

# Pra Desain Pabrik Garam Farmasi dari Air Laut dengan Metode *Reverse Osmosis*

Gabriella Putri Bonita, Ayu Cahyarani Heksa, Siti Nurkhamidah, dan Yeni Rahmawati  
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
email: dst\_eureka@yahoo.co.uk

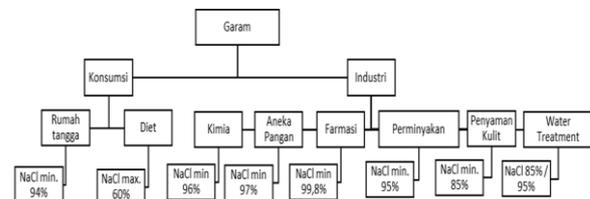
**Abstrak**—Garam merupakan istilah umum yang digunakan untuk senyawa kimia bernama Natrium Chlorida (NaCl). Garam banyak diperlukan dalam beberapa industri, diantaranya untuk pengawetan dan campuran bahan kimia. Selain itu, garam juga penting bagi konsumsi. Salah satu garam yang masih diimpor oleh Indonesia adalah garam farmasi. Saat ini, industri farmasi Indonesia masih sangat tergantung pada bahan baku impor, dimana hampir 95% bahan baku obat (BBO) yang diperlukan masih diimpor. Garam farmasi merupakan garam yang memiliki kualitas yang paling tinggi dengan kadar NaCl > 99,8%. Dalam industri farmasi, garam farmasi digunakan sebagai bahan baku untuk sediaan infus, produksi tablet, pelarut vaksin, sirup, oralit, cairan pencuci darah, minuman kesehatan, dan lain-lain. Pabrik direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2026 dengan kapasitas produksi sebesar 4.500 ton/tahun. Lokasi pendirian pabrik garam farmasi ini direncanakan di Kabupaten Sampang, Jawa Timur. Kabupaten ini dipilih karena memiliki ketersediaan bahan baku seluas 673,8 km<sup>2</sup>. Dalam pemenuhan kapasitas tahunan, pabrik akan beroperasi kontinyu 24 jam per hari selama 330 hari dan bahan baku sebesar 57.200,726 kg/jam, dapat dihasilkan produk garam farmasi sebesar 568 kg/jam. Untuk dapat mendirikan pabrik dengan kapasitas 4.500 ton/tahun diperlukan total modal investasi sebesar Rp 156,282,972,947.92 dan total biaya produksi (tanpa depresiasi) sebesar Rp 41,813,138,203.84 dengan estimasi hasil penjualan sebesar Rp 90,000,000,000.00 dengan estimasi umur pabrik 10 tahun, dapat diketahui internal rate of return (IRR) sebesar 16,68%, pay out time (POT) 3,1 tahun, dan break even point (BEP) sebesar 30,46%.

**Kata Kunci**—Air Laut, Garam Farmasi, Reverse Osmosis.

## I. PENDAHULUAN

**G**ARAM merupakan istilah umum yang digunakan untuk senyawa kimia bernama Natrium Chlorida (NaCl). Di alam, garam tidak bisa diperoleh alam keadaan benar-benar murni, walaupun beberapa analisa telah dilakukan menunjukkan kemurnian garam (NaCl) mencapai 99,9%. Tidak dapat dipungkiri, kebutuhan garam di Indonesia akan terus meningkat. Hal ini merupakan salah satu dampak dari luasnya penggunaan garam serta pertumbuhan industri penggunaannya yang cukup signifikan. Kementerian Perindustrian mencatat bahwa proyeksi kebutuhan garam nasional pada tahun ini akan mencapai 4,6 juta ton, yang sebagian besarnya (84%) merupakan kebutuhan dari industri manufaktur. Pada tahun 2020, penggunaan garam terbesar adalah industri makanan (1,58%), industri kimia dan farmasi (9,39%) dan industri kertas dan barang dari kertas (0,22%). Garam yang di produksi dibagi menjadi 2 yaitu garam konsumsi dan garam industri. Adapun pengelompokan Garam beserta SNI masing-masing berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian I Nomor 88/M-IND/PER/10/2014 yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Salah satu garam yang masih diimpor oleh Indonesia



Gambar 1. Pengelompokan garam menurut Peraturan Menteri Perindustrian.

adalah garam farmasi. Saat ini, industri farmasi Indonesia masih sangat tergantung pada bahan baku impor, dimana hampir 95% bahan baku obat (BBO) yang diperlukan masih diimpor. Garam farmasi merupakan garam yang memiliki kualitas yang paling tinggi dengan kadar NaCl > 99,8%. Dalam industri farmasi, garam farmasi digunakan sebagai bahan baku untuk sediaan infus, produksi tablet, pelarut vaksin, sirup, oralit, cairan pencuci darah, minuman kesehatan, dan lain-lain [1].

Dari data BPP KEMENDAG 2015, total kebutuhan Garam Nasional adalah sebesar 3.750.284 ton, dimana untuk total kebutuhan garam industri adalah 2.447.189 ton. Pada tahun 2015, Industri Farmasi Indonesia memiliki total kebutuhan garam sebesar 2.418 ton yang digunakan oleh beberapa perusahaan seperti :

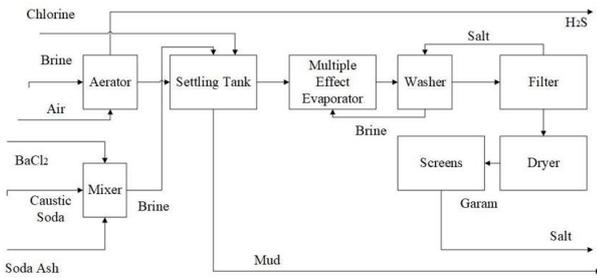
1. PT. Otsuka Indonesia
2. PT. Intan Jaya Medika Solusi
3. PT. Jayamas Medika Industri
4. PT. Amerta Indah Otsuka
5. PT. Finusolprima Farma Internasional
6. PT. Sanbe Farma
7. PT. Widatra Bhakti
8. PT. Emjebe Pharma

## II. SELEKSI PROSES

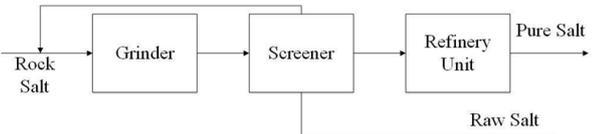
Terdapat macam – macam proses pembuatan dan pemurnian garam (sodium chloride) dengan bahan baku air laut yang telah dumurnikan (brine) maupun dari garam rakyat. Metode – metode yang umum digunakan antara lain:

1. Proses Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporation)
2. Proses Penambangan Garam (Rock Salt Mining)
3. Proses Pencucian dengan Brine (Washing)
4. Proses menggunakan Membran dan Kristalisasi

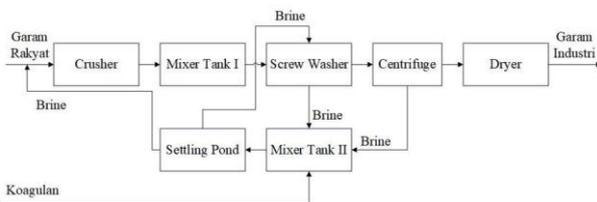
Pada metode yang pertama yaitu digunakan proses *multiple effect evaporator* merupakan proses klasik untuk produksi garam. Beberapa evaporator terhubung secara seri. Evaporator efek pertama dipanaskan menggunakan steam, dan tahap berikutnya dipanaskan menggunakan uap dari unit sebelumnya. Uap dari evaporator efek terakhir dialirkan menuju sistem cooling water. Brine feed dipanaskan menggunakan kondensat dari evaporator. Konsumsi steam dapat dikurangi dengan mengurangi jumlah efek



Gambar 2. Diagram proses Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporator).



Gambar 3. Diagram proses Penambangan Garam (Rock Salt Mining).

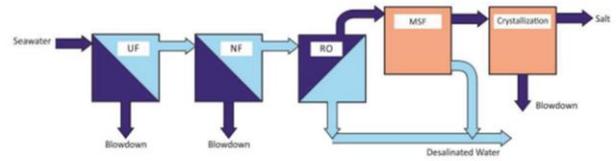


Gambar 4. Diagram proses Pencucian Brine (Washing).

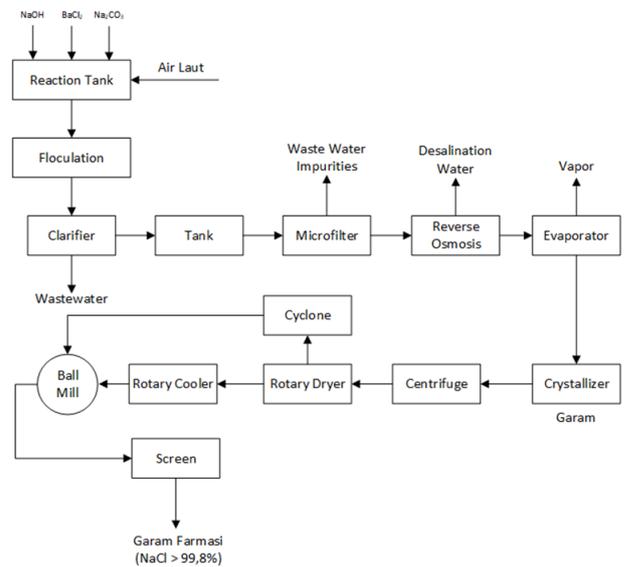
evaporator. Dalam produksi garam jumlah efek yang digunakan berkisar antara 2 - 6 evaporator. Saat ini instalasi evaporator 4 atau 5 efek memiliki kapasitas produksi hingga 150 ton/h. Diagram proses ini tertera pada Gambar 2.

Sebelum proses evaporasi, *brine* di proses secara kimia untuk menghilangkan mineral *hardness* yang dapat mempengaruhi kemurnian garam dan juga menyebabkan *scaling* pada evaporator. Proses ini mengurangi tingkat kalsium terlarut, magnesium, dan juga sulfat, tergantung dari jenis prosesnya. Bahan kimia yang digunakan adalah  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (*calcium hydroxyde*);  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (*sodium carbonat*);  $\text{NaOH}$  (*sodium hydroxide*);  $\text{CaCl}_2$  (*calcium chloride*); agen flokulasi; dan  $\text{CO}_2$ . Treatment  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan klorinasi mungkin dapat digunakan untuk menghilangkan  $\text{H}_2\text{S}$  (*hydrogen sulfide*), dan  $\text{HCl}$  (*hydrochloric acid*) berfungsi menetralkan *brine* yang digunakan pada pembuatan diafragma sel dari *chlorine* dan soda kaustik. Pemurnian *brine* menjadi semakin penting untuk menghasilkan garam dengan kemurnian tinggi [2].

Dalam semua proses kristalisasi garam juga dilakukan proses pencucian dan pengeringan garam dengan cara yang sama. Suspensi kristal dikeluarkan dari bagian bawah evaporator yang berbentuk kerucut. Untuk menghilangkan larutan induk dapat menggunakan *centrifuge pusher*. Setelah disentrifugasi, garam memiliki kadar moisture sebesar 2 – 4%. Pengeringan lebih lanjut dapat dilakukan dengan *fluidized bed dryer*. Pada akhir *fluidized bed dryer* biasanya terdapat zona pendingin dimana udara dialirkan ke dalamnya, atau dapat digunakan pendinginan secara terpisah. Selain itu *rotary vacuum dryer* juga yang biasanya digunakan, di mana suspensi kristal dituangkan ke permukaan drum yang berputar. Larutan induk tersedot ke dalam drum meninggalkan kristal garam pada permukaan drum, yang dikeringkan dengan udara panas. Dalam waktu kurang dari satu putaran, kristal garam yang mengandung larutan induk berubah menjadi garam kering. Kadar air



Gambar 5. Diagram proses menggunakan membran dan kristalisasi.



Gambar 6. Rancangan diagram blok pemurnian garam farmasi berdasarkan seleksi pross.

setelah dilakukan proses pengerigan yaitu 0,05% atau kurang. *Rotary cooler* atau *fluidized bed cooler* berfungsi menurunkan suhu garam sebelum penyaringan, penyimpanan, pemrosesan lebih lanjut, dan pengemasan. Suhu garam maks. 40°C, atau lebih baik maks. 30°C.

Pilihan metode kedua yaitu dengan penambangan batuan garam. Batuan garam diproduksi dari pertambangan yang kering yang menyimpan batu mengandung garam yang berada di bagian bawah lapisan bumi, dari segi pembentukan mirip seperti coal mining (tambang batu bara). Batuan garam tidak dimurnikan dalam berbagai cara namun batuan garam melalui crusher dan kemudian melalui screener untuk mendapatkan ukuran komersil dan didistribusi ke pasar baik dalam ukuran besar dan pada kantong [3]. Diagram proses penambangan garam tertera pada Gambar 3.

Yang ketiga, terdapat metode menggunakan proses pencucian dengan Brine. Proses pencucian garam yang baik pada dasarnya mampu meningkatkan kualitas garam, bukan hanya sekedar membersihkan garam dari kotoran lumpur atau tanah, tetapi juga mampu menghilangkan zat-zat pengotor (impuritis) seperti senyawa-senyawa Mg, Ca dan kandungan zat pereduksi lainnya. Diagram proses pencucian tertera pada Gambar 4. Berikut beberapa uraian tentang proses pencucian:

1. Pencucian bertujuan untuk meningkatkan kandungan  $\text{NaCl}$  dan mengurangi unsur impurities seperti Mg, Ca,  $\text{SO}_4$  dan kotoran-kotoran lainnya,
2. Kandungan  $\text{Mg} \leq 10 \text{ gr/Liter}$

Untuk mengurangi impuritis dalam garam, dapat dilakukan dengan kombinasi dari peroses pencucian dan pelarutan cepat pada saat pembuatan garam. Sedangkan untuk penghilangan impuritis dari produk garam, dapat dilakukan dengan proses kimia, yaitu dengan

Parameter	AHP	Nilai				AHP s nilai			
		Multiple Effect Evaporation	Rock Salt Mining	Brine / Washing	Membran	Multiple Effect Evaporation	Rock Salt Mining	Brine / Washing	Membran
Bahan Baku Utama	0.181	4	1	3	5	0.724	0.181	0.543	0.905
Impurites	0.09	3	3	2	5	0.27	0.27	0.18	0.45
Bahan Baku Pembantu	0.137	2	5	3	2	0.274	0.685	0.411	0.274
Kebutuhan Energi	0.07	2	5	5	2	0.14	0.35	0.35	0.14
Kemurnian Produk	0.272	5	3	1	5	1.36	0.816	0.272	1.36
Pretratement	0.07	5	2	2	5	0.35	0.14	0.14	0.35
Harga Produk	0.06	5	1	1	5	0.3	0.06	0.06	0.3
Harga Alat Utama	0.121	1	1	5	1	0.121	0.121	0.605	0.121
<b>Total</b>						<b>3.539</b>	<b>2.623</b>	<b>2.561</b>	<b>3.9</b>

Gambar 7. Perhitungan AHP Proses Terpilih.

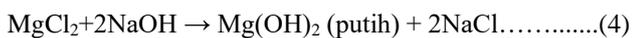
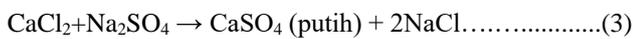
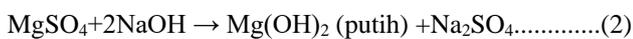
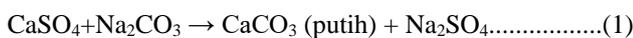


Gambar 8. Hasil seleksi proses pemurnian garam terpilih dengan menggunakan metode AHP.

Tabel 1. Rata-rata komposisi air laut Madura

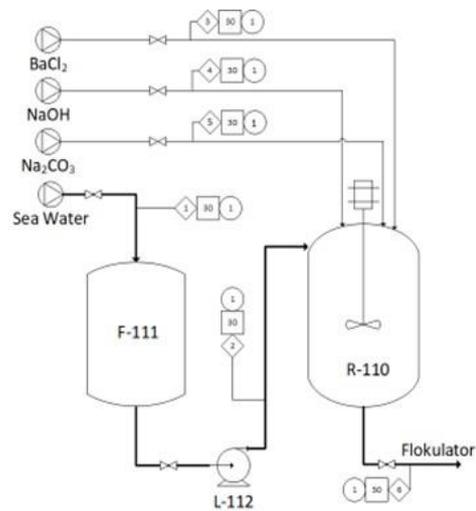
No.	Parameter	Kandungan
Satuan Berat Ion Air Laut Dalam Gram Per Kilogram		
1	Na <sup>+</sup>	2,72705
2	K <sup>+</sup>	0,193
3	Mg <sup>2+</sup>	4,37 × 10 <sup>-4</sup>
4	Ca <sup>2+</sup>	0,22575
5	Sr <sup>2+</sup>	0,004182
6	Cl <sup>-</sup>	9,981
7	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1,75965
Satuan Berat Cemar Logam Dalam Miligram Per Kilogram		
1	Tembaga (Cu)	< 4,100 × 10 <sup>-5</sup>
2	Timbal (Pb)	< 3,760 × 10 <sup>-4</sup>
3	Kadmium (Cd)	< 1,047 × 10 <sup>-5</sup>
4	Raksa (Hg)	< 3,683 × 10 <sup>-4</sup>

mereaksiakannya dengan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan NaOH sehingga terbentuk endapan CaCO<sub>3</sub> dan Mg(OH)<sub>2</sub>. Reaksi kimia yang terjadi adalah sebagai berikut:

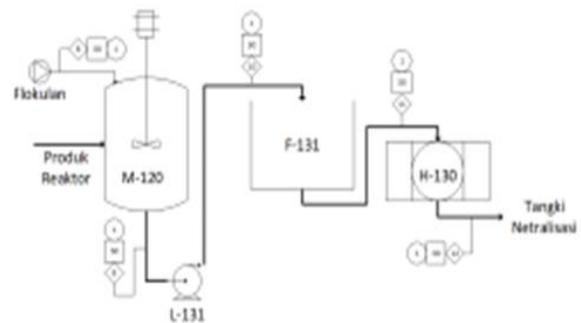


Pencucian garam dilakukan dengan menggunakan larutan garam jenuh (brine) yang digunakan berulang kali. Tujuannya adalah menghilangkan kotoran dari permukaan garam. Kemurnian garam yang dibuat dengan proses pencucian biasanya lebih dari 96%.

Proses pemurnian garam dengan hidroekstraksi memanfaatkan sifat kelarutan NaCl sebagai komponen utama dari garam. Dalam proses ini, pengotor dalam garam yang akan diekstrak keluar menggunakan pelarut berupa brine. Brine akan melarutkan pengotor dalam kristal garam,



Gambar 9. Unit proses reaksi bahan baku utama dan bahan baku penunjang dalam reaktor.

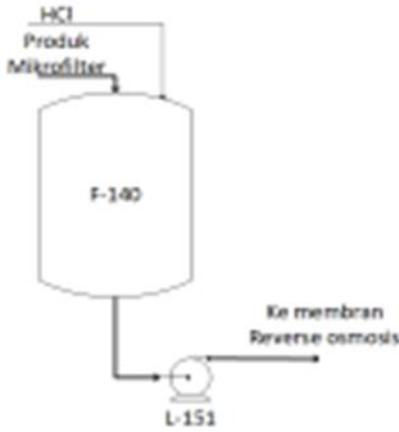


Gambar 10. Unit proses flokulasi dan pengendapan.

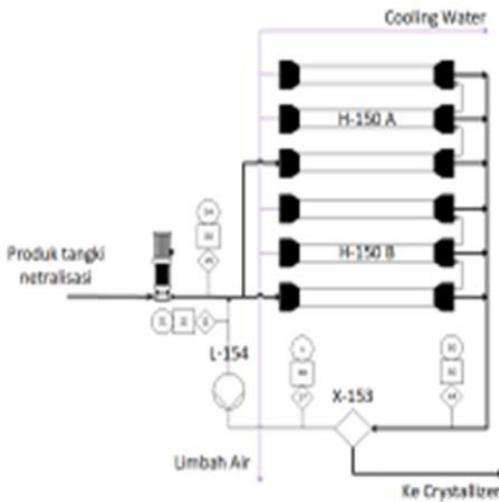
sedangkan garam (NaCl) tidak akan ikut melarut. Proses ini dapat mereduksi kandungan pengotor, baik pengotor terlarut maupun tidak terlarut di permukaan dan di dalam kristal garam.

Pilihan proses yang keempat yaitu Proses dengan menggunakan membran. Diagram proses ini tertera pada Gambar 5. Terdapat macam – macam membrane mulai dari mikrofiltrasi, ultrafiltrasi, nano filtrasi, hingga reverse osmosis. Dalam pemisahan garam dari air laut yang komponennya terdiri dari ion hingga partikel yang berukuran antara 0.001 – 10 μm. Prinsip kerja membran reverse osmosis adalah apabila membran semipermeabel memisahkan air tawar dan air garam, maka air tawar dan air garam akan mendifusi membran dan mengencerkan larutan garam. Peristiwa ini disebut Peristiwa Osmosa. Apabila tekanan air garam lebih tinggi dari tekanan osmosa, air yang terdapat dalam air garam didorong menuju air tawar melalui membran semipermeabel maka peristiwa ini disebut Reverse Osmosa. Beberapa keunggulan pada proses ini antara lain tidak membutuhkan zat tambahan untuk mengekstrak sehingga tidak mengotori lingkungan, energi yang dibutuhkan relatif rendah, minimnya terjadi korosi alat, efisiensi pemisahan tinggi [4].

Dari keempat pilihan metode pemurnian garam, digunakan aplikasi Expert Choice dan proses seleksi dengan AHP untuk menentukan proses pemurnian garam yang lebih unggul dan yang akan digunakan. Parameter yang digunakan adalah bahan baku utama yang digunakan, jumlah impuritis pada produk, bahan baku pembantu,



Gambar 11. Unit proses Netralisasi.



Gambar 12. Unit proses penyaringan.

kebutuhan energi (steam, kemurnian produk, Pre-treatment), harga produk, serta harga alat utama. Gambar 6 menunjukkan rancangan blok pemurnian garam. Dengan melakukan pembobotan dari setiap kriteria tersebut, didapatkan hasil metode terbaik yang ditunjukkan oleh Gambar 7 dan Gambar 8 yaitu menggunakan Membran Reverse Osmosis. Dari seleksi proses yang telah dilakukan, dapat dibentuk blok diagram proses pabrik pada Gambar 9.

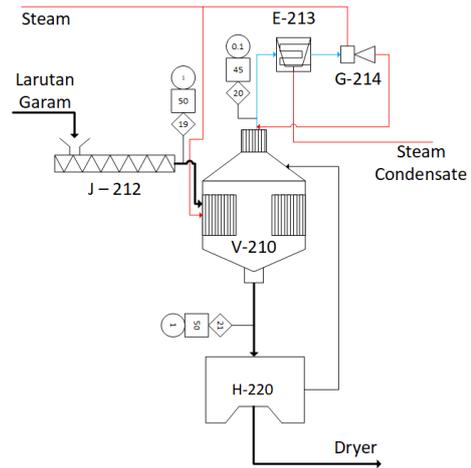
### III. URAIAN PROSES TERPILIH

#### A. Unit Pemurnian Bahan Baku

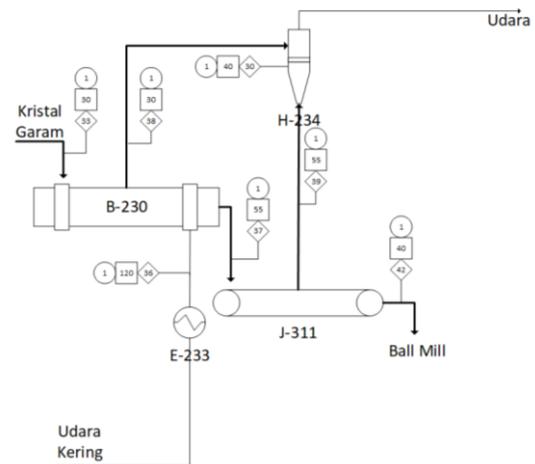
Bahan baku yang digunakan adalah air laut kabupaten Sampang. Tabel 1 menunjukkan rata rata hasil uji air laut Madura ke arah pesisir dengan temperatur permukaan 30,9 hingga 33,2 °C yang dilakukan pada Lab Kimia Universitas Airlangga.

Pertama, air laut pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm ditampung pada tangki penyimpanan (F-110), lalu dialirkan menggunakan pompa (L-111) ke dalam reaktor (R-120) untuk direaksikan dengan bahan baku penunjang.

Bahan baku penunjang yang digunakan yaitu NaOH, BaCl<sub>2</sub>, dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Bahan – bahan kimia ini berfungsi untuk mengurangi kadar pengotor yang terdapat pada air laut, seperti : Mg, Ca, dan ion – ion sulfat. Kondisi operasi pada reaktor R-120 adalah pada suhu 30 C dan tekanan 1 atm. Reaksi – reaksi yang terjadi pada reaktor antara lain:

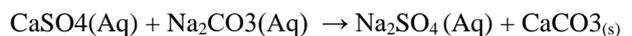


Gambar 13. Unit proses kristalisasi.



Gambar 14. Unit proses pengeringan.

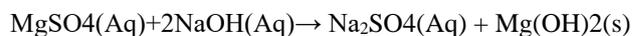
#### 1. Reaksi-1:



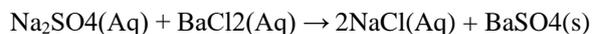
#### 2. Reaksi-2:



#### 3. Reaksi-3:

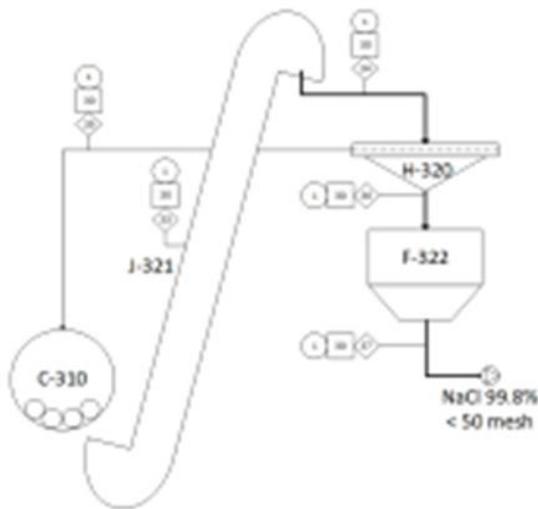


#### 4. Reaksi-4:



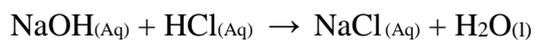
Setelah direaksikan di dalam reaktor, produk reactor dialirkan menggunakan pompa L-121 menuju tangki flokulator F-130 untuk proses flokulasi yaitu pembentukan flok – flok zat pengotor yang tidak terlarut dengan menginjeksi flokulan. Tujuan dari proses ini adalah untuk mengendapkan zat pengotor yang tidak terlarut sehingga dapat lebih mudah untuk dipisahkan dengan larutan air garam.

Produk dari tangki flokulator dipompa menuju tangki penampung F-131. Lalu, Air garam (brine) dialirkan menuju membrane mikrofilter H-150 untuk memisahkan larutan garam dengan sludge zat pengotor maupun pasir – pasir yang terdapat dalam larutan brine. Unit proses flokulasi tertera pada Gambar 10.



Gambar 15. Unit proses pengendalian produk.

Untuk menghilangkan kadar NaOH pada larutan garam dilakukan reaksi netralisasi pada tangki F – 140 dengan menambahkan larutan HCl sehingga kandungan garam yang dihasilkan lebuhi banyak. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah :



Setelah proses netralisasi, larutan brine dipompa secara bertahap menggunakan centrifugal pump pada tekanan 4 atm, lalu dialirkan ke High Pressure Pump dengan tekanan 54 atm dan suhu 30 °C menuju membrane reverse osmosis untuk melakukan proses penyaringan yang bertujuan untuk memisahkan konsentrat garam dan air reject. Lalu, konsentrat garam diproses menuju heat exchanger E-211 untuk proses preheating sebelum diproses menuju evaporator. Tekanan konsentrat air garam dikembalikan ke 1 atm menggunakan pressure exchanger X-153. Sedangkan air sisa reject reverse osmosis dialirkan ke wastewater treatment, Sebagian dimanfaatkan sebagai cooling water yang dialirkan menggunakan pompa L-163. Proses dilakukan secara berulang dengan mengembalikan tekanan larutan garam menggunakan booster pump dan dilakukan penyaringan kembali. Unit proses netralisasi tertera pada Gambar 11 dan unit proses penyaringan tertera pada Gambar 12.

### B. Unit Kristalisasi dan Pengerinan

*Saturated brine* kemudian diumpukan ke dalam *Crystallizer V-210* menggunakan *Screw Conveyor J-212*. Larutan tersebut kemudian dipekatkan kembali hingga mencapai konsentrasi 70 % agar terbentuk kristal-kristal garam. Agar terbentuk kristal - kristal garam maka larutan brine dipekatkan hingga mencapai kondisi supersaturation (super jenuh).

*Crystallizer* ini bekerja pada kondisi operasi dengan tekanan 1 atm dan dengan suhu 90°C. *Output* dari proses kristalisasi adalah *slurry* yaitu campuran antara kristal garam dan *mother liquor* yang selanjutnya akan dipisahkan dengan *Centrifuge H-220*. Di dalam *Centrifuge*, campuran tersebut dipisahkan, dan filtrat (*mother liquor*) yang dihasilkan dikembalikan ke dalam membrane Reverse osmosis H-150 untuk diolah kembali. Produk yang keluar dari *Centrifuge* memiliki konsentrasi diatas 98%.

Kristal garam yang sudah dipisahkan dengan *mother liquor* tersebut kemudian melewati *Conveyor J-231* untuk dibawa oleh *Bucket Elevator J-231* menuju proses pengerinan oleh *Rotary Dryer B-230*. *Rotary Dryer B-230* bekerja pada suhu 100 °C, tekanan 1 atm, dan dengan bantuan panas dari dry air bersuhu 120 °C yang dialirkan secara *counter-current*. Bahan yang keluar dari *Rotary Dryer* memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99,8 %. Dari proses pengerinan yang terjadi dalam *Rotary Dryer*, dihasilkan produk bawah yaitu kristal garam dengan suhu 55°C . Selain itu, dalam proses pengerinan pada *Rotary Dryer* juga terdapat padatan yang masih terkandung dalam udara panas yang kemudian akan dibawa menuju *Cyclone H-234* untuk dipisahkan. Unit proses kristalisasi tertera pada Gambar 13. Unit proses pengerinan tertera pada Gambar 14.

### C. Unit Pengendalian Produk

Setelah melewati proses pengerinan, kemudian produk dibawa melalui Belt Conveyor J-311 menuju Ball Mill C-310. Dalam Ball Mill pada suhu 30°C dan tekanan operasi 1 atm terjadi proses penggilingan sehingga kristal menjadi lebih halus. Kristal garam kemudian diumpukan ke dalam *Screener H-320* menggunakan *bucket elevator J-321*, dimana produk tidak lolos penyaringan (*oversize*) akan dikembalikan ke Ball Mill. Produk kristal garam yang telah berukuran hingga 50 mesh kemudian ditampung pada Tangki Produk (F-322) sebagai produk akhir. Unit pengendalian produk tertera pada Gambar 15.

## IV. NERACA MASSA

Berdasarkan hasil perhitungan material balance pada pabrik garam farmasi ini dibutuhkan bahan baku air laut sebanyak 1.053.861,033 kg/hari untuk menghasilkan produk garam farmasi sebanyak 4.500 ton/tahun.

## V. ANALISA EKONOMI DAN ANALISA DAMPAK TERHADAP LINGKUNGAN

Dari hasil perhitungan pada neraca ekonomi didapatkan Total Investasi (*Total Capital Investment*) pabrik ini sebesar Rp 156,282,972,947.92 dengan bunga 8 % per tahun. Selain itu, diperoleh IRR sebesar 18,40% dan BEP sebesar 30,46 % dimana pengembalian modalnya selama 3,1 tahun. Umur dari pabrik ini diperkirakan selama 10 tahun dengan masa periode pembangunannya selama 2 tahun di mana operasi pabrik ini 330 hari/tahun.

## VI. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan uraian proses pada laporan sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut, dari segi teknis yaitu:

1. Perencanaan operasi pada pabrik adalah secara kontinyu, 24 jam/hari selama 330 hari/tahun.
2. Kapasitas rancangan pabrik garam farmasi direncanakan sebesar 4.500 ton/tahun.
3. Kebutuhan bahan baku Air Laut yang akan digunakan adalah 1.053.861,033 Kg/hari.
4. Lokasi pendirian pabrik adalah Desa Tamansareh, Kabupaten Sampang, Pulau Madura.

Selain dari segi teknis juga ditinjau dari segi ekonomis

sebagai berikut:

1. Pemodalan Modal Tetap (FCI) : Rp 132,840,442,005.74
2. Modal Kerja (WCI) : Rp. 23,442,430,942.19
3. Modal Total (TCI) : Rp. 156,282,972,947.92
4. Biaya produksi per tahun (TPC) : Rp. 41,813,138,203.84
5. Hasil Penjualan per tahun : Rp. 90,000,000,000.00
6. Pengembalian pinjaman : 10 Tahun
7. Bunga bank : 8.00 %
8. Laju inflasi : 1.62%
9. IRR : 18,40 %
10. Pay Out Time : 3,1033 tahun
11. NPV: 347,980,207,975.407 (Bernilai Positif)

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] BRIN, "Garam Farmasi," *Klaster Teknologi Kesehatan*, 2021, Jakarta: Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). <http://pusyantek.bppt.go.id/id/pages/klaster-teknologi/kesehatan/garam-farmasi>.
- [2] R. E. Kirk, D. F. Othmer, and C. A. Mann, "Encyclopedia of chemical technology," *J. Phys. Chem.*, vol. 53, no. 4, 1949.
- [3] D. W. Kaufmann, *The Production and Properties of Salt and Brine*. New Jersey: Reinhold Publishing, 1960.
- [4] Robiatun, "Membran reverse osmosa dalam proses desalinasi air laut," *J. Kim. dan Kemasan*, pp. 38-46, 2003.