

# Pra Desain Pabrik Garam Farmasi dari Garam Olahan dengan Kapasitas Produksi 1500 Ton/Tahun

Achyani Putri Fadila, Afifah Nur Aini, Siti Nurkhamidah, dan Fadlilatul Taufany  
 Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
 e-mail: dst\_eureka@yahoo.co.uk

**Abstrak**—Salah satu garam industri yang masih diimpor oleh Indonesia adalah garam farmasi. Garam farmasi merupakan garam yang memiliki tingkat kemurnian NaCl yang sangat tinggi mencapai 99,5% dan biasa digunakan dalam industri farmasi sebagai cairan infus, pembersih darah, obat kapsul, pelarut vaksin, sirup, oralit, dan minuman kesehatan. Proses pembuatan garam farmasi dari garam olahan dibagi menjadi 3 unit proses, yaitu unit pemurnian bahan baku, unit penguapan dan pengkristalan, dan unit pengeringan dan pengendalian produk. Dari hasil proses didapatkan garam farmasi dengan kemurnian mencapai 99,9%. Pabrik garam farmasi ini memiliki kapasitas produksi sebesar 1500 ton/tahun dengan waktu operasi 330 hari kerja pada usia pabrik selama 10 tahun. Lokasi pendirian pabrik direncanakan di Kecamatan Manyar, Gresik. Berdasarkan analisa ekonomi, laju pengembalian modal (IRR) yang didapatkan sebesar 13,84% dengan waktu pengembalian modal (POT) selama 6 tahun, dan NPV positif sebesar Rp1.928.382.237,2 yang menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

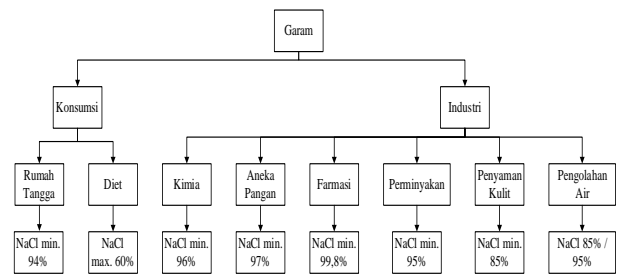
**Kata Kunci**—Garam Olahan, Garam Farmasi, Rekrystalisasi.

## I. PENDAHULUAN

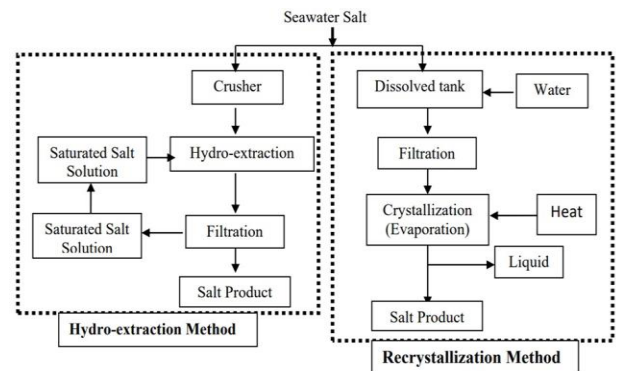
INDONESIA merupakan negara maritim yang memiliki luas perairan mencapai 3,25 juta km<sup>2</sup> dan memiliki garis pantai sepanjang 95.181 km. Luas perairan tersebut, termasuk di dalamnya laut, memiliki potensi produksi lestari ikan laut yang cukup besar, dengan asumsi sekitar 6,51 juta ton/tahun atau 8,2% dari total potensi produksi ikan laut dunia. Selain itu, panjang pantai yang dimiliki sangat potensial untuk pengembangan usaha garam. Namun faktanya, Indonesia masih mengimpor garam dalam jumlah yang sangat besar. Produksi garam lokal pada kenyataannya tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan garam domestik yang kemudian menyebabkan terjadinya impor garam dari negara lain [1].

Garam merupakan salah satu bahan kimia yang banyak diperlukan di dalam industri 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 [2].

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 dialisis serta dengan kandungan pengotor seperti Ca dan Mg < 50 ppm, sulfat < 150 ppm serta tidak adanya logam berat lainnya.



Gambar 1. Pengelompokkan garam berdasarkan peraturan menteri perindustrian.



Gambar 2. Diagram blok pemurnian garam.

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% [3].

Walaupun Indonesia terkenal sebagai negara maritim dan penghasil garam konsumsi, hingga saat ini Indonesia masih mengimpor garam kualitas farmasi, industri, dan aneka pangan. Namun, keseluruhan kebutuhan garam harus diimpor mengingat belum ada produsen di dalam negeri. Salah satu garam industri yang masih diimpor oleh Indonesia adalah garam farmasi. Garam kualitas farmasi tergolong dalam kategori garam industri dengan kode HS-25010092. Saat ini industri farmasi sangat bergantung pada bahan baku impor. Kemenkes mencatatkan bahwa bahan baku obat-obatan sekitar 90% masih mengimpor dari luar. Garam farmasi merupakan garam yang memiliki tingkat kemurnian NaCl yang sangat tinggi dapat mencapai 99,5% dengan zat pengotor yang sangat kecil. Dalam industri farmasi garam digunakan sebagai cairan infus, pembersih darah, obat kapsul, pelarut vaksin, sirup, oralit, dan minuman kesehatan.

Meningkatnya kebutuhan garam farmasi dikarenakan tingginya kebutuhan produk yang berbahan baku garam farmasi seperti bahan baku cairan infus, produksi tablet, pelarut vaksin, cairan pencuci darah, dan lainnya. Banyaknya pasien yang memerlukan pengobatan dialisis 3 juga membuat kebutuhan garam farmasi meningkat. Indonesia telah

Tabel 1.  
Perbandingan Proses Pemurnian Garam

No.	Nama Perusahaan	Kebutuhan Garam Farmasi(ton/tahun)
1.	PT. Otsuka Indonesia	259
2.	PT. Intan Jaya Medika Solusi	2.799,98
3.	PT. Jayamas Medika Industri	720
4.	PT. Amerta Indah Otsuka	148
5.	PT. Finusolprima Farma Internasional	480
6.	PT. Sanbe Farma	88
7.	PT. Widatra Bhakti	710
8.	PT. Kao Indonesia	25
9.	ABBOTT Indonesia	1,5
10.	Novell Pharmaceutical Laboratories	1,1
11.	Daewoong Infion	1
12.	Ferron Pas Pharmaceuticals	0,75
13.	Dexa Medica	0,08

Tabel 2.  
Perbandingan Proses Pemurnian Garam

Parameter	Macam-macam Proses	
	Rekristalisasi	Brine Washing
Kondisi Tekanan	0,0987 atm	1 atm
Operasi Suhu	30°C	25°C
Bahan Baku Utama	Garam rakyat > 75%	Garam rakyat > 90%
Proses Pre-Treatment	Settling tank	Crusher
Harga Bahan Baku	Rp350.000/ton	Rp5.346.000/ton
Ekonomi Kebutuhan Energi	Evaporator, Crystallizer, Dryer	Dryer

membangun pabrik garam farmasi pertama di Indonesia oleh PT Kimia Farma Tbk dengan kapasitas produksi 2000 ton/tahun di tahun 2017. Namun, kapasitas tersebut baru mencapai 30% dari total kebutuhan garam farmasi nasional sehingga total kebutuhan tersebut dipenuhi dengan melakukan impor garam farmasi [4].

Meningkatnya kebutuhan garam farmasi di Indonesia dapat terlihat dari meningkatnya data konsumsi garam farmasi. Data dari BPP Kemendag 2015, total kebutuhan Garam Nasional adalah sebesar 3.750.284 ton di mana total kebutuhan garam industri sebesar 2.447.289 ton. Pada 2015, industri farmasi memiliki kebutuhan garam sebesar 2.418 ton yang digunakan oleh beberapa perusahaan seperti:

- PT. Otsuka Indonesia
- PT. Intan Jaya Medika Solusi
- PT. Jayamas Medika Industri
- PT. Amerta Indah Otsuka
- PT. Finusolprima Farma Internasional
- PT. Sanbe Farma
- PT. Widatra Bhakti
- PT. Emjebe Pharma

Beberapa industri farmasi di Indonesia yang mengimpor garam farmasi pada tahun 2015 – 2017 ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Dalam pemurnian garam, 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)*. Adapun perbedaan dari kedua proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 [5]. Pemilihan metode pemurnian garam didasarkan pada parameter-parameter yang disajikan pada Tabel 2.

Metode pemilihan proses yang digunakan yaitu AHP (*Analytical Hierarchy Process*). Metode AHP merupakan

Tabel 3.  
Proyeksi Data Kapasitas Garam Farmasi pada Tahun 2025

Tahun	Produksi (ton)	Konsumsi (ton)	Ekspor (ton)	Impor (ton)
2025	8333,07	19.746,57	0	7470,61

Tabel 4.  
Komposisi Garam Olahan dari PT Garam

Komponen	Persentase (%)
Na	95,786
Ca	0,154
Mg	1,744
SO <sub>4</sub>	0,0144
K	0,231
Insoluble	1,1766
H <sub>2</sub> O	0,27

Tabel 5.  
Komponen Produk Garam Farmasi

Komponen	% Massa
NaCl	0,9951
KCl	0,0008
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,0003
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0000
NaOH	0,0028
H <sub>2</sub> O	0,0010

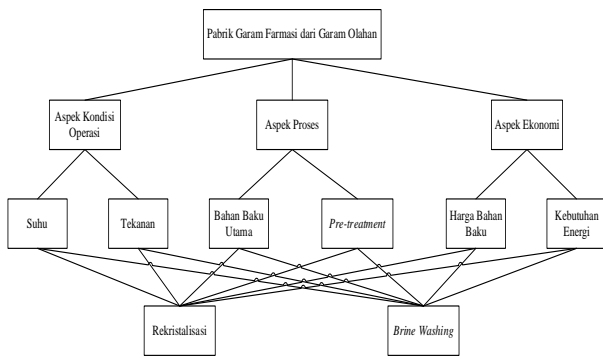
pengambilan keputusan dengan melakukan perbandingan antara parameter dengan variabel yang ingin dipilih. Permasalahan pengambilan keputusan dengan AHP dibagi menjadi kriteria dan alternatif pilihan. Dengan memperhatikan kriteria yang berbeda dan tingkat prioritas yang relatif, AHP membantu mengidentifikasi alternatif yang paling sesuai dengan tujuan yang ditetapkan. Alur berpikir yang dituangkan dalam bentuk hierarki proses dalam pemilihan proses untuk memproduksi Garam Farmasi ditunjukkan pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan aplikasi Expert Choice, diperoleh proses terpilih yang ditunjukkan pada Gambar 4. Dari hasil seleksi proses, diperoleh proses rekristalisasi lebih baik digunakan jika dibandingkan dengan metode *brine washing* dengan *overall inconsistency* sebesar 1%.

Pemilihan lokasi pabrik mempertimbangkan beberapa faktor yaitu:

- Ketersediaan bahan baku
- Aksesibilitas dan transportasi
- Ketersediaan utilitas
- Lokasi pemasaran
- Iklm dan topografi
- Hukum dan peraturan
- Sumber tenaga kerja
- Tata ruang dan wilayah
- Kompetitor
- Lingkungan

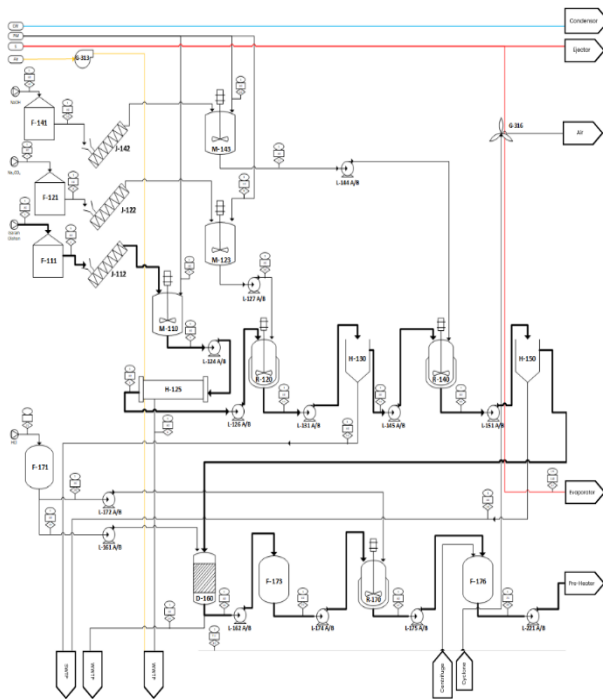
Dipilih dua alternatif lokasi dengan melihat ketersediaan bahan baku, lokasi pemasaran, dan aspek kompetitor yaitu Kecamatan Manyar, Gresik dan Kecamatan Camplong, Sampang. Pemilihan dua lokasi ini didasarkan pada ketersediaan bahan baku pabrik garam farmasi yang disuplai oleh PT Garam yang berada di Gresik dan Sampang, Jawa Timur. Dengan menggunakan metode yang sama seperti seleksi proses, diperoleh lokasi yang paling tepat untuk



Gambar 3. Hierarki proses.



Gambar 4. Proses Terpilih melalui aplikasi expert choice.



Gambar 5. Aliran proses unit pemurnian bahan baku.

memdirikan pabrik garam farmasi adalah di Kecamatan Manyar, Gresik, Jawa Timur.

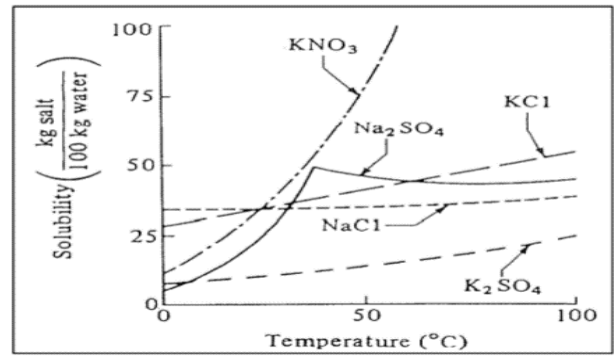
Kapasitas produksi pabrik yang dipilih adalah 1500 ton/tahun. Penentuan kapasitas produksi ini dengan melihat proyeksi data kapasitas garam farmasi pada tahun 2025 dengan menggunakan persamaan: [6].

$$M = F(1 + i)^n$$

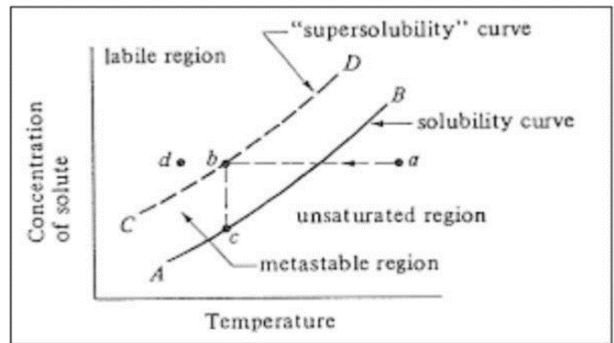
dimana:

- M = Prediksi tahun ke-n
- F = Kapasitas tahun terakhir
- i = Pertumbuhan rata-rata
- n = Selisih tahun

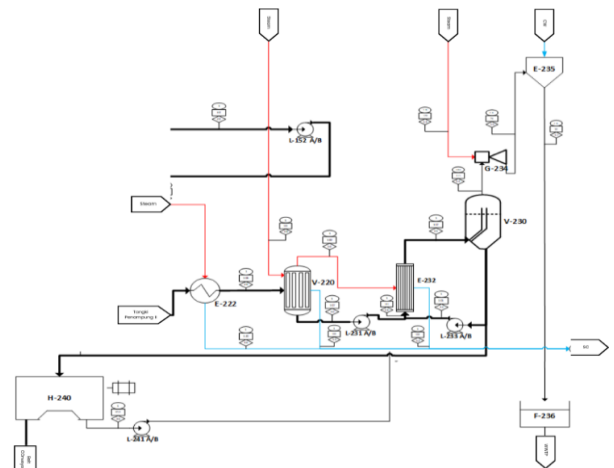
Hasil proyeksi data kapasitas garam farmasi ditunjukkan pada Tabel 3. Dari proyeksi data kapasitas garam farmasi tersebut, dilakukan perhitungan untuk menentukan kekurangan kapasitas pabrik garam farmasi nasional dengan persamaan 2.



Gambar 6. Grafik solubility terhadap suhu.

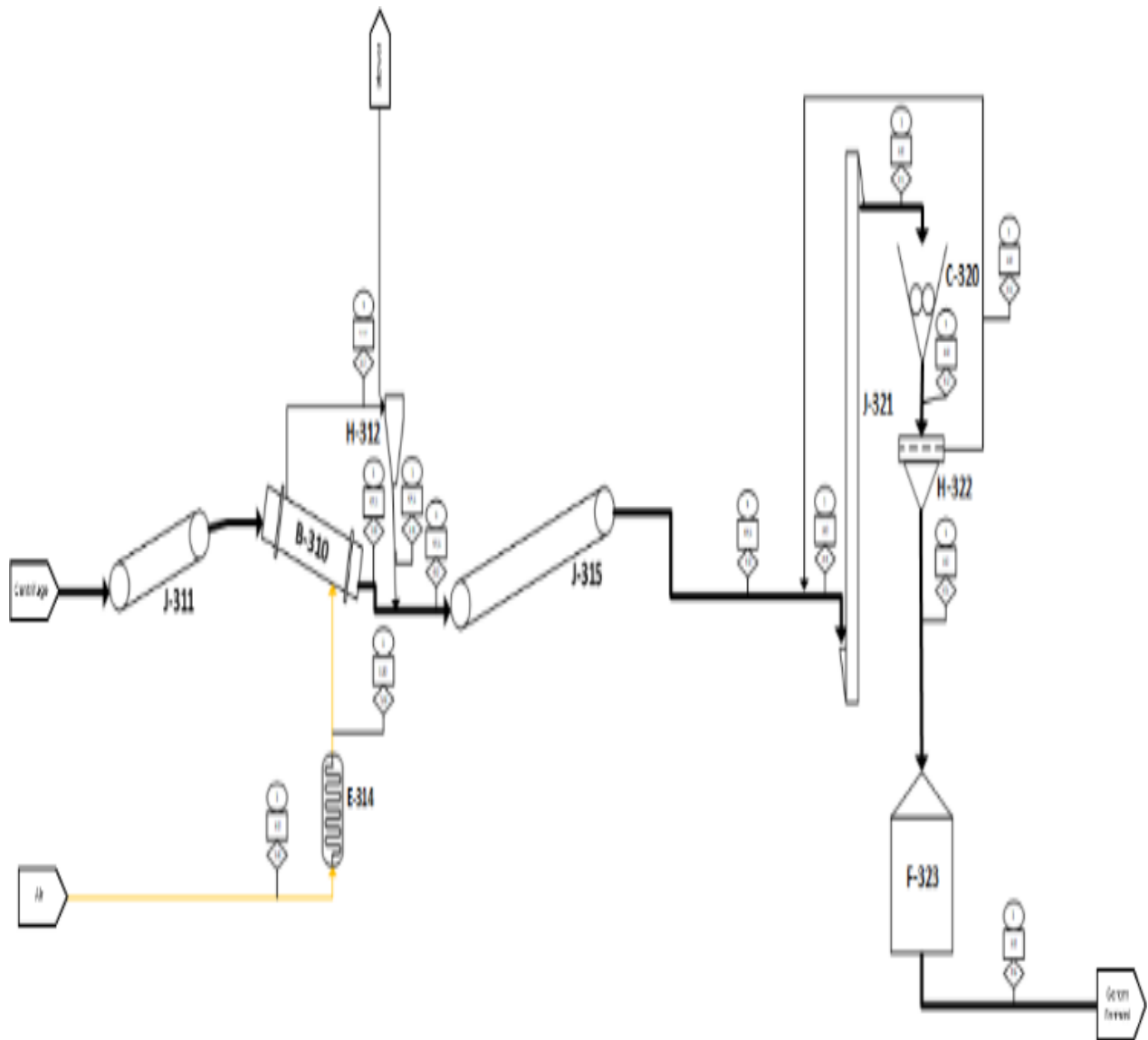


Gambar 7. Miers qualitative explanation of crystallization: solubility curve (ab) and supersolubility curve (cd).



Gambar 8. Aliran proses unit penguapan dan pengkristalan.

Dengan menggunakan persamaan tersebut, didapatkan kekurangan kapasitas nasional garam farmasi di Indonesia pada tahun 2025 yaitu sebesar 3938,89 ton/tahun. Melihat aktivitas impor garam farmasi pada tahun 2025 yang masih cukup tinggi tersebut, maka penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan



Gambar 9. Aliran proses unit pengeringan dan pengendalian produk.

Gudang dan untuk HCl dalam bentuk liquid disiapkan pada *Storage Tank*.

Garam olahan yang dialirkan menuju *Short Contact Dissolver* (M-110) bertujuan untuk dilarutkan dengan penambahan air proses dari utilitas menjadi larutan *brine* dan komponen pengotor yang kemudian dipisahkan menggunakan *Filter Press* (H-125). Pelarutan dilakukan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Proses pelarutan menggunakan metode *cold dissolution* untuk mencegah munculnya endapan  $\text{CaSO}_4$  pada awal proses yang dapat mengakibatkan kerusakan pompa dan abrasi pipa. Kemudian larutan *brine* dipompa ke Reaktor Koagulasi (R-120) dan (R-140) untuk direaksikan dengan koagulan yaitu dengan menambahkan ion dengan muatan berlawanan untuk menimbulkan destabilisasi partikel koloid sehingga lapisan difusi akan mengecil dan memungkinkan bekerjanya gaya tarik menarik antar partikel. Koagulan yang digunakan adalah  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan  $\text{NaOH}$ . Reaksi yang terjadi adalah :  $\text{CaSO}_4 (aq) + \text{Na}_2\text{CO}_3 (aq) \rightarrow \text{CaCO}_3 (s) (\text{putih}) + \text{Na}_2\text{SO}_4 (aq)$ ,  $\text{MgSO}_4 (aq) + 2\text{NaOH} (aq) \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 (s) (\text{putih}) + \text{Na}_2\text{SO}_4 (aq)$   $\text{MgCl}_2 (aq) + 2\text{NaOH} (aq) \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 (s) (\text{putih}) + 2\text{NaCl} (aq)$ .

Reaksi berlangsung selama 1 jam dan bersifat eksotermis. Suhu operasi di dalam reaktor adalah 30°C dengan tekanan 1

atm. Di dalam reaktor terjadi proses penghilangan *impurities* dengan penambahan flokulan. Flok-flok *impurities* akan bergabung dan membentuk endapan berupa *sludge*. Endapan tersebut yaitu  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{Mg(OH)}_2$ . Keluaran dari reaktor kemudian dialirkan ke dalam *Clarifier* (H-130) dan (H-150) di mana terjadi proses pemisahan antara *sludge* dengan filtrat dengan proses sedimentasi. *Sludge* berupa limbah padat terdiri dari  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{Mg(OH)}_2$  dialirkan ke unit *Solid Waste Water Treatment* (SWTP). Filtrat berupa larutan *brine* akan dipompa menuju *Ion Exchanger* (D-160) untuk selanjutnya dilakukan proses penghilangan ion kalium yang terkandung pada garam olahan. Proses ini menggunakan resin yang dapat mengikat ion kalium. Setelah selesai, dilakukan regenerasi *Ion Exchanger* dengan pencucian menggunakan HCl. Setelah itu, *brine* yang telah bersih dialirkan ke Tangki Penampung I (F-173) yang kemudian akan dipompa menuju Reaktor Netralisasi (R-170).

Larutan *brine* yang masuk ke dalam Reaktor Netralisasi kemudian direaksikan dengan HCl untuk menghilangkan NaOH dalam *brine* serta menghasilkan NaCl yang lebih banyak dengan reaksi sebagai berikut:  $\text{HCl} (aq) + \text{NaOH} (aq) \rightarrow \text{NaCl} (aq) + \text{H}_2\text{O} (l)$ .

Hasil dari proses netralisasi berupa larutan *brine* yang

bebas akan NaOH yang akan ditampung di Tangki Penampung II (F-176). Setelah itu larutan *brine* akan memasuki *Evaporator* (V-210). Unit dari proses pemurnian bahan baku tertera pada Gambar 5.

#### B. Unit Penguapan dan Pengkristalan

Larutan *brine* akan dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *Pre-Heater* (E-212) sampai suhu 52°C yang bertujuan untuk mengurangi beban dari *evaporator*. Kemudian larutan *brine* memasuki *evaporator* (V-210) dan terjadi proses pemekatan hingga mencapai kondisi *saturated brine*.

Di dalam *evaporator*, larutan diuapkan kandungan airnya mencapai konsentrasi 28,12% NaCl. Uap hasil penguapan *brine* akan digunakan untuk pemanasan pada *Crystallizer* (V-220). Berdasarkan kurva *solubility* NaCl yang ditunjukkan pada Gambar 6, didapatkan pada kondisi operasi suhu 60°C, solubilitas NaCl sebesar 36,3 gr NaCl/100 gr H<sub>2</sub>O.

Larutan *brine* yang telah mencapai kondisi jenuh akan dialirkan menuju *Circulating Magma Vacuum Crystallizer* (V-220) dengan tujuan pembentukan 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 dipelajari menggunakan konsep penurunan suhu *saturated brine* untuk mencapai zona *supersolubility*. Tahapan pembentukan kristal garam terbagi menjadi dua, yaitu tahapan nukleasi dimana pembentukan inti kristal garam terjadi dan tahapan penumbuhan kristal garam. Proses pembentukan kristal garam dapat dijelaskan pada Gambar 7.

Pada *Circulating Magma Vacuum Crystallizer* (V-220), 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 *Solubility* (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. Kondisi tekanan dijaga dengan menggunakan *Barometric Condenser* (E-224) dengan mengkondensasikan *vapor* dan dialirkan menuju *Hot Well* (F-225) sebagai kondensat dengan bantuan *Steam Jet Ejector* (G-223).

*Slurry* berupa campuran kristal garam dengan *mother*

*liquor* kemudian dipompa menuju *Centrifuge* (H-230) untuk proses pemisahan. Kristal yang diharapkan berukuran 0,5 mm. Pada *Centrifuge*, campuran antara kristal garam dengan *mother liquor* akan dipisahkan dimana filtrat berupa *mother liquor* akan 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* I (J-311) menuju *Rotary Dryer* (B-310) untuk dilakukan proses pengeringan kristal garam. Unit dari proses penguapan dan pengkristalan tertera pada Gambar 8.

#### C. Unit Pengeringan dan Pengendalian Produk

Di dalam *Rotary Dryer* (B-310), terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhu 120°C dengan tekanan 1 atm di mana sumber udara panas berasal dari *Air Heater* (E-314) dengan bantuan *Blower* (G-313). Proses pengeringan dilakukan secara *counter current*. Produk keluaran *Rotary Dryer* memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99,9%. Padatan yang terbawa udara panas dialirkan menuju *Cyclone* (H-312) untuk dilakukan pemisahan antara udara dengan padatan. Udara yang berasal dari *Cyclone* akan dikeluarkan menjadi gas buang

Padatan sebesar 1% bersamaan dengan produk bawah dari *Rotary Dryer* akan dialirkan menuju *Bucket Elevator* (J-321) di mana terjadi penurunan suhu menjadi 30°C. Kemudian kristal garam diumpankan menuju *Ball Mill* (C-320) untuk dihaluskan mencapai ukuran 50 *mesh*.

Kristal garam kemudian disaring menggunakan *Screener* (H-322) di mana produk yang tidak lolos akan dikembalikan ke *Ball Mill* menggunakan *Bucket Elevator*. Kemudian produk kristal garam berukuran 50 *mesh* ditampung pada Gudang Garam Farmasi (F-323) sebagai produk akhir. Unit dari proses pengeringan dan pengendalian produk tertera pada Gambar 9.

### III. PEMBAHASAN

#### A. Produksi

Produk utama berupa Garam Farmasi dengan kapasitas produksi 1500 Ton/Tahun diproduksi menggunakan bahan baku utama berupa Garam Olahan yang didapatkan dari PT Garam dan bahan baku tambahan berupa Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang didapatkan dari CV Mutiara Bersaudara, NaOH yang didapatkan dari PT Perdana Mulia Jaya, dan HCl yang didapatkan dari PT Petrokimia Gresik.

Komposisi bahan baku utama berupa garam olahan dari PT Garam ditunjukkan pada Tabel 4.

#### B. Neraca Massa

Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa atau *material balance* Pra Desain Pabrik Garam Farmasi, diperoleh bahwa dibutuhkannya bahan baku yaitu garam olahan sebesar 1613,15 ton/tahun, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebesar 6,595 ton/tahun, NaOH sebesar 92,821 ton/tahun, dan HCl sebesar 230,89 ton/tahun untuk dapat menghasilkan produk utama garam farmasi dengan kapasitas produksi sebesar 1.500 ton/tahun. Kapasitas produksi didapatkan secara efektif dalam 330 hari/tahun waktu kerja serta 24 jam/hari jam kerja.

Garam Farmasi yang diproduksi memiliki tingkat kehalusan 50 *mesh* dengan kandungan NaCl sebesar 99,51%, kadar air sebesar 0,1%, dan mengandung kandungan

pengotor yang sudah di bawah standar yang diizinkan untuk unsur kalium, natrium, dan sulfat. Kualitas garam farmasi yang diproduksi sudah memenuhi standar kandungan garam farmasi yang digunakan dalam Farmakope Indonesia yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia. Komposisi garam farmasi yang diproduksi disajikan pada Tabel 5.

### C. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi digunakan sebagai acuan untuk menentukan suatu pabrik layak didirikan atau tidak. Faktor yang ditinjau dalam analisa ekonomi antara lain adalah laju pengendalian modal (*Internal Rate of Return*, IRR), *Net Present Value* (NPV), Lama pengembalian modal (*Pay Out Time*, POT), dan titik impas (*Break Event Point*, BEP). Berdasarkan hasil perhitungan analisa ekonomi, didapatkan besar modal *Capital Expenditure* (CAPEX) sebesar Rp9.790.180.709, pengeluaran operasional atau *Operational Expenditure* (OPEX) sebesar Rp22.102.441,45 per ton produk.

Hasil analisa ekonomi untuk perkiraan umur pabrik selama 10 tahun dengan masa pembangunan selama 3 tahun didapatkan nilai *Net Present Value* (NPV) sebesar Rp1.928.385.237,20, *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 13,84%, *Pay Out Time* (POT) yaitu selama 6 tahun, dan rata-

rata *Break Event Point* (BEP) sebesar 93%.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa ekonomi didapatkan nilai IRR sebesar 13,84% yang lebih tinggi dari nilai *Weight Average Cost of Capital* (WACC) sebesar 9,68%. NPV sebesar Rp1.928.385.237,2 dengan pengembalian modal selama 6 tahun, maka pabrik Garam Farmasi ini layak didirikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. N. Putri, Y. I. Satria, and N. Hendriani, "Pra desain pabrik garam industri dari garam rakyat," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, pp. F151--F156, 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.54321.
- [2] Herman and W. Joetra, "Pengaruh Garam Dapur (NaCl) Terhadap Kembang Susut Tanah Lempung," Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang, 2015.
- [3] E. Rismana, "Kajian proses produksi garam aneka pangan menggunakan beberapa sumber bahan baku," *Chem. Prog.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2014.
- [4] R. Ammai, "Prarancangan Pabrik Garam Farmasi dari Garam Rakyat dengan Kapasitas 2000 Ton/Tahun," Departemen Teknik Kimia, Universitas Bosowa, 2022.
- [5] K. Sumada, R. Dewati, and S. Suprihatin, "Garam industri berbahan baku garam krosok dengan metode pencucian dan evaporasi," *J. Tek. Kim.*, vol. 11, no. 1, pp. 30–36, 2016.
- [6] M. S. Peters, K. D. Timmerhaus, R. E. West, and others, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 1st ed., vol. 4. New York: McGraw-Hill, 2003, ISSN: 0072392665.