

Pra Desain Pabrik Pembuatan Garam Industri Soda Kaustik dari Garam Rakyat

Ainun Fitrayawati, Yeni Rahmawati, Nuruddin Amin, dan Siti Nurkhamidah
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: rifqah_18des@chem-eng.its.ac.id

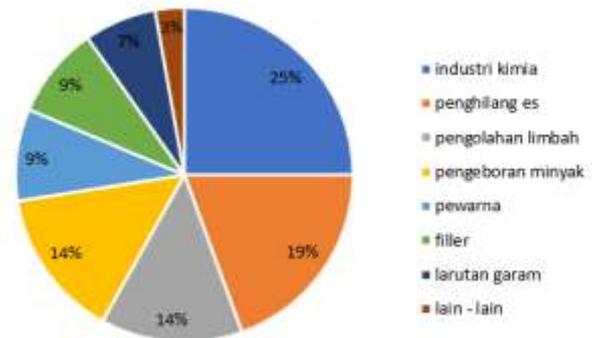
Abstrak—Garam merupakan salah satu bahan kimia yang dimanfaatkan untuk memenuhi konsumsi manusia dan industri dalam sehari-hari. Berdasarkan pemanfaatannya, garam dibagi menjadi 2 kelompok yaitu garam konsumsi memiliki kadar NaCl minimal 94% dan garam industri memiliki kadar NaCl diatas 96%. Adapun penyusun terbesar garam adalah Natrium Klorida (NaCl) dengan zat-zat pengotor terdiri dari CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 dan lain-lain. Garam industri merupakan garam yang digunakan sebagai bahan baku utama maupun tambahan untuk kebutuhan industri baik di sektor petrokimia, farmasi, dan sebagainya dimana besarnya kebutuhan garam industri di Indonesia belum diimbangi dengan produksi garam industri nasional, sehingga Indonesia setiap tahun harus mengimpor garam industri yang berdampak pada peningkatan anggaran impor pemerintah. Berdasarkan perhitungan proyeksi data impor, ekspor, konsumsi dan produksi diperoleh jumlah kebutuhan garam industri di Indonesia pada tahun 2024 sebesar 1,2 milyar ton. Dalam upaya mengurangi ketergantungan impor garam industri, pra desain pabrik garam industry khususnya untuk industry soda kaustik direncanakan mulai beroperasi tahun 2024 dengan kapasitas produksi sebesar 150.000 ton/tahun untuk memenuhi 12,23% kebutuhan garam industri di Indonesia. Lokasi pendirian pabrik direncanakan di Desa Randal Kumalas, Kecamatan Banyuwang, Kabupaten Sampang, Madura, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini berdasarkan tingginya ketersediaan bahan baku berupa garam rakyat di Kabupaten Sampang. Proses yang dipilih dalam pembuatan garam industri soda kaustik dari garam rakyat adalah pencucian dengan *brine washing* yang terdiri dari empat tahapan proses, yaitu *Pre-Treatment bahan baku, Washing and Filtration, Drying and Packing Product*, serta *Brine Preparation*. Dari perhitungan analisa ekonomi didapatkan IRR sebesar 13,64%, POT selama 2,9 tahun dan BEP sebesar 51%.

Kata Kunci—*Brine*, Garam Rakyat, Garam Industri, Soda Kaustik, *Washing*.

I. PENDAHULUAN

PEMBANGUNAN industri di Indonesia saat ini telah berkembang sangat pesat sehingga akan diikuti oleh meningkatnya permintaan bahan baku industri untuk memenuhi kebutuhan nasional. Salah satu bahan baku industri yang banyak dibutuhkan dan belum terpenuhi oleh produksi dalam negeri adalah garam industri (NaCl). Oleh karena itu, industri garam perlu segera dikembangkan sehingga Indonesia tidak lagi bergantung pada industri negara lain.

Garam merupakan salah satu bahan kimia yang sering dimanfaatkan oleh manusia khususnya dalam bidang konsumsi. Penyusun terbesar garam yaitu senyawa Natrium Klorida (NaCl). Selain NaCl terdapat pula zat-zat pengotor antara lain CaSO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , dan lain-lain [1]. Garam rakyat merupakan garam yang diproduksi secara konvensional oleh masyarakat yang memanfaatkan tenaga panas matahari dengan tujuan membuat kandungan NaCl



Gambar 1. Konsumsi garam industri di dunia tahun 2019.

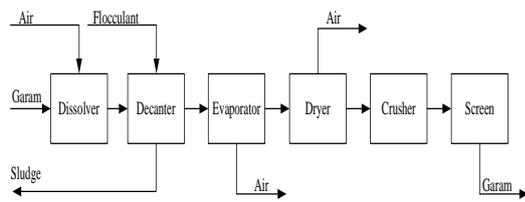
semakin pekat.

Berdasarkan pemanfaatannya, garam dibagi menjadi dua kelompok yaitu garam konsumsi dan garam industri. Berdasarkan Permenprin No. 88/M-IND/PER/10/2014, garam konsumsi beryodium memiliki kadar NaCl minimal 94% sedangkan kadar NaCl pada garam industri lebih tinggi tergantung jenis industrinya. Sebagai contoh, industri petrokimia membutuhkan kadar NaCl lebih dari 96%.

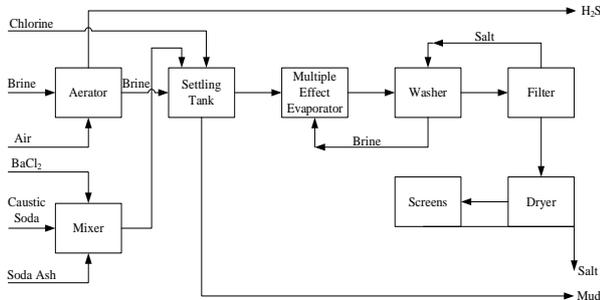
Secara geografis Indonesia membentang 6°LU sampai $11^{\circ}08\text{ LS}$ dan 95° sampai $141^{\circ}45\text{ BT}$, yang memiliki kurang lebih 17.504 pulau dengan luas total wilayah Indonesia sebesar 7,81 juta km^2 . Berdasarkan data dari Badan Informasi Geospasial (BIG) menyebutkan bahwa Indonesia sebagai Negara Maritim memiliki total panjang garis pantai sebesar 108.000 km. Sedangkan menurut data dari Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut (DJPRL), tiga perlima wilayah Indonesia merupakan lautan yaitu sebesar 3,25 juta km^2 . Dengan luasnya wilayah laut dan garis pantai, Indonesia berpotensi untuk menjadi negara penghasil garam, namun potensi ini tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah dan mutu produksi garam di Indonesia.

Menurut *Market Research Future* (MRFR) pada Gambar 1, penggunaan garam industri terbesar adalah untuk industri kimia yang membutuhkan 25% dari total konsumsi garam industri di dunia, penggunaan lain garam industri didominasi untuk pencairan es dan industri perminyakan. Sedangkan di Indonesia, Badan Pusat Statistika menyatakan bahwa garam digunakan sebagai bahan baku industri dimana penggunaan terbesar adalah industri petrokimia sebesar 47,21% dari total konsumsi nasional. Ditinjau dari persebarannya, konsumsi garam industri terbesar berada di Pulau Jawa. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan garam industri sangatlah besar seiring dengan banyaknya perusahaan yang membutuhkan garam industri sebagai bahan baku prosesnya.

Berdasarkan data Kementerian Perindustrian (2019), menyatakan bahwa kebutuhan garam nasional tahun 2019 sekitar 4,2 juta ton dimana kebutuhan industri sebesar 3,5 juta



Gambar 2. Diagram blok proses rekristalisasi dengan penambahan flokulan.

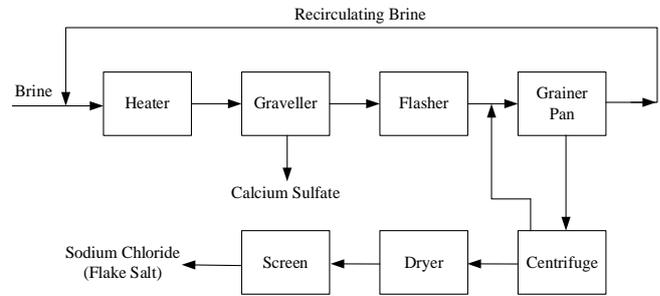


Gambar 3. Diagram blok proses vacuum pan.

ton yang disalurkan ke industri *Chlor Alkali Plant* (CAP), farmasi, pengeboran minyak, dan pangan. Dalam upaya pemenuhan kebutuhan garam industri nasional, Indonesia harus mengimpor sekitar 1,4 juta ton/tahun. Hingga saat ini, petani garam hanya dapat menghasilkan garam krosok dengan rata-rata kadar NaCl sekitar 85,89% melalui proses evaporasi air laut. Kadar ini masih belum memenuhi standar kualitas garam industri yang membutuhkan garam dengan kadar NaCl lebih dari 96% [2]. Oleh karena itu, untuk memproduksi garam industri dengan standar yang diinginkan, dibutuhkan proses pengolahan lebih lanjut. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam pembuatan garam industri yaitu proses pencucian dengan *brine* (*washing*), rekristalisasi dengan penambahan flokulan, *Vacuum Pan* (*Multiple Effect Evaporation*) dan proses *Open Pan*.

Proses pencucian dengan *brine* (*washing*) dilakukan dengan menggunakan larutan garam jenuh (*brine*) yang digunakan berulang kali, dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran dari permukaan garam. Zat yang bersifat pereduksi dan higroskopis pada garam adalah zat yang paling bertanggung jawab terhadap hilangnya Iodium pada garam melalui proses redoks dalam suasana asam karena zat tersebut terbentuk secara bersamaan dengan pembentukan garam. Proses pencucian garam rakyat dengan larutan *brine* dapat meningkatkan kadar NaCl hingga 94,85 – 98,14 % [2].

Proses rekristalisasi dengan penambahan flokulan terdiri dari 4 tahap yaitu pembentukan kondisi lewat jenuh, nukleasi atau pembentukan inti kristal, pertumbuhan kristal, dan rekristalisasi atau pengaturan kembali struktur kristalin sampai mencapai energi terendah. Pengotor akan diendapkan dengan adanya penambahan flokulan yang mengikat pengotor-pengotor yang masih terkandung dalam garam rakyat, 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 *crushing* dan *screening* agar ukuran kristal garam industri



Gambar 4. Diagram blok proses open pan.

Tabel 1. Kualitas bahan baku garam rakyat (*Wet Basis*)

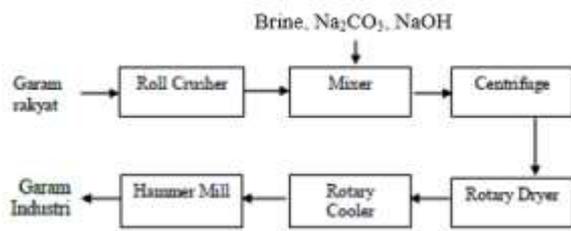
Komponen	Satuan	Kadar
NaCl	%	85,79
CaSO ₄	%	0,79
CaCl ₂	%	0,68
MgCl ₂	%	1,49
KCl	%	1,24
Mg(HCO ₃) ₂	%	0,32
KBr	%	0,29
KIO ₃	%	0,007
H ₂ O	%	0,98
Ukuran	Mesh	5
Bentuk		Padatan Kristal
Warna		Putih

sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan [3]. Diagram blok proses rekristalisasi dengan penambahan flokulan tertera pada Gambar 2.

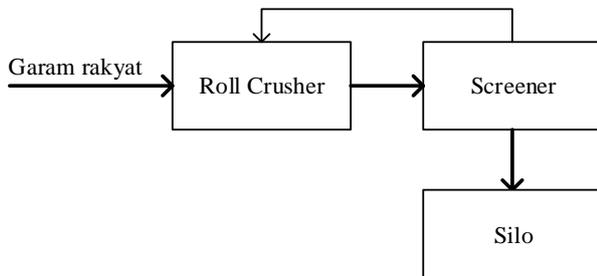
Proses *vacuum pan* merupakan proses yang umum digunakan untuk produksi garam dengan menghubungkan beberapa evaporator secara seri, ditunjukkan pada Gambar 3. Titik didih *brine* berkurang di setiap tahapan evaporator sebesar 12 - 30°C dengan menurunkan tekanan dalam evaporator dari tiap efek menggunakan bantuan pompa vakum. Setelah larutan garam dipekatkan pada evaporator multi efek, larutan garam pekat kemudian dicuci dengan *brine* untuk memurnikan garam. Selanjutnya larutan garam difiltrasi pada filter untuk proses pemisahan garam dan larutan *brine*. Garam yang sudah terpisah akan ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam sehingga menghasilkan *sodium chloride*. *Sodium chloride* dikeringkan pada *dryer* dan disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. Setelah melalui beberapa tahapan proses diatas, *sodium chloride* siap dikemas dan dipasarkan. *Yields* yang dihasilkan pada proses ini adalah 99,8% [4].

Proses *open pan* atau disebut juga proses *Grainer* menggunakan bahan baku *brine* yang berasal dari proses pemanasan air laut. Larutan *brine* akan dipanaskan pada *open pan* dengan suhu operasi 96°C untuk menguapkan kadar air sehingga dihasilkan kristal garam yang kemudian dipisahkan dari *mother liquor* pada *centrifuge*. *Mother liquor* kemudian di-recycle kembali pada *open pan*, sedangkan kristal garam yang terpisah kemudian ditambahkan kalium yodat untuk penambahan kandungan yodium pada garam sehingga dihasilkan *sodium chloride*. *Sodium chloride* kemudian dikeringkan pada *dryer* dan disaring untuk mendapatkan ukuran yang seragam. *Sodium chloride* siap dikemas dan dipasarkan. *Yields* yang dihasilkan pada proses ini adalah 98,5-99,4% [4]. Diagram blok proses *open pan* tertera pada Gambar 4.

Penentuan proses yang akan digunakan menggunakan metode AHP (*Analitycal Hierarchy Process*) dengan



Gambar 5. Diagram blok proses pencucian dengan brine.



Gambar 6. Diagram blok proses pre-treatment bahan baku.

mempertimbangkan beberapa parameter seperti ketersediaan bahan baku, ekonomi, kebutuhan energi dan kemurnian produk. Berdasarkan hasil yang diperoleh, dapat disimpulkan metode yang digunakan dalam pembuatan garam industri adalah proses pencucian dengan brine (*washing*) dikarenakan paling menguntungkan dibandingkan proses lain.

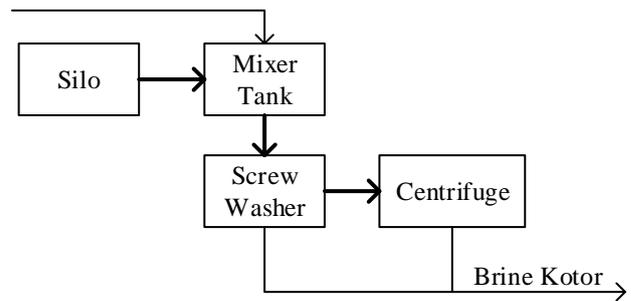
Diagram blok proses pencucian dengan brine (*washing*) ditunjukkan pada Gambar 5, metode ini memanfaatkan sifat kelarutan NaCl sebagai komponen utama dari garam. Proses ini dapat mereduksi kandungan pengotor, baik pengotor terlarut maupun tidak terlarut di permukaan dan di dalam kristal garam. Dalam proses ini, pengotor dalam garam akan diekstrak keluar menggunakan pelarut berupa brine, dimana brine tersebut akan melarutkan pengotor dalam kristal garam, namun garam (NaCl) tidak akan ikut terlarut. Penggunaan pelarut berupa air dalam proses pemurnian garam akan mengakibatkan hilangnya 10-40% NaCl dalam garam. Apabila menggunakan pelarut berupa brine, hanya akan mengakibatkan hilangnya 1-2% NaCl dalam garam. Oleh karena itu, penggunaan pelarut berupa brine sangatlah meminimalisir kehilangan NaCl dalam garam [5].

Melihat besarnya kebutuhan garam industri di Indonesia yang belum diimbangi dengan produksi garam nasional, sehingga Indonesia setiap tahun harus mengimpor garam industri, maka potensi pasar untuk pendirian pabrik garam industri sangatlah besar. Terutama untuk memenuhi kebutuhan garam di Industri petrokimia dengan kadar NaCl minimal 96% sesuai dengan SNI garam industri soda kaustik kode 0303:2012 dan Permenprin No.88/M-IND/PER/10/2014. Pendirian pabrik garam industri soda kaustik ini dapat efektif mengurangi ketergantungan akan impor dan memberikan nilai jual akan garam rakyat dari petani garam yang ketersediaannya melimpah di Indonesia. Penentuan Kapasitas produksi pabrik yang direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2024 mengacu pada kebutuhan nasional terhadap garam industri di Indonesia dengan mempertimbangkan data impor, ekspor, konsumsi dan produksi pada tahun 2011 hingga 2018. Diperoleh kapasitas produksi sebesar 150.000 ton/tahun untuk memenuhi 12,23% kebutuhan garam industri di Indonesia,

Tabel 2.

Kualitas garam industri soda kaustik menurut standar SNI 0303:2012	
Komponen	Kadar (%)
NaCl (adbb)	Min. 96,00
Ca (adbb)	Maks. 0,10
Mg (adbb)	Maks. 0,05
SO ₄ (adbb)	Maks. 0,20
H ₂ O (b/b)	Maks. 2,50
Bahan yang tidak larut dalam air	Maks. 0,05
Bentuk	Padatan Kristal
Warna	Putih

Catatan:
 Adbb : atas dasar bobot basah
 b/b : berat per berat



Gambar 7. Diagram blok proses washing and filtration.

dengan basis waktu operasi selama 330 hari kerja/tahun dan waktu kerja pabrik selama 24 jam/hari.

Bahan baku utama yang digunakan pabrik ini berupa garam rakyat berasal dari Kabupaten Sampang, Madura, Jawa Timur dengan spesifikasi seperti yang tertera pada Tabel 1. Hal ini dikarenakan Kabupaten Sampang memproduksi garam rakyat sekitar 350.891,307 ton/tahun. Jika disesuaikan dengan standar SNI kode 4435:2017 maka garam rakyat yang digunakan sebagai bahan baku merupakan garam rakyat dengan kualitas K-2. Melalui proses pencucian dengan brine (*washing*), pabrik ini dapat menghasilkan produk berupa garam industri sesuai dengan standar SNI kode 0303:2012 yang disajikan pada Tabel 2.

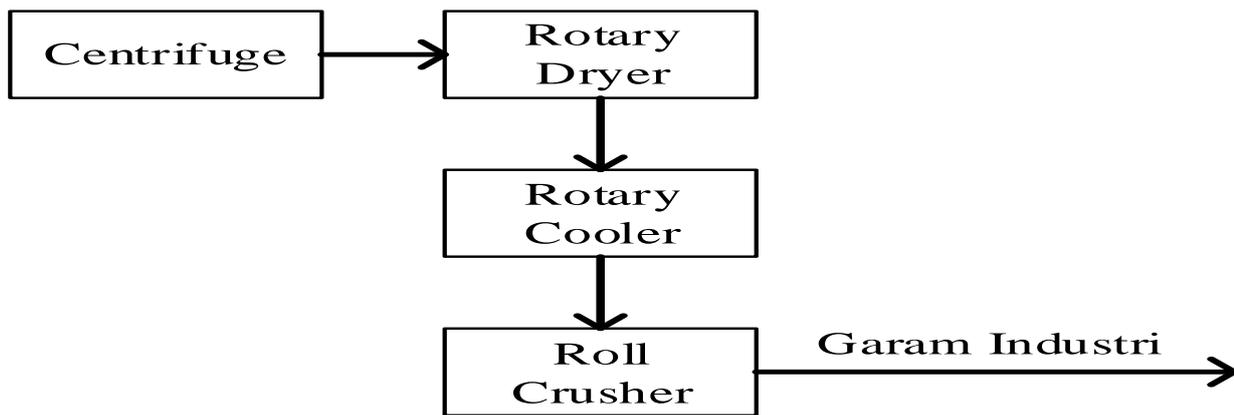
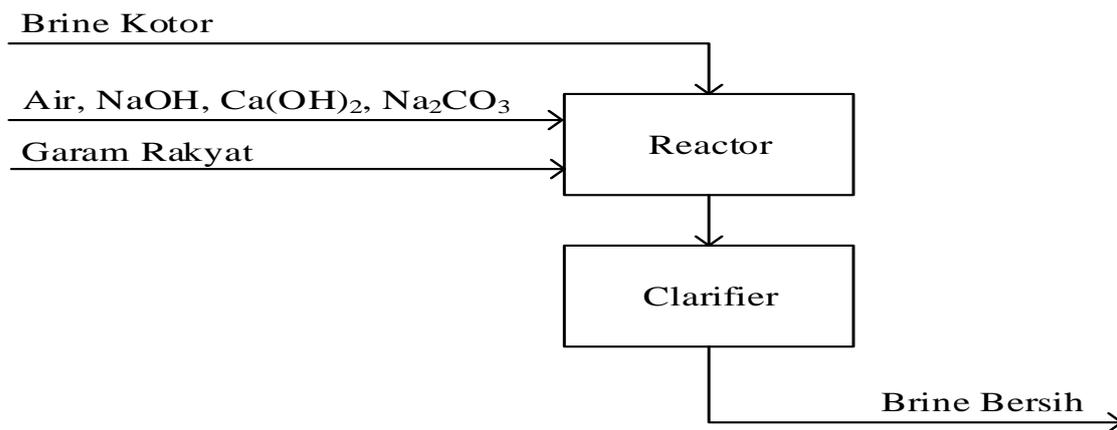
Dari standar kualitas SNI tidak ditentukan spesifikasi ukuran garam industri, namun garam industri yang dijual dipasaran umumnya berukuran 20-30 mesh [6].

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelancaran produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Lokasi pabrik harus dapat memberikan kemungkinan perluasan pabrik dan keuntungan bagi perusahaan maupun warga sekitar dalam jangka panjang. Pemilihan lokasi pabrik mempertimbangkan faktor ketersediaan bahan baku, lokasi pemasaran, aksesibilitas dan fasilitas transportasi, tenaga kerja, utilitas, harga tanah dan gedung, kemungkinan perluasan pabrik serta kondisi geografis wilayah. Berdasarkan beberapa pertimbangan tersebut, Pabrik Garam Industri Soda Kaustik Dari Garam Rakyat direncanakan akan dibangun di Desa Randal Kumalas, Kecamatan Banyuwanyar, Kabupaten Sampang, Madura, Jawa Timur.

II. URAIAN PROSES TERPILIH

A. Pre-Treatment Bahan Baku

Tahap pertama, garam rakyat dilakukan proses *size reduction* agar ukurannya menjadi lebih kecil dan relatif seragam. Pada proses ini diharapkan kristal garam rakyat

Gambar 8. Diagram blok proses *washing and filtration*.Gambar 9. Diagram blok proses *washing and filtration*.

berukuran maksimal 10 mesh. Pengecilan ukuran menggunakan *Roll Crusher*, selain untuk melakukan pengecilan ukuran, alat tersebut berfungsi memecah inti kristal dari garam rakyat. Kemudian, garam rakyat menuju *Screener* untuk memisahkan garam dengan ukuran yang telah sesuai standar dengan yang tidak sesuai standar, kristal garam yang tidak lolos *screener* akan dilakukan *recycle* kembali menuju *Roll Crusher* dengan. Kristal garam yang lolos *Screener* ditampung di *Silo*. Diagram blok proses *pre-treatment* bahan baku tertera pada Gambar 6.

B. Washing and Filtration

Proses pencucian garam rakyat dilakukan sebanyak 2 kali untuk mencapai konsentrasi produk yang diinginkan. Pencucian pertama garam rakyat dari *Silo* dialirkan menuju *Mixer Tank* kemudian ditambahkan larutan pencuci berupa *brine* jenuh. Di dalam *Mixer Tank*, *brine* dan garam rakyat akan di aduk menggunakan agitator sehingga pengotor seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} dan SO_4^{2-} akan larut dalam *brine*. Proses *washing* I menghasilkan garam dengan kadar NaCl sebesar 87,23%. Setelah dilakukan proses pencucian pertama, larutan garam dialirkan secara gravitasi menuju proses pencucian tahap kedua yaitu di dalam *Screw Washer*. Pencucian tahap kedua berfungsi untuk meningkatkan kadar NaCl. Proses *washing* II menghasilkan garam dengan kadar NaCl sebesar 81,15%. Padatan garam hasil pencucian di *Screw Washer* selanjutnya akan dikirimkan ke *Centrifuge*. *Centrifuge* merupakan alat pemisahan secara mekanis menggunakan prinsip sentrifugasi, dimana padatan garam akan berada pada dinding *centrifuge* dan cairan akan langsung jatuh dari *centrifuge*. Sedangkan larutan *brine* dari *Screw Washer* dan *Centrifuge* akan

langsung dialirkan menuju dari menuju *Brine Tank* II secara gravitasi. Setelah ditampung di *Brine Tank* II akan dialirkan menuju *Reactor*. Diagram blok proses *washing and filtration* tertera pada Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9.

C. Drying and Packing Product

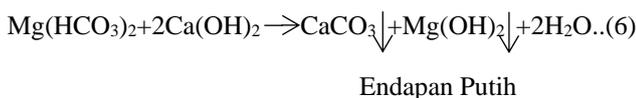
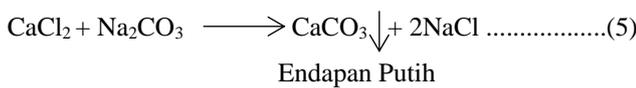
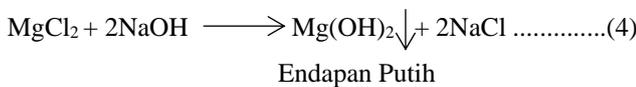
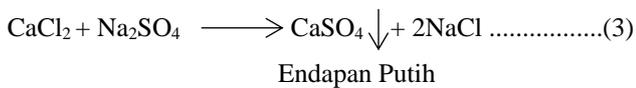
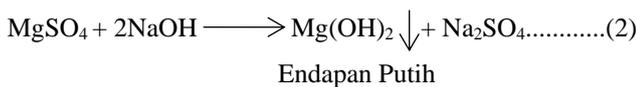
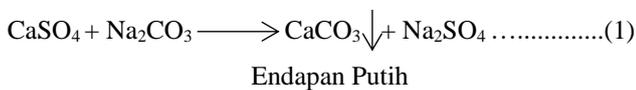
Padatan (kristal garam) yang telah dipisahkan dari *brine* kemudian menuju ke *Rotary Dryer* untuk dilakukan proses pengeringan. Pada *Rotary Dryer* terjadi proses pengeringan kristal garam dengan bantuan udara panas yang masuk secara *counter - current*. Bahan yang keluar dari *Rotary Dryer* ini memiliki konsentrasi air maks 1%. Udara yang keluar dari *Rotary Dryer* dialirkan menuju *Meeting Point* udara kemudian menuju ke *Cyclone* untuk memisahkan antara padatan dan gas.

Produk kristal garam yang keluar dari *Rotary Dryer* masih dalam kondisi panas mencapai temperature 86,5°C sehingga dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum dilakukan pengemasan. Produk kristal garam dari *Rotary Dryer* mengandung 96,56% NaCl bersuhu 86,5°C. Pada *Rotary Cooler* terjadi proses pendinginan kristal garam hingga mencapai suhu 30°C dengan menggunakan udara pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm dari *Blower* II yang masuk secara *counter - current*. Kristal garam yang keluar dari *Rotary Cooler* memiliki kadar NaCl sebesar 98,51% dengan konsentrasi air maks 1%. Udara keluaran *Rotary Cooler* dialirkan menuju *Meeting Point* udara kemudian mengalir ke *Cyclone* untuk memisahkan antara padatan dan gas. Udara yang keluar dari *Cyclone* akan dialirkan menuju *Baghouse Filter* untuk memisahkan partikel garam yang masih terbawa

udara. Produk keluaran *Rotary Cooler* berupa padatan kristal garam diangkut menggunakan *Bucket Elevator* menuju *Roll Crusher II* dan padatan dari *Cyclone* serta *Baghouse Filter* juga dikembalikan ke *Roll Crusher II* untuk dilakukan *size reduction*. Padatan yang telah melewati proses *size reduction* akan masuk kedalam *Screener II* untuk memisahkan garam dengan ukuran yang telah sesuai standar dengan yang tidak sesuai standar. Garam yang tidak sesuai standar akan dikembalikan ke *Roll Crusher II*. Sedangkan garam yang ukurannya telah sesuai standar akan ditampung ke dalam *Silo II* untuk selanjutnya akan dilakukan proses *packing*.

D. Brine Preparation

Brine dibuat dengan cara melarutkan 10% garam rakyat dengan air dan koagulan. Pada *Reactor*, garam rakyat dicampur dengan air dan direaksikan dengan NaOH, Ca(OH)₂, dan Na₂CO₃ melalui proses pengadukan menggunakan agitator agar garam terlarut. NaOH, Ca(OH)₂, dan Na₂CO₃ berfungsi sebagai koagulan untuk membentuk inti endapan dari pengotor dalam *brine* melalui mekanisme reaksi kimia yang terjadi pada persamaan 1 - 6.



Kemudian, dilakukan pengendapan terhadap campuran larutan *brine* dan koagulan di dalam *Clarifier*. Larutan *brine* yang telah bersih dialirkan menuju *Brine Tank I*. Sedangkan endapan yang terbentuk dari hasil pengendapan di *Clarifier* akan dialirkan menuju *Solid Water Treatment Plant (SWTP)* untuk proses selanjutnya. Selain itu, larutan *brine* yang diperoleh dari *Screw Washer* dan *Centrifuge* akan ditampung di *Brine Tank II*. Kemudian, larutan *brine* tersebut dialirkan menuju *Reactor* untuk proses *recycle* pembuatan *brine* untuk proses pencucian selanjutnya.

III. MATERIAL BALANCE

Berdasarkan hasil perhitungan *material balance* Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat, diperoleh kapasitas bahan baku garam rakyat sebesar 23 juta kg/jam dengan basis operasi 1 kg/jam (waktu operasi 330 hari kerja/tahun dan waktu kerja pabrik 24 jam/hari) menghasilkan produk berupa garam industri sebesar 18 juta

Tabel 3.

Analisa kelayakan pabrik dari segi ekonomi	
Parameter	Nilai
Investasi Total	Rp. 207.609.968.170
Biaya Produksi Total	Rp. 269.984.941.138
Hasil Penjualan	Rp. 312.000.000.000/Tahun
NPV	Rp. 10.903.990.918
IRR	13,64 %
BEP	51 %
POT	2,9 Tahun

kg/jam atau 150.000 ton/tahun dengan kadar NaCl 97,79% [7-9].

IV. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dapat dijadikan sebagai salah satu parameter apakah suatu pabrik layak untuk didirikan atau tidak. Berdasarkan perhitungan analisa ekonomi, didapatkan nilai NPV sebesar Rp. 10.903.990.918 atau NPV bernilai lebih dari nol menandakan bahwa proyeksi pendapatan yang dihasilkan atau investasi melebihi dari proyeksi biaya yang dikeluarkan sehingga pabrik layak untuk didirikan. Selain itu, nilai IRR sebesar 13,64% lebih tinggi dari suku bunga bank yaitu 8,25% per tahun, POT selama 2,9 tahun dengan perkiraan usia pabrik 10 tahun dan BEP sebesar 51% membuktikan bahwa pabrik layak untuk didirikan [10-11]. Analisa kelayakan pendirian pabrik ditinjau dari segi ekonomi disajikan pada Tabel 3.

Pembangunan pabrik garam industri soda kaustik dari garam rakyat tentunya akan memberikan dampak di aspek sosial dan lingkungan. Dampak ini dapat dirasakan oleh berbagai pihak, baik perusahaan, pemerintah, maupun masyarakat luas. Dalam aspek sosial, masyarakat dapat merasakan dampaknya seperti peningkatan kesejahteraan dan penyerapan tenaga kerja. Sedangkan dari segi pemerintah, dampak yang dapat dirasakan adalah adanya pemasukan berupa pendapatan pemerintah daerah maupun pusat dalam bentuk pajak. Dalam aspek lingkungan, terdapat beberapa dampak yang ditimbulkan antara lain berkurangnya lahan pertanian, kemungkinan terjadinya kerusakan lingkungan akibat limbah yang dihasilkan pabrik seperti pencemaran udara, air dan tanah. Debu yang dihasilkan dari proses produksi dapat mengakibatkan pencemaran udara. Sedangkan pencemaran air dan tanah dapat disebabkan oleh limbah-limbah industri, seperti sampah non-organik dan zat-zat kimia sisa proses produksi. Program *Corporate Social Responsibility (CSR)* dibentuk untuk mengatasi permasalahan lingkungan dengan melakukan kegiatan berupa penghijauan lingkungan di sekitar lokasi pendirian industri. Selain itu, perusahaan dapat melakukan upaya untuk memperkecil jumlah limbah yang dihasilkan dengan melakukan pemilihan bahan baku dan peralatan yang ramah lingkungan serta melakukan pengolahan limbah secara bijak agar tidak merusak lingkungan.

V. KESIMPULAN

Ditinjau dari segi teknis dan ekonomis, maka Pabrik Garam Industri Soda Kaustik dari Garam Rakyat dapat dibuat untuk kapasitas produksi 150.000 ton/tahun garam industri yang berasal dari bahan baku garam rakyat sebesar 23 juta kg/jam. Dihasilkan Garam industri dengan kadar NaCl 97,79% dan kadar pengotor telah memenuhi standar SNI.

Dari segi ekonomi dapat dilihat bahwa NPV bernilai positif, nilai IRR sebesar 13,64% berada di atas bunga pinjaman bank yakni sebesar 8,25% dengan POT selama 2,9 tahun lebih kecil dari waktu pengembalian modal yang ditetapkan pemberi pinjaman yaitu 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Marihati, *Pemisahan dan pemanfaatan Bittern Sebagai Salah Satu Upaya Peningkatan Petani Garam*. Semarang: BBTPI Semarang, 2008.
- [2] K. Sumada, R. Dewati, and Suprihatin, "Garam industri berbahan baku garam krosok dengan metode pencucian dan evaporasi," *J. Tek. Kim.*, vol. 11, no. 130--36, 2016.
- [3] Y. Variyana and M. L. Hakim, "Inovasi Teknologi Alat Pemurnian Garam dari Impuritiesnya Menghasilkan High Sodium Chloride Melalui Metode Rekristalisasi dengan Penambahan Koagulan PAC," Departemen Teknik Kimia Industri: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2015.
- [4] A. N. Arifin, "Pra Rencana Pabrik Sodium Chloride dengan Proses Multiple Effect Evaporation," Departemen Teknik Kimia: UPN Veteran Jawa Timur, 2011.
- [5] A. Martina and J. R. Witono, "Pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi batch," *Res. Report-Engineering Sci.*, vol. 1, 2015.
- [6] A. Martina and J. R. Witono, *Pengaruh Kualitas Bahan Baku dan F:S pada Proses Pemurnian Garam dengan Metode Hidroekstraksi Batch*. Bandung: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNPAR, 2015.
- [7] D. M. Himmelblau and J. B. Riggs, *Basic Principle and Calculation in Chemical Engineering*. London: Pearson, 2012.
- [8] C. J. Geankoplis, A. A. Hersel, and D. H. Lepek, *Transport Processes and Unit Operation*. Boston: Prentice Hall, 2018.
- [9] R.H. Perry, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. Los Angeles, CA: McGraw-Hill, 1997.
- [10] M. S. Peters, K. D. Timmerhaus, and R. E. West, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*. New York: McGraw-Hill, 2003.
- [11] G. D. Ulrich, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. New York: Wiley, 1984.