

# Pra Desain Pabrik Garam Farmasi dari Garam Olah dengan Kapasitas Produksi 2000 Ton/Tahun

Hanifah Nisrina Firdaus, Muhammad Fauzan Harun, Yeni Rahmawati, dan Susianto  
 Departmen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail:* rifqah\_18des@chem-eng.its.ac.id

**Abstrak**—Saat ini industri farmasi Indonesia masih sangat tergantung pada bahan baku impor, dimana hampir 95% bahan baku obat (BBO) yang diperlukan masih harus diimpor. Salah satu bahan yang masih diimpor adalah garam farmasi. Dalam industri farmasi, garam farmasi merupakan bahan baku yang banyak digunakan antara lain sebagai bahan baku sediaan infus, produksi tablet, pelarut vaksin, sirup, oralit, cairan pencuci darah, minuman kesehatan dan lain- lain. Suplai kebutuhan garam farmasi di Indonesia hingga saat ini sebagian besar masih dipenuhi oleh produk impor. Pabrik garam farmasi ini memiliki kapasitas 2000 ton/tahun dengan 330 waktu kerja yang akan didirikan Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Diperlukan total investasi sebesar (TCI) Rp285.325.635.054,89; modal tetap (FCI) Rp10.929.958.517.059,70 ; biaya produksi per tahun (TPC) Rp12.954.107.538.634,00. Dengan estimasi penjualan per tahun Rp45.000.000.000,00 yang akan diperoleh IRR 23,4%; waktu pengembalian modal (POT) 5,4 tahun ; dan NPV positif sebesar Rp 46.141.825.519,23 yang menunjukkan bahwa pabrik garam farmasi ini layak didirikan.

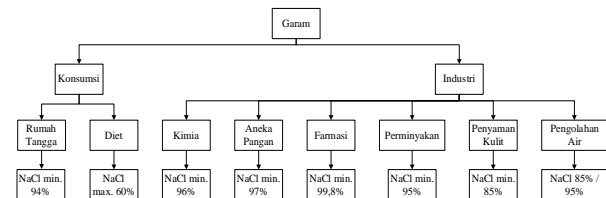
**Kata Kunci**—Garam Farmasi, Garam Olah, Rekrystalisasi.

## I. PENDAHULUAN

GARAM merupakan salah satu bahan kimia yang banyak diperlukan dalam industry kimia, farmasi, pangan, dan kebutuhan sehari-hari. Garam memiliki komponen utama berupa natrium klorida (NaCl), senyawa air, ion magnesium, ion kalsium, dan ion sulfat. Berdasarkan kegunaannya, garam produksi di Indonesia terbagi menjadi 2 yaitu garam konsumsi dan garam industri. Pengelompokan garam beserta SNI berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian I Nomor 88/M-IND/PER/10/2014 ditunjukkan pada Gambar 1.

Pembagian kualitas garam ditentukan oleh penggunaannya, yaitu garam farmasi, garam industri, garam aneka pangan, garam konsumsi, garam pengasinan ikan serta pengeboran minyak. Kualitas garam utamanya ditentukan oleh kandungan NaCl serta pengotor utamanya seperti Magnesium Sulfat (MgSO<sub>4</sub>), Kalsium Sulfat (CaSO<sub>4</sub>), Magnesium Klorida (MgCl<sub>2</sub>), serta pengotor lainnya seperti logam-logam (barium dan besi). Garam farmasi merupakan garam dengan kualitas tertinggi dengan kadar NaCl > 99,5 % (untuk keperluan infus, *shampoo*, dan cairan dialisat) serta dengan kandungan pengotor seperti Ca dan Mg < 50 ppm, sulfat < 150 ppm serta tidak adanya logam berat lainnya. Garam aneka pangan untuk industri pangan mempunyai kadar NaCl sekitar 99% dengan kandungan Ca dan Mg < 200 ppm. Garam pengawetan ikan dengan kadar NaCl sekitar 94%, garam konsumsi rumah tangga dengan kadar NaCl < 94,7%, dan garam industri dengan kadar NaCl sekitar 97%.

Walaupun Indonesia terkenal sebagai negara maritim dan penghasil garam konsumsi, hingga saat ini Indonesia masih mengimpor garam kualitas farmasi, industri, dan aneka



Gambar 1. Pengelompokan garam menurut Peraturan Menteri Perindustrian.

Tabel 1.

Komponen	Persentase (%)
NaCl	98,46
H <sub>2</sub> O	0,27
Kalsium (Ca)	0,24
Magnesium (Mg)	0,27

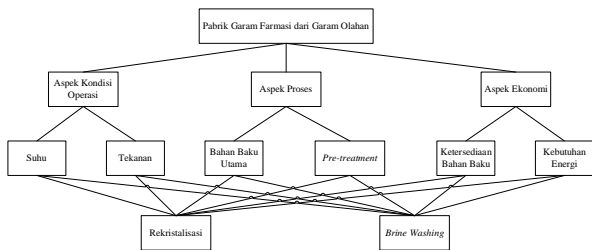
Tabel 2.

Parameter	Nilai
NaCl %	99 – 100,5
pH	Netral
Barium	Negatif
Aluminium (ppm)	< 0,2
Arsenik (ppm)	< 1
Besi (ppm)	< 2
Besi (II) sianida	Negatif
Fosfat (ppm)	< 25
Iodida	Negatif
Bromida (ppm)	< 100
Potassium (ppm)	< 500
Kalsium & Magnesium (ppm)	< 100
Nitrit (ppm)	Negatif
Sulfat (ppm)	< 200
Logam berat (ppm)	< 5
Susut pengeringan (%)	< 0,5
Endotoksin (IU/ml)	< 3

pangan. Namun, keseluruhan kebutuhan garam harus diimpor mengingat belum ada produsen di dalam negeri.

Setiap tahun, permintaan garam dalam industri farmasi terus mengalami peningkatan. Berdasarkan data dari BPP Kemendag tahun 2015, kebutuhan total garam di seluruh negeri mencapai 3.750.284 ton, dengan sektor industri menyumbang sekitar 2.447.289 ton. Pada tahun 2015, industri farmasi sendiri memerlukan sekitar 2.418 ton garam yang digunakan oleh beberapa perusahaan dalam operasionalnya, seperti:

1. PT. Otsuka Indonesia
2. PT. Intan Jaya Medika Solusi
3. PT. Jayamas Medika Industri
4. PT. Amerta Indah Otsuka
5. PT. Finusolprima Farma Internasional
6. PT. Sanbe Farma
7. PT. Widatra Bhakti
8. PT. Emjebe Pharma



Gambar 2. Hierarki Proses.



Gambar 3. Hasil seleksi proses pemurnian garam terpilih dengan menggunakan metode AHP.

Tabel 3.

Perbandingan Proses Pemurnian Garam

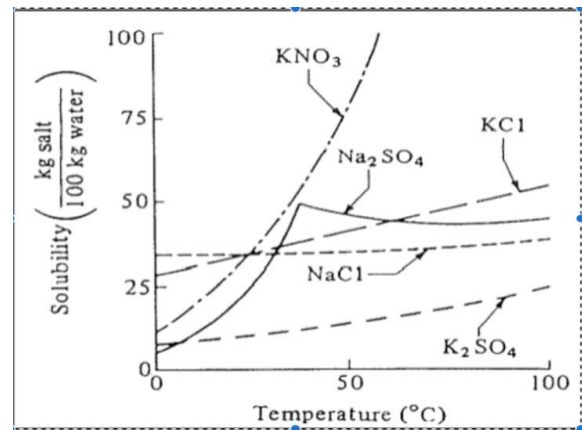
Parameter	Macam-macam Proses	
	Rekristalisasi	Brine Washing
Kondisi	Vakum	Atmosferik
Operasi	Tinggi (120°C)	Rendah (60 °C)
Proses	Bahan Baku Utama	Garam rakyat/olahan > 75%
	Pre-Treatment	Garam rakyat/olahan > 90%
Ekonomi	Ketersediaan Bahan Baku	Settling tank
	Kebutuhan Energi	Crusher
		751.732.291 ton
		250.577.430 ton
		Evaporator, Crystallizer, Dryer

Bahan baku untuk membuat garam farmasi adalah garam olahan yang disuplai oleh PT Garam memiliki komposisi yang ditunjukkan pada Tabel 1. Karakter yang dapat menjelaskan garam farmasi sebagai produk komersial ditentukan oleh beberapa parameter. Spesifikasi kimia garam farmasi berdasarkan Farmakope Indonesia ditunjukkan pada Tabel 2.

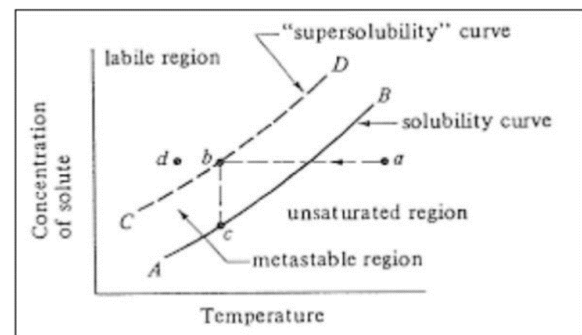
## II. SELEKSI PROSES

Terdapat dua macam proses pemurnian garam dengan *brine (saturated sea water)* dari garam kasar, yaitu dengan proses rekristalisasi dan proses pencucian dengan *brine (Hydro-Extraction)*.

Pada metode rekristalisasi dilakukan dengan cara melarutkan garam dengan air panas kemudian diuapkan kembali menggunakan evaporator. Sebelum diuapkan, larutan garam perlu ditambahkan bahan pengikat pengotor sehingga ion-ion pengotor dapat dipisahkan dari garam [1]. Pemurnian garam dilakukan untuk mereduksi pengotor yang terkandung dalam kristal garam, baik pengotor yang terdapat di permukaan kristal maupun pengotor yang terdapat di dalam kisi kristal. Pengotor dalam garam dapat berupa pengotor tak larut, seperti debu, tanah, dan pasir, serta pengotor terlarut yang didominasi oleh  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ . Pengotor yang terdapat di permukaan kristal dapat direduksi dengan proses pencucian, sedangkan pengotor di dalam kisi kristal dapat direduksi dengan proses pelarutan, pengendapan, dan rekristalisasi. Pengotor yang terdapat di dalam kisi kristal umumnya direduksi dengan metode pelarutan dilanjutkan dengan rekristalisasi. Kristal garam dilarutkan dalam air sehingga pengotor terlarut dapat ikut



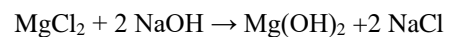
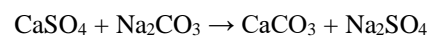
Gambar 4. Grafik Solubility .



Gambar 5. Solubility curve.

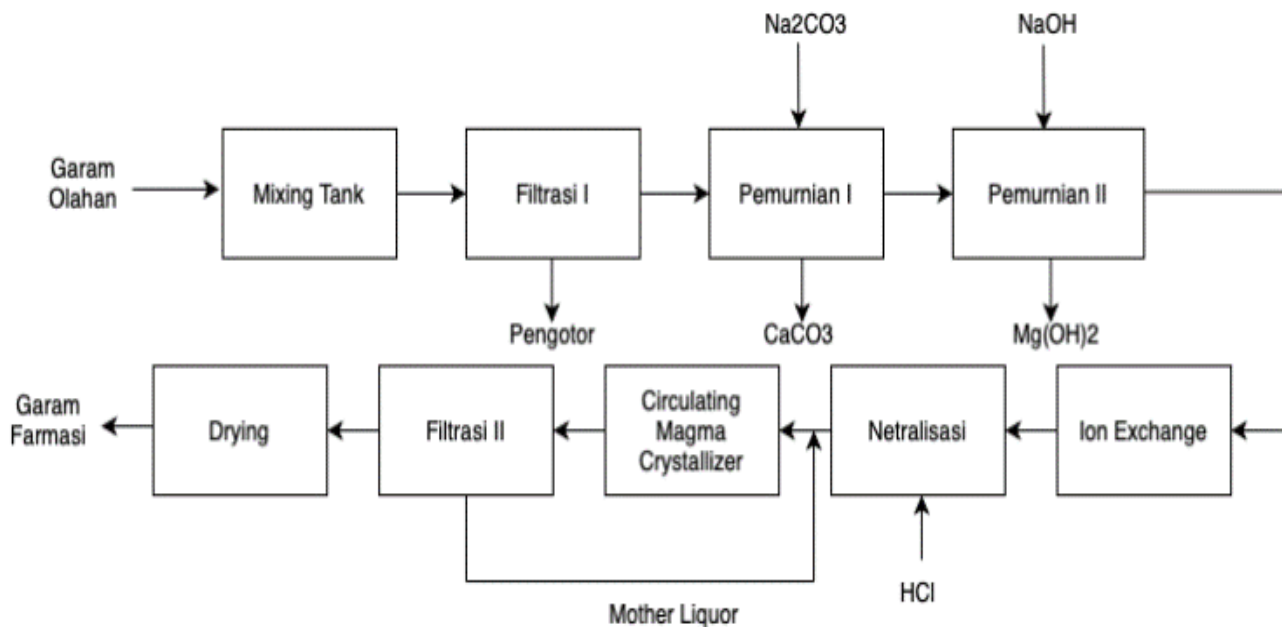
melarut dalam air. Bahan pengikat pengotor selanjutnya ditambahkan untuk mengendapkan  $Ca^{2+}$  dan  $Mg^{2+}$ . Endapan yang terbentuk dan juga pengotor yang tak larut (debu, tanah, dan pasir) akan dipisahkan secara filtrasi. Larutan garam yang telah bersih dari pengotor kemudian dijenuhkan dan diuapkan hingga diperoleh kristal garam yang lebih murni. Proses rekristalisasi ini membutuhkan energi panas yang cukup besar untuk dapat menguapkan semua sisa air dan mengkristalkan kembali garam yang sudah dimurnikan [2].

Pada proses ini juga dilakukan proses kimiawi pada garam dalam menghilangkan mineral *hardness* yang dapat mempengaruhi tingkat kemurnian garam. Proses ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kalsium terlarut, magnesium, dan sulfat. Bahan kimia yang biasa digunakan adalah  $Na_2CO_3$  (sodium karbonat);  $NaOH$  (sodium hidroksida); agen flokulasi; dan  $CO_2$ . Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Endapan yang terbentuk akan disaring, sedangkan filtratnya diuapkan dan didapatkan kristal  $NaCl$ . Untuk mengambil endapan sisa yang masih terlarut dalam filtrat, filtrat tersebut dilewatkan ke dalam *crystallizer*. Proses ini selain dapat memurnikan garam dari *impurities*-nya, juga dapat digunakan untuk memperoleh garam sodium klorida dengan kemurnian yang tinggi mencapai 99-99,8% [3].

Larutan garam yang sudah bersih dari zat pengotor kemudian dikristalisasi dengan cara membuat larutan menjadi *supersaturated* dengan cara menguapkan *solvent*, proses ini dilakukan pada alat evaporator. Kristal garam yang terbentuk perlu dilakukan pengeringan untuk mengurangi kadar airnya menggunakan *dryer* sebelum dilakukan



Gambar 6. Blok diagram proses rekristalisasi.

*crushing* dan *screening* agar ukuran kristal garam industri sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan.

Pada metode pencucian dengan *brine* (*Hydro-Extraction*). Proses pemurnian garam dengan hidroekstraksi memanfaatkan kelarutan NaCl sebagai komponen utama dari garam. Dalam proses ini, pelarut yang digunakan adalah larutan garam (NaCl) murni jenuh atau *brine*. Larutan garam murni jenuh inilah yang dapat mengekstrak pengotor dari dalam kristal garam. Pengotor utama dalam garam yang berupa  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  akan ikut melarut bersama larutan garam jenuh, sedangkan garam (NaCl) tidak akan ikut melarut. Proses pemisahan antara kristal garam hasil hidroekstraksi dengan larutan garam murni jenuh selanjutnya dapat dengan mudah dilakukan secara filtrasi. Pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi ini dapat menghasilkan garam dengan kemurnian 99,8% [2].

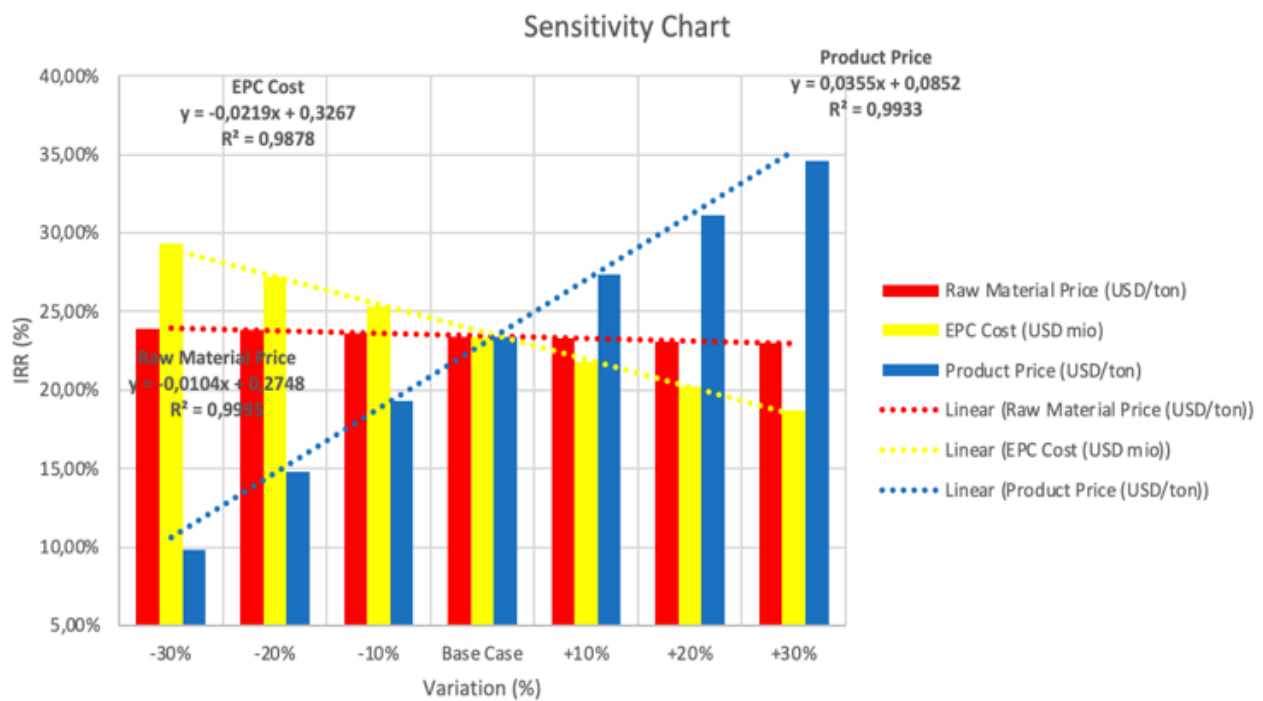
Dalam proses pemurnian garam dengan hidroekstraksi sangat dipengaruhi oleh ukuran garam, konsentrasi larutan garam sebagai waktu pelarut dan ekstraksi. Penerapan metode hidroekstraksi dapat menghilangkan bahan yang tidak larut seperti debu, tanah dan pasir juga bahan yang larut seperti magnesium (Mg), Kalsium (Ca) dan sulfat ( $\text{SO}_4$ ), tetapi sulit untuk bahan bagian dalam garam karena diameter garam terlalu besar, proses hidroekstraksi lebih efektif jika ukuran garam sangat kecil tetapi tidak larut, ukuran garam dipasaran sekitar 30-50 mesh sehingga perlu dilakukan *pre-treatment* berupa *crushing* terlebih dahulu [1]. Berdasarkan dari dua uraian proses dan parameter utama yang dijabarkan, dapat disimpulkan perbandingan dari masing-masing proses utama ditunjukkan pada Tabel 3. Gambar 2 menunjukkan hirarki proses dan Gambar 3 menunjukkan hasil seleksi proses pemurnian garam dengan metode AHP.

### III. URAIAN PROSES TERPILIH

#### A. Unit Pemurnian Bahan Baku

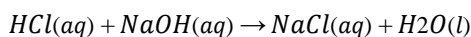
Bahan baku yang digunakan adalah garam olahan yang dihasilkan dari PT Garam, Gresik, Jawa Timur dengan

kandungan 98%. Bahan baku ditransportasikan menggunakan *Screw Conveyor* dari Gudang Garam Olahan. Sedangkan, bahan baku penunjang yaitu NaOH dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dalam bentuk liquid disiapkan berturut-turut pada Gudang NaOH dan Gudang  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Selanjutnya bahan baku utama setelah ditransportasikan menggunakan conveyor akan dialirkan ke *Short Contact Dissolver* untuk dilarutkan dengan air proses dari utilitas menjadi larutan *brine* dan komponen pengotor juga terlarut tetapi pengotor yang tidak larut atau *insoluble* akan dipisahkan dengan *Filter Press*. Pelarutan garam dilakukan pada suhu  $30^\circ\text{C}$  dan 1 atm. Proses menggunakan metode *cold dissolution* untuk mencegah munculnya endapan  $\text{CaSO}_4$  pada awal proses karena dapat mengakibatkan kerusakan pompa dan abrasi pipa [4]. Setelah itu larutan *brine* dipompa ke dalam Reaktor Koagulasi untuk direaksikan oleh  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yaitu dengan menambahkan ion dengan muatan yang berlawanan agar menimbulkan destabilisasi partikel koloid sehingga lapisan difusi akan mengecil dan memungkinkan bekerjanya gaya tarik menarik antar partikel. Koagulan yang digunakan adalah  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20%w dan NaOH yang ditambahkan ke dalam larutan garam dan dilakukan pengadukan.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  20 %w ditambahkan terlebih dahulu sebelum NaOH sebab apabila hidroksida ditambahkan lebih awal tanpa kehadiran karbonat maka hidroksida akan mudah pecah sehingga menyulitkan proses pengendapan. Kemudian *brine* akan dialirkan ke *Clarifier*. Suhu operasi di dalam clarifier berkisar  $30^\circ\text{C}$  dengan tekanan 1 atm. Di dalam Clarifier terjadi proses pemisahan *sludge* dan *filtrate* dengan proses sedimentasi. *Sludge* berupa limbah padat yang terdiri dari  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , dan  $\text{CaSO}_4$  kemudian dialirkan ke unit *solid waste water treatment* (SWTP), sedangkan *filtrate* berupa larutan *brine* dipompa menuju Reaktor Koagulasi untuk direaksikan dengan NaOH. Pada Reaktor Koagulasi terjadi pengikatan ion magnesium (Mg) dengan NaOH kemudian larutan *brine* di pompa menuju *Clarifier* untuk proses pengendapan dan pemisahan flok  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Larutan *brine* selanjutnya dipompa menuju *Ion Exchanger* untuk dipisahkan dari ion-ion tak terlarut yang



Gambar 7. Selektivitas terhadap IRR.

kemudian akan ditampung Tangki Penampung I kemudian dipompa ke Reaktor Netralisasi untuk direaksikan dengan HCl. Direaksikan dengan HCl adalah untuk menghilangkan NaOH dalam *brine* serta menghasilkan NaCl yang lebih banyak. Reaksi yang terjadi adalah:



Hasil dari proses netralisasi berupa larutan *brine* bebas NaOH ditampung terlebih dahulu di dalam Tangki Penampung II. Sebelum menuju *Evaporator* untuk proses selanjutnya. Selain sebagai penampung, tangki penampung juga berfungsi untuk mengatur *rate* masuk proses berikutnya.

**B. Unit Penguapan dan Pengkristalan**

Sebelum memasuki *Evaporator*, larutan dipanaskan terlebih dahulu dengan *Pre-Heater* sampai mencapai suhu 105°C. Hal ini dilakukan untuk mengurangi beban kerja pemanasan dari *Evaporator*. Larutan *brine* yang telah murni kemudian dipekatkan di dalam dalam *Evaporator* hingga mencapai kondisi *saturated brine*. Di dalam *evaporator* ini, larutan diuapkan kandungannya hingga mencapai konsentrasi 28.12% NaCl. Uap hasil penguapan *brine* akan digunakan untuk pemanasan pada *crystallizer*. Berdasarkan kurva *Solubility* NaCl didapatkan pada suhu 60°C, NaCl memiliki *Solubility* 37.16 gr NaCl/100gr H<sub>2</sub>O atau sebesar 27%. Grafik *solubility* tertera pada Gambar 4.

Larutan *brine* yang telah mencapai kondisi jenuh akan dialirkan menuju *Circulating Magma Vacuum Crystallizer* yang berfungsi untuk membentuk kristal garam. Larutan garam tersebut akan dibawa menuju kondisi *supersaturation brine* (kondisi lewat jenuh) agar pembentukan kristal-kristal garam dapat terjadi. Mekanisme pembentukan kristal garam dapat dipelajari dengan konsep penurunan suhu *saturated brine* untuk mencapai zona *supersolubilty*. Tahapan pembentukan kristal garam terbagi menjadi dua, yakni tahapan nukleasi yakni pembentukan inti kristal garam dan tahapan

penumbuhan kristal garam. Sedangkan *solubility curve* tertera pada Gambar 5.

Pada *Circulating Magma Vacuum Crystallizer*, dimana dalam unit operasi tersebut *brine* yang telah dipekatkan dari *evaporator* telah berada pada kurva *Solubility* (titik a menuju kurva AB). Selanjutnya dalam unit operasi kristalisasi, *brine* yang telah jenuh akan didinginkan dengan menguapkan kandungan air. Sehingga kondisi *brine* akan berada pada kurva *superSolubility* (titik a pada kurva AB akan menuju titik b kurva CD), dari kurva ini *brine* akan melalui proses nukleasi dimana pada proses ini inti kristal garam akan terbentuk. Setelah pembentukan inti kristal, selanjutnya kristal – kristal garam ini akan bertumbuh, pertumbuhan kristal garam yang baik berada pada zona metastabil (zona antara titik b dan c). Pada zona metastabil ini larutan garam akan menurun konsentrasinya, karena sebagian besar larutan sudah terkonversi menjadi kristal garam. Pada saat fase pertumbuhan kristal garam, kondisi operasi *crystallizer* diatur untuk tetap berada pada zona metastabil, sehingga kristal yang dihasilkan akan memiliki ukuran partikel yang seragam. *Saturated brine* tersebut dipekatkan kembali hingga mencapai konsentrasi 37% agar terbentuk kristal – kristal garam. Prinsip kristalisasi yang digunakan adalah *Evaporating Crystallizer - Circulating-Magma Vacuum Crystallizer* beroperasi pada kondisi vakum dengan tekanan 0,098 atm dengan suhu 83°C. Kondisi tekanan dijaga dengan menggunakan *Barometric Condensor* dengan mengkondensasikan vapor dan dialirkan menuju *Hot Well* sebagai kondesat dengan bantuan *Steam Jet Ejector*. *Slurry* (campuran kristal garam dan *mother liquor*) kemudian dipompa menuju ke *Centrifuge* untuk dipisahkan antara padatan kristal garam dengan *mother liquor*. Kristal yang diharapkan berukuran 0.5 mm. Di dalam *centrifuge*, campuran kristal garam dengan *mother liquor* dipisahkan satu sama lain dan *filtrat* yang dihasilkan (*mother liquor*) dikembalikan ke dalam Tangki Penampung II. Produk keluar

dari *Centrifuge* memiliki konsentrasi NaCl di atas 98%. Kristal garam yang telah dipisahkan dari *mother liquor* kemudian disalurkan melewati *Belt Conveyer II* menuju *Rotary Dryer* untuk dilakukan proses pengeringan kristal garam.

### C. Unit Pengeringan dan Pengendalian Produk

Pada *Rotary Dyer*, terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhu 120°C pada tekanan 1 atm serta adanya udara panas dari *Air Pre Heater* dengan bantuan *Blower* sebagai sumber udara dimana proses pengeringan dengan menggunakan udara panas dilakukan secara *counter current* (berlawanan). Sebelumnya juga udara yang digunakan disaring terlebih dahulu dengan air filter. Bahan yang keluar *Rotary Dryer* memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99.9%. Padatan yang terbawa udara panas dialirkan menuju *Cyclone I* untuk dilakukan pemisahan antara udara dengan padatan. Selanjutnya, padatan sebesar 1% yang diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah *Rotary Dyer* menuju ke *Belt Conveyer II*. *Cyclone II* digunakan sebagai pemisahan udara dengan padatan yang terbawa oleh udara panas dari *Rotary Dryer* dan menjadi gas buang. Produk bawah *Rotary Dryer* diumpankan menuju *Bucket Elevator* untuk proses pengecilan kristal menuju *Crusher* untuk dihaluskan kemudian menuju *Screener*. Kemudian produk kristal garam berukuran 325 mesh ditampung pada Gudang Garam Farmasi sebagai produk akhir. Diagram blok rekristalisasi tertera pada Gambar 6.

## IV. NERACA MASSA

Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa diperoleh bahwa pabrik berkapasitas produksi 2000 ton/tahun membutuhkan 271,6 kg/jam bahan baku garam olahan yang diolah untuk menghasilkan 252,54 kg/jam garam farmasi.

## V. ANALISA EKONOMI DAN ANALISA DAMPAK TERHADAP LINGKUNGAN

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan menurut neraca massa yang telah tercantum pada Bab IV. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum dalam Bab V dihitung berdasarkan pada neraca massa dan energi. Selain beberapa faktor di atas, juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk beroperasi dan utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik. Faktor-faktor yang perlu ditinjau dalam analisa ekonomi antara lain:

1. Kekayaan yang dihasilkan (Net Present Value, NPV)
2. Laju pengembalian modal (Internal Rate Return, IRR)
3. Lama Pengembalian modal (Pay Out Time)
4. Selektivitas terhadap IRR

Berdasarkan hasil perhitungan pada neraca ekonomi didapatkan Net Present Value (NPV) sebesar Rp46.141.825.519,2 dimana nilai NPV bernilai lebih dari 0 menandakan bahwa proyeksi pendapatan yang dihasilkan atau investasi melebihi dari proyeksi biaya yang dikeluarkan. Sehingga perusahaan layak untuk didirikan. Nilai Internal

Rate Return (IRR) sebesar 23,4% dimana nilai IRR yang diperoleh lebih besar dari nilai bunga pinjaman yaitu 10% pertahun. Maka, dari perhitungan IRR menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan. Nilai Pay Out Time (POT) sebesar 5,3 tahun yang menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan karena POT yang didapatkan lebih kecil dari perkiraan usia pabrik.

Dilakukan pula variasi pada harga produk garam industri, harga bahan baku, dan harga EPC dengan variasi dari -30% hingga +30% terhadap IRR. Hasil menunjukkan bahwa nilai EPC Cost adalah nilai yang paling sensitif. Seleksitas pada IRR ditunjukkan pada Gambar 7. Berikut merupakan Analisa yang meliputi aspek sosial. Dapat meningkatkan ekonomi rumah tangga melalui peningkatan pendapatan keluarga.

Dengan adanya suatu investasi berupa pendirian suatu pabrik akan memberikan peningkatan ekonomi kepada masyarakat, terutama bagi mereka yang dapat diterima bekerja sebagai karyawan pabrik.

Perubahan pola nafkah. Pada beberapa wilayah, kehadiran pabrik atau suatu usaha akan mengubah pola hidup masyarakat. Misalnya, semula masyarakat hidup dari pertanian, dengan kehadiran pabrik banyak yang beralih profesi menjadi karyawan pabrik sehingga jenis profesi dari masyarakat di daerah tersebut semakin beragam.

Pembukaan kesempatan kerja. Membuka kesempatan kerja bagi masyarakat sekaligus mengurangi pengangguran karena setiap proyek atau usaha baru yang didirikan akan membutuhkan tenaga kerja tambahan yang diserap dari masyarakat sekitar. Hal ini tentu saja akan membuka peluang bagi tenaga kerja yang belum mendapatkan pekerjaan atau masih menganggur.

Pembentukan sarana dan prasarana umumbaru. Tersedianya sarana dan prasarana dengan dibukanya suatu proyek atau usaha dapat memberikan fasilitas bagi masyarakat luas maupun pemerintah seperti dibangunnya jalan raya, askes listrik, telepon, sekolah, rumah ibadan, pusat perbelanjaan, saran hiburan, dan lain-lain.

Menggali, mengatur, dan menggunakan ekonomi sumber daya alam melalui penggunaan lahan yang efisien dan efektif atau penggunaan lahan yang dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak melalui peningkatan nilai tambahan sumber daya alam dan peningkatan sumber daya alam lainnya yang belum terjamah, terutama untuk wilayah yang masih terisolasi. Meningkatkan perekonomian pemerintah baik lokal maupun regional melalui:

1. Menambah peluang dan kesempatan kerja bagi masyarakat.
2. Peningkatan Pendapatan Asli Daerah (PAD)
3. Peningkatan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB).
4. Menambah pusat-pusat pertumbuhan ekonomi di daerah tertentu.
5. Menyediakan fasilitas umum yang sangat dibutuhkan masyarakat.
6. Menghemat devisa apabila produk dan jasa dihasilkan dapat mengurangi pemakaian impor dan jasa luar negeri.
7. Meningkatkan devisa negara apabila produk dan jasa yang diproduksi untuk diekspor.

Meningkatkan pengembangan daerah melalui meningkatkan pemerataan pembangunan (denga prioritas pembangunan di daerah tertentu). Biasanya untuk proyek-proyek tertentu pemerintah menetapkan wilayah atau daerah

tertentu yang hanya dibuka. Dengan tujuan untuk pemerataan pembangunan dan pembukaan wilayah yang selama ini terisolasi di seluruh wilayah Indonesia. Pendirian suatu pabrik akan memiliki dampak lingkungan, antara lain: lahan hutan berkurang. Akan ada beberapa lahan hutan yang beralih fungsi dari lahan yang dilindungi menjadi Kawasan industri atau bangunan pabrik. Terjadinya pencemaran lingkungan, antara lain: Air Pollution. Polusi udara akibat asap pabrik dan gas beracun yang dilepaskan oleh pabrik ke udara dapat meningkatkan risiko seseorang untuk menderita penyakit pernapasan kronis, penyakit jantung, kanker paru-paru, dan berbagai penyakit lainnya.

Water Pollution. Pencemaran air akibat limbah industri. Pembuangan limbah yang dilakukan secara illegal dapat mengontaminasi saluran air yang menyebabkan kerusakan pada kehidupan lingkungan laut atau sungai dan sekitarnya. Limbah yang dibuang dapat berupa bahan kimia, bahan radioaktif, air yang terkontaminasi, gas, atau bahan berbahaya lainnya. Limbah-limbah tersebut akan mencemari air laut atau sungai yang apabila air yang terkontaminasi limbah dikonsumsi manusia, gejala-gejala Kesehatan yang bisa membahayakan akan timbul.

Land Pollution. Adanya pembangunan pabrik akan menimbulkan kerusakan struktur dan tekstur tanah. Bahan beracun dan bahan kimia dapat merusak kesuburan tanah, menyebabkan kontaminasi makanan yang pada akhirnya dikonsumsi, dan bahkan dapat mengganggu produktivitas tanaman. Tanah yang tidak tercemar secara langsung bahkan masih bisa membahayakan manusia.

## VI. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari hasil desain dan tinjauan pabrik, maka dapat disimpulkan bahwa Pabrik Garam Farmasi akan dibangun dengan kriteria berikut: perencanaan Operasi adalah kontinyu, 24 jam/hari selama 330 hari. Kapasitas Produksi 2000 Ton/tahun.. Umur Pabrik 12 Tahun dengan masa konstruksi 2 tahun. Kebutuhan bahan baku garam olahan sebesar 271,6 kg/jam. Lokasi pendirian pabrik adalah Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Selain dari segi teknis juga ditinjau dari segi ekonomis sebagai berikut total Investasi sebesar Rp285.325.635.054,89. Weighted Cost of Capital (WACC): 10 %. Internal Rate of Return (IRR): 23,4%. Net Present Value (NPV): Rp 46.141.825.519,23 (bernilai positif). Pay Out Time (POT): 5,3 Tahun. Break Even Point (BEP): 54%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Mohamad, "Pembuatan dan Optimasi Kualitas Garam Air Laut Di Pesisir Pantai Teluk Tomini," Departemen Kimia: Universitas Negeri Gorontalo, 2020.
- [2] A. Martina, J. R. Witono, and G. K. Pamungkas, "Pengaruh kualitas bahan baku dan rasio umpan terhadap pelarut pada proses pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi batch," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 5, no. 1, pp. 1--6, 2016.
- [3] D. Lesdantina and I. Istikomah, "Pemurnian NaCl dengan Menggunakan Natrium Karbonat," Departemen Teknik Kimia: Universitas Diponegoro, 2009.
- [4] F. Goetzfried and E. Kordorosy, "Technologies for The Production of Pharmaceutical Grade Sodium Chloride," in *2018 World Salt Symposium*, Utah: World Salt Symposium, 2018.