

# Produksi Garam Farmasi dari Garam Rakyat

Yumarta Tansil, Yuyun Belina dan Tri Widjaja

Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*e-mail:* papatri2003@yahoo.com

**Abstrak**—Garam rakyat memiliki kandungan NaCl yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan garam farmasi. Garam ini diolah agar menghasilkan kadar NaCl 99,5 % dengan kandungan impiuritis yang sangat kecil. Garam farmasi memiliki peranan penting dalam bahan baku obat dan bahan kosmetika. Pembuatan garam dengan proses *vacuum pan (Multiple Effect Evaporation)* biasanya digunakan *saturated brine* atau leburan garam kasar yang berasal dari dalam tanah atau laut. Proses pengendapan dibantu dengan penambahan campuran *caustic soda*, *soda ash* dan *barium chloride* sehingga didapatkan larutan garam. Setelah proses pengendapan, kemudian larutan garam dipisahkan dengan evaporator multi efek (*multiple effect evaporator*). Larutan garam pekat kemudian dicuci dengan *brine* untuk memurnikan garam. Larutan garam kemudian difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan *brine*. Garam yang telah dimurnikan kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Garam (*sodium chloride*) kemudian siap dikemas dan dipasarkan. Kapasitas produksi pabrik sebesar 20.000 ton/tahun dan bahan baku yang dibutuhkan sebanyak 60.606 kg/hari, Pabrik beroperasi secara kontinyu selama 24 jam/hari, 330 hari operasi /tahun. Pendirian pabrik garam farmasi memerlukan biaya investasi modal tetap (*fixed capital*) sebesar Rp. 193.535.460.147,35, modal kerja (*working capital*) Rp. 174.181.914.132,62, investasi total Rp. , Biaya produksi per tahun Rp. 110.765.128.461,91, dan hasil penjualan pertahun Rp. 200.000.000.000. Dari analisa ekonomi didapatkan BEP 33,51%, POT sesudah pajak 5,99 tahun. Dari segi teknik dan ekonomi, pabrik garam farmasi ini layak untuk didirikan.

**Kata Kunci**— *Proses Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporation), Garam Rakyat, Analis Ekonomi*

## I. PENDAHULUAN

Pembangunan di suatu negara harus semakin dikembangkan seiring dengan kemajuan zaman, salah satunya adalah pembangunan di bidang industri, terutama industri kimia. Dengan adanya pengembangan di dunia industri kimia, diharapkan negara kita dapat menjadi negara yang mandiri karena tidak lagi bergantung pada industri-industri di luar negeri. Salah satu industri yang perlu dan telah dikembangkan di Indonesia adalah industri garam (NaCl)<sup>[1]</sup>.

Garam merupakan istilah umum untuk senyawa kimia bernama *Natrium Chlorida* (NaCl). Di alam, garam tidak bisa didapatkan dalam keadaan benar-benar murni, walaupun beberapa analisa telah dilakukan menunjukkan kemurnian garam (NaCl) mencapai 99,9%. Sedangkan menurut Kementrian Perdagangan, garam adalah senyawa yang komponen utamanya terdiri dari *Natrium Chlorida* (NaCl) dan mengandung senyawa lain seperti air, magnesium, kalium,

sulfat dan bahan tambahan iodium, *anti-caking* atau *free-flowing* maupun tidak.

Garam tidak hanya dimanfaatkan hanya sebatas bidang pangan saja, melainkan juga menjadi kebutuhan berbagai macam industri baik sebagai bahan baku utama seperti pembuatan *caustic soda*, maupun sebagai bahan baku penolong (tambahan) seperti pada *water treatment unit*, pembuatan *monosodium glutamate* (MSG), bahan-bahan medis dan obat-obatan, produk susu dan turunannya, dan juga dapat digunakan untuk mencegah terjadinya penyakit gondok dengan ditambahkan iodium serta aplikasi-aplikasi lainnya.

Berdasarkan pemanfaatannya, garam dikelompokkan atas dua kelompok yaitu garam konsumsi dan garam industri. Garam konsumsi berdasarkan SNI memiliki kandungan NaCl minimal 95%. Untuk garam industri, dibutuhkan kualitas garam yang lebih baik, misalnya pada industri perminyakan, tekstil dan penyamakan kulit memiliki kandungan NaCl diatas 97,5%, industri *chlor alkaline plant* dengan NaCl diatas 98,5% dan industri *pharmaceutical salt* (garam farmasi) dengan kadar NaCl diatas 99,5% dan impiuritis mendekati 0.

Garam dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu melalui penguapan air laut dengan sinar matahari, penambangan batuan garam (*rock salt mining*) dan dari sumur air garam (*brine*). Proses produksi garam di Indonesia umumnya menggunakan metode penguapan air laut dengan bantuan sinar matahari.

Kualitas garam yang dikelola secara tradisional umumnya harus diolah kembali untuk dijadikan garam konsumsi, garam industri maupun untuk garam farmasi. Pembuatan garam dapat dilakukan dengan beberapa kategori berdasarkan perbedaan kandungan NaCl yang merupakan unsur utama dari garam.

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. Dalam bidang kosmetika, garam farmasi dipakai sebagai salah satu bahan campuran dalam pembuatan sabun dan *shampoo*.

Suplai kebutuhan garam farmasi di Indonesia hingga saat ini seluruhnya masih dipenuhi oleh produk impor

Berdasarkan data dari Badan Informasi Geospasial (BIG), Indonesia memiliki total panjang garis pantai sebesar 99.093 kilometer. Dengan panjang garis pantai mencapai 99.000 kilometer, Indonesia memiliki potensi besar sebagai negara penghasil garam, akan tetapi potensi ini tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah dan mutu produksi garam di Indonesia.

II. URAIAN PROSES

A. Seleksi Proses

Dalam perancangan pabrik garam farmasi perlu dilakukan seleksi proses. Seleksi proses bertujuan untuk mendapatkan hasil maksimal dari segi ekonomi maupun produk. Pembuatan garam farmasi dapat dipilih dari proses *vacuum pan* (*Multiple effect evaporator*)

B. Proses Produksi Garam Farmasi

Proses pembuatan garam farmasi pada pabrik ini menggunakan proses *vacuum pan* yang biasanya digunakan *saturated brine* atau leburan garam kasar yang berasal dari dalam tanah atau laut. *Saturated brine* dapat juga diperoleh dari hasil samping produksi *sodium carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dengan proses *Solvay*. Pembuatan pra rencana pabrik garam farmasi dari garam rakyat ini dapat dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu:

1. Unit Pemurnian Bahan Baku
2. Unit Penguapan dan Pengeringan
3. Unit Pengendalian Produk

C. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomu adalah salah satu parameter dilihat pabrik tersebut layak atau tidak untuk didirikan. Harga peralatan untuk proses berdasarkan neraca massa dan energy. Selain itu jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik. Perhitungan Laju pengembalian modal (*rate of return*), waktu pengembalian modal (*pay out time*), titik impas (*break event point*), *i*Interest rate of return (IRR).

III. HASIL PERANCANGAN PABRIK GARAM FARMASI

A. Seleksi Proses

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan proses adalah dari segi proses pembuatan produk yang meliputi bahan baku, konversi reaksi, kuantitas produk dan kualitas produk. Sedangkan dari kondisi operasi yaitu mengenai temperatur, tekanan operasi dan dari segi ekonomi yaitu mengenai investasi, ROI (*Return of Investment*) dan juga POT (*Pay Out Time*). Dari kriteria-kriteria dan uraian proses pembuatan garam farmasi diatas dapat dilihat keuntungan dan kerugian dari masing-masing proses. Dipilih Proses *vacuum pan* untuk pembuatan soda abu dengan pertimbangan kondisi operasi pada suhu dan tekanan yang rendah sehingga membutuhkan energi yang lebih sedikit dan tingkat korosi yang rendah sehingga biaya perawatan lebih murah

B. Proses Produksi Garam Farmasi

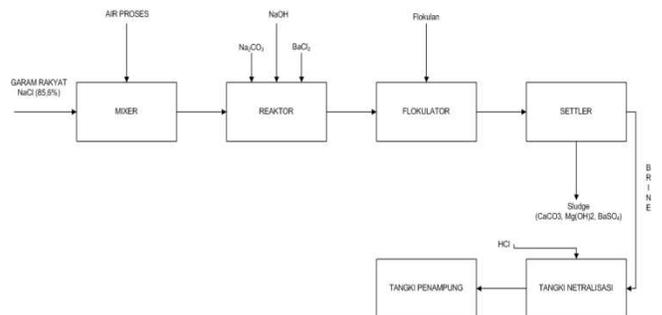
Mekanisme pada proses *vacuum pan* biasanya digunakan *saturated brine* atau leburan garam kasar yang berasal dari dalam tanah atau laut. *Saturated brine* dapat juga diperoleh dari hasil samping produksi *sodium carbonate* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dengan proses *Solvay*<sup>[2]</sup>.

Pertama-tama, *saturated brine* (leburan garam) dari air dalam tanah memiliki kadar  $\text{H}_2\text{S}$  yang terlarut dalam garam  $\text{NaCl}$  dengan kadar maksimum 0,015%. Perlakuan pendahuluan dari bahan baku *brine* adalah dengan aerasi untuk menghilangkan kandungan *hidrogen sulfide*. Penambahan sedikit *chlorine* dimaksudkan untuk mempercepat penghilangan  $\text{H}_2\text{S}$  dalam *brine*. *Brine* setelah

proses aerasi kemudian diumpungkan dalam tangki pengendap untuk mengendapkan lumpur atau *solid* yang tidak diinginkan.

Proses pengendapan dibantu dengan penambahan campuran *caustic soda*, *soda ash* dan *barium chloride* sehingga didapatkan larutan garam. Setelah proses pengendapan, kemudian larutan garam dipekatkan dengan evaporator multi efek (*multiple effect evaporator*). Larutan garam pekat kemudian dicuci dengan *brine* untuk memurnikan garam. Larutan garam kemudian difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan *brine*. Garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam. Garam yang telah dimurnikan kemudian dikeringkan pada *dryer* dan kemudian disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Garam (*sodium chloride*) kemudian siap dikemas dan dipasarkan<sup>[3]</sup>.

Diagram blok untuk proses *vacuum pan* ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1 Blok Diagram Proses Vacuum Pan (Multiple Effect Evaporator)

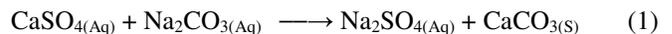
Pembuatan pra rencana pabrik garam farmasi dari garam rakyat ini dapat dibagi menjadi 3 tahapan, yaitu:

- 1) Unit Pemurnian Bahan Baku
- 2) Unit Penguapan dan Pengeringan
- 3) Unit Pengendalian Produk

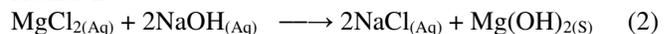
1) Unit Pemurnian Bahan Baku

Garam rakyat dengan kadar  $\text{NaCl}$  sebesar 85,6% dilarutkan dalam Tangki Pelarut (*Mixer*) (M-110) dengan penambahan air proses dari utilitas menjadi larutan *brine* dan komponen-komponen pengotor juga terlarutkan. Pelarutan garam dilakukan pada suhu  $30^\circ\text{C}$  dengan tekanan 1 atm. Setelah itu larutan *brine* dipompa ke dalam reaktor (R-120) untuk direaksikan dengan *caustic soda*, *barium chloride* dan *soda ash*. Reaksi yang terjadi adalah:

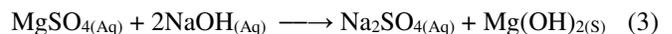
Reaksi-1.



Reaksi-2.



Reaksi-3.



Reaksi-4.



Reaksi yang berlangsung selama 1 jam bersifat eksotermis namun tidak digunakan air pendingin untuk menjaga kondisi operasi, karena diharapkan suhu larutan naik sehingga

mengurangi beban *Evaporator* (V-210). Produk yang keluar dari reaktor (R-120) memiliki kadar air 88,29%.

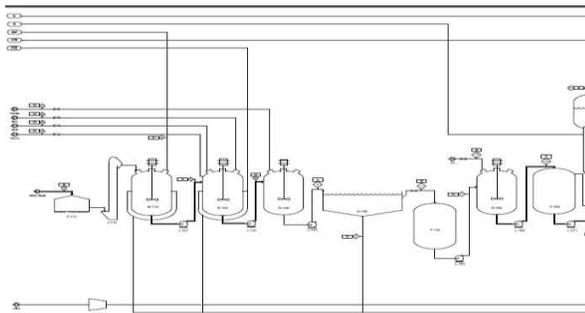
Produk reaktor kemudian dialirkan ke dalam tangki flokulator (R-130). Suhu operasi di dalam tangki flokulator (R-130) adalah 30°C dengan tekanan 1 atm. Dalam tangki flokulator (R-130) terjadi proses penghilangan impuritis dengan penambahan flokulan. Fungsi dari flokulan adalah untuk membentuk flok-flok dari impuritis dan tidak terlarut sehingga lebih mudah untuk diendapkan. Flokulan yang ditambahkan ke dalam tangki sebanyak 3 ppm/jam sehingga dibutuhkan 0,57 ton/tahun.

Keluaran dari flokulator (R-130) kemudian dialirkan ke dalam *settler* (H-140). Suhu operasi di dalam *settler* (H-140) berkisar 30°C dengan tekanan 1 atm. Di dalam *settler* (H-140) terjadi proses pemisahan *sludge* dan filtrat dengan proses sedimentasi. *Sludge* berupa limbah padat yang terdiri dari CaCO<sub>3</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub>, dan BaSO<sub>4</sub> kemudian dialirkan ke unit *waste water treatment*, sedangkan filtrat berupa larutan *brine* dipompa menuju tangki netralisasi (R-150) yang sebelumnya filtrat dialirkan pada tangki penampung I (F-142).

Larutan *brine* yang masuk ke dalam tangki netralisasi (R-150) direaksikan dengan HCl untuk menghilangkan kandungan NaOH dalam *brine* serta menghasilkan NaCl yang lebih banyak. Reaksi yang terjadi adalah:



Hasil dari proses netrasilasi berupa larutan *brine* bebas NaOH ditampung terlebih dahulu di dalam tangki penampung II (F-153) sebelum menuju *evaporator* (V-210) untuk proses selanjutnya. Selain sebagai penampung, tangki penampung (F-153) juga berfungsi untuk mengatur rate masuk ke proses berikutnya



Gambar 2 Unit Pemurnian Bahan Baku

### 2) Unit Penguapan dan Pengerinan

Larutan *brine* yang telah murni kemudian dipekatan di dalam *double effect evaporator* (V-210) hingga mencapai kondisi *saturated brine*. Di dalam *double effect evaporator* (V-210) ini, larutan diupkan kandungan airnya hingga mencapai konsentrasi 35%. Kondisi operasi pada *double effect evaporator* (V-210) bertekanan 1 atm dengan suhu operasi 110°C. Suhu operasi tersebut disesuaikan dengan kenaikan titik didih air menggunakan *duhring-line*.

Larutan *brine* yang telah mencapai kondisi jenuh akan dialirkan menuju *Vacuum Pan Crystallizer*. *Saturated brine* tersebut dipekatan kembali hingga mencapai konsentrasi 50% agar terbentuk kristal-kristal garam. *Vacuum Pan*

*Crystallizer* (V-220) beroperasi pada kondisi vakum dengan tekanan 0,7 atm dengan suhu 90°C. *Slurry* (campuran kristal garam dan *mother liquor*) kemudian di pompa menuju ke *centrifuge* (H-230) untuk dipisahkan antara padatan kristal garam dengan *mother liquor*.

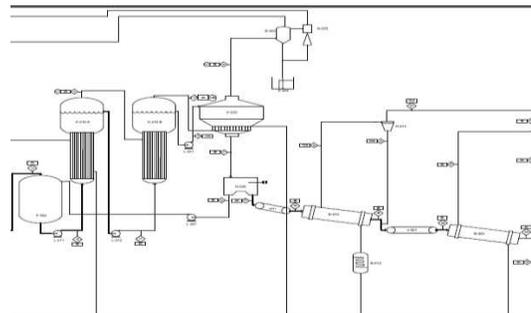
Di dalam *centrifuge* (H-230), campuran kristal garam dengan *mother liquor* dipisahkan satu sama lain dan filtrat yang dihasilkan (*mother liquor*) dikembalikan ke dalam tangki penampung II (F-153). Produk keluar dari *centrifuge* memiliki konsentrasi NaCl diatas 98%.

Kristal garam yang telah dipisahkan dari *mother liquor* kemudian disalurkan melewati *Belt Conveyor I* (J-311) menuju *Rotary Dryer* (B-310) untuk dikeringkan. Pada *Rotary Dryer*, terjadi proses pengeringan kristal garam pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm dengan bantuan panas secara berlawanan arah. Bahan yang keluar *Rotary Dryer* (B-310) memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99,93%.

Padatan yang terbawa udara panas dialirkan menuju *Cyclone I* (H-312) sebesar 1% yang diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah *Rotary Dryer* (B-310) menuju ke *Belt Conveyor II* (J-321) untuk proses pendinginan sampai suhu 45°C dengan *Rotary Cooler* (B-320).

Pada *Rotary Cooler* (B-320) terjadi proses pengeringan kristal garam dengan udara kering pada suhu 45°C dan tekanan 1 atm dengan arah alir udara kering berlawanan arah. Bahan yang keluar dari *Rotary Cooler* (B-320) memiliki konsentrasi NaCl sebesar 99,93%

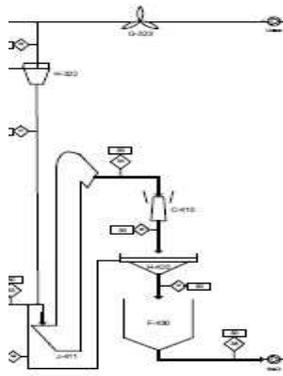
Padatan yang terbawa udara panas dialirkan menuju *Cyclone II* (H-322) sebesar 1% yang diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah *Rotary Cooler* (B-320) menuju ke *Bucket Elevator* (J-411) untuk proses berikutnya. Sementara udara yang berasal dari *Cyclone I* (H-312) dan *Cyclone II* (H-322) dikeluarkan untuk kemudian menjadi gas buang.



Gambar 3 Unit Penguapan dan Pengerinan

### 3) Unit Pengendalian Produk

Setelah melewati *Bucket Elevator* (J-411), suhu kristal garam turun menjadi 30°C dari suhu awal 40°C. Kemudian diumpankan menuju *Crusher* (C-410) pada suhu 30°C dan tekanan operasi 1 atm untuk dihaluskan hingga mencapai ukuran 50 mesh. Kristal garam kemudian disaring pada *Screener* (H-420), dimana produk yang tidak lolos pada *Screener* (H-420) direcycle kembali ke *Crusher* (H-410) dengan *Bucket Elevator* (J-411). Kemudian produk kristal garam berukuran 50 mesh ditampung pada Tangki Produk (*silo sodium chloride*) (F-430) sebagai produk akhir.



Gambar 4 Unit Pengendalian Produk

**Spesifikasi produk**

Dari proses pembuatan garam farmasi dengan proses vacuum pan dilakukan perhitungan neraca massa pada setiap alat dan dihasilkan produk dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1.  
Spesifikasi Produk

Komponen	Massa (kg/jam)	Fraksi (%)
NaCl	2553,568	99,937
H <sub>2</sub> O	1,597	0,063
Total	2555,165	100,000

**C. Analisa Ekonomi**

Pendirian suatu pabrik. Dengan analisa ekonomi dapat dilihat pabrik tersebut layak atau tidak untuk didirikan. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan pabrik garam farmasi adalah<sup>[4]</sup> :

- 1) Laju pengembalian modal (*rate of return*).
- 2) 2. Waktu pengembalian modal (*pay out time*).
- 3) Titik impas (*break event point*).
- 4) *Interest rate of return* (IRR).

Untuk menentukan faktor-faktor di atas terlebih dahulu perlu diketahui :

• **Total capital investment (TCI)**

*Total capital investment* diartikan sebagai jumlah modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi.

*Total capital investment* dibagi atas dua bagian, yaitu :

- 1) *Fixed Capital Investment* (FCI)
- 2) *Working Capital Investment* (WCI)
- 3) *Total Production Cost* (TPC)

*Total production cost* (total biaya produksi) terdiri dari *Manufacturing Cost* (Biaya Produksi).

*Manufacturing cost* adalah biaya yang dikeluarkan oleh pabrik yang berhubungan dengan operasi produksi dan peralatan proses yang terdiri dari :

- 1) *Direct Production Cost* (biaya produksi langsung)
- 2) *Fixed Charges* (biaya tetap)
- 3) *Plant Overhead Cost* (biaya tambahan pabrik )

• **General Expenses** (Biaya Umum)

Yaitu biaya-biaya umum yang dikeluarkan untuk menunjang operasi pabrik, yang meliputi biaya administrasi, biaya pemasaran dan distribusi, biaya penelitian dan pengembangan (*research dan development*) serta pajak pendapatan.

**Analisa Profitability**

Dalam analisa ini digunakan beberapa asumsi, yaitu umur pabrik 10 tahun dengan kapasitas produksi masing-masing adalah :

- 1) Tahun pertama 60%,
- 2) Tahun kedua 80%,
- 3) Tahun ketiga sampai ke limabelas 100%,
- 4) Pajak pendapatan 35% dari laba kotor.

Tabel 2.

Hasil Perhitungan Analisa Ekonomi

No	Keterangan	Rp	Jumlah (Rp)
1	Biaya Tetap (FC)	Rp	33.829.998.433,76
2	Biaya Variabel (VC)		
	• Bahan baku	Rp	34.063.667.789,43
	• Utilitas	Rp	11.076.512.846,19
	• <i>Royalty</i>	Rp	1.107.651.284,62
	Total Biaya Variabel (VC)	Rp	46.247.831.920,24
3	Biaya Semivariabel (SVC)		
	• Gaji karyawan	Rp	9.102.000.000,00
	• Pengawasan	Rp	3.322.953.853,86
	• Pemeliharaan dan perbaikan	Rp	3.870.709.202,95
	• <i>Operating Supplies</i>	Rp	387.070.920,95
	• Laboratorium	Rp	910.200.000,00
	• Pengeluaran umum	Rp	9.968.861.561,57
	• <i>Plant Overhead Cost</i>	Rp	5.538.256.423,10
	Total Biaya Semivariabel (SVC)		33.100.051.961,77
4	Total Penjualan (S)	Rp	200.000.000.000,00

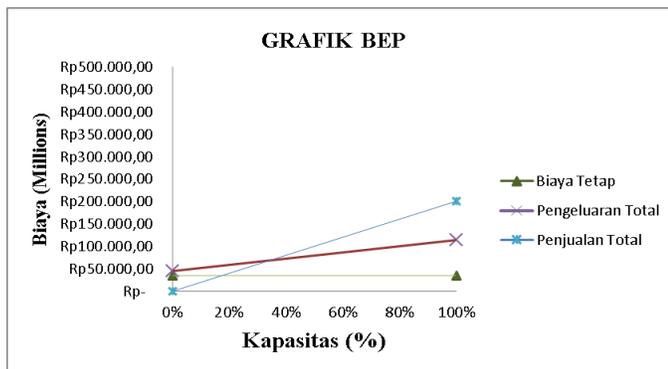
BEP dapat dihitung menggunakan persamaan (7) :

$$BEP = \frac{FC + SVC}{S - VC} \times 100 \%$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai BEP sebesar 33,51%.

Hasil-hasil perhitungan analisa ekonomi yang diperoleh pada Tabel 2 adalah sebagai berikut :

- 1) Total modal investasi (TCI) Rp 367.717.374.279,97
- 1) Total biaya produksi (TPC) Rp 110.765.128.461,91
- 2) Hasil penjualan per tahun Rp 200.000.000.000,00
- 3) Internal Rate of Return sebesar 28,1 %
- 4) Pay out time selama 5,99 tahun
- 5) Break even point sebesar 33,51 %



Gambar 5 Grafik Break Even Point (BEP)

#### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Pabrik garam farmasi ini direncanakan akan didirikan di Kabupaten Sampang, Propinsi Jawa Timur. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu 24 jam selama 330 hari pertahun operasi dengan perencanaan sebagai berikut dengan kapasitas produksi 20.000 ton/tahun dan beroperasi dengan proses *vacuum pan (Multiple Effect Evaporator)*.

Pendirian pabrik garam farmasi memerlukan biaya investasi modal tetap (*fixed capital*) sebesar Rp. 193.535.460.147,35, modal kerja (*working capital*) Rp. 174.181.914.132,62, investasi total Rp. , Biaya produksi per tahun Rp. 110.765.128.461,91, dan hasil penjualan pertahun Rp. 200.000.000.000. Dari analisa ekonomi didapatkan BEP 33,51%, POT sesudah pajak 5,99 tahun. Dari segi teknik dan ekonomi, pabrik garam farmasi ini layak untuk didirikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim. 2009. *Data A2PGRI (Aliansi Asosiasi Petani Garam Rakyat Indonesia)*. Jakarta: Ditjen IKAHH Deperindag
- [2] Kauffman, Dale. 1968. *The Production and Properties of Salt and Brine*. New York : Hafner Publishing CompanyPerry, RH. 1997. *Chemical Engineer's Handbook 7<sup>th</sup> Edition International Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill
- [3] Purbani, Dini. 2011. *Proses Pembentukan Kristalisasi Garam*. Jakarta: Badan Riset Kelautan dan Perikanan DKP
- [4] Peters, MS and Timmerhaus, KD. 2003. *Plant Design and Economics for Chemical Engineers 5<sup>th</sup> Edition*. Singapore: Mc. Graw-Hill