaan baru bagi warga sekitar yang ingin bekerja dengan perusahaan. Selain itu, juga akan meningkatkan UMR masyarakat sekitar jika semakin banyaknya pabrik yang dibangun. Adapun, pembangunan pabrik juga bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar yang ingin bermata pencaharian selain bekerja pada pabrik, seperti membuka tempat makan, kos, penginapan, dan lain sebagainya.

F. Aspek Lingkungan

Aspek lingkungan untuk meninjau kelayakan suatu pabrik bisa ditinjau dari limbah yang dihasilkan dari proses pabrik tersebut. Segala hal apapun pasti bisa berdampak positif maupun negatif. Untuk dampak positif dalam limbah NH₄Cl masih dapat diolah lebih lanjut menjadi hal yang berguna seperti halnya adalah menanggulangi gejala asidosis jika digunakan untuk bahan industry farmasi, sumber nitrogen dalam pupuk, komponen baterai dan lainnya sebagainya. Adapun hal negatif dari limbah NH₄Cl yaitu sangat beracun dan beracun. Ini menyebabkan kerusakan pada organ dengan menelan atau paparan jangka panjang dan juga berbahaya bagi mata. Ini tidak mudah terbakar dan tidak bereaksi dengan bahan kimia lain. Endapan CaSO₄ merupakan salah satu yang tergolong limbah B3 dimana sifatnya yang berbahaya, limbah ini berdampak buruk terhadap lingkungan hidup bila dibiarkan. Pada umumnya pengolahan limbah B3 dilakukan dengan metode pengolahan *chemical conditioning*, *solidification* atau *stabilization*, dan *incineration*. Senyawa ini juga bisa di dimanfaatkan kembali pada umumnya untuk bahan baku tambahan pembuatan semen, pembuatan kapur tulis, dan pembuatan flafon dalam bangunan. Untuk mengurangi dari potensi limbah pengolahan lebih lanjut akan dilakukan oleh jasa pengolahan limbah ahli.

IV. KESIMPULAN

Pabrik magnesium hidroksida dari bittern ini direncanakan mempunyai kapasitas 1,35 kiloton per tahun yang akan dibangun di Kabupaten Sampang, Madura. Pabrik ini akan beroperasi kontinu 24 jam selama 330 hari per tahun. Bahan baku yang digunakan berupa bittern yang diperoleh dari PT. Garam dengan total kebutuhan bittern sebanyak 16,6 kiloliter per tahun. Pendirian pabrik magnesium hidroksida ini membutuhkan biaya total modal investasi sebesar Rp34.439.512.474,21, total biaya operasional sebesar Rp36.935.923.856,7 per tahun, dan total penjualan pertahun sebesar Rp46.338.600.000,00 per tahun. Dari analisa ekonomi didapatkan *internal rate of return* (IRR) sebesar 12,48%, dengan *pay out time* (POT) selama 5 tahun 10 bulan, dan *break even point* sebesar 34,42%. Ditinjau dari aspek teknis, ekonomis dan lingkungan pabrik magnesium hidroksida dari bittern ini layak dirikan.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Alamdari, E. Nourafkan, N. Esfandiari, and M. Rahimpour, "Kinetics of magnesium hydroxide precipitation from sea bittern," *Chemical Engineering and Processing*, pp. 215, 2007.
- [2] L. E. Brownell, and E. H. Young, "Process Equipment Design," New York: John Wiley & Sons, Inc., 1959.
- [3] C. J. Geankoplis, *Transport Process and Unit Operations Third Edition*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc., 1993.
- [4] 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.
- [5] S. W. Lee, and J. H. Lim, "Recovery of Magnesium Oxide and Magnesium Hydroxide From The Waste Bittern," *Advanced Materials Research*, pp. 1019-1022, 2007.
- [6] "Magnesium Sulphate Market," Okt. 2020. <https://www.factmr.com/report/4184/magnesium-sulphate-market>
- [7] R. H. Perry, D. W. Green, and J. O. Maloney, "Perry's Chemical Engineers' Handbook 7th Edition," Kansas: R.R. Donnelley & Sons Company, 1997.
- [8] F. H. Rhodes, and C. B. Barbour, "The Viscosities of Mixtures of Sulphuric Acid and Water," *Industrial and Engineering Chemistry*, pp. 850-852, 1923.
- [9] R. Rychly, and J. Nyvlt, "Measuring and Calculating Heat of Crystallisation," *Kristall Und Technik*, pp. 799-810, 1974.
- [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.