

Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat

Safira Nadila Putri, Yusril Ihza Satria, dan Nuniek Hendrianie
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: nuniek@chem-eng.its.ac.id.

Abstrak—Jumlah kebutuhan garam industri di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan. Namun, peningkatan tersebut tidak diimbangi dengan jumlah produksi garam industri di Indonesia yang masih cukup rendah. Oleh karena itu, demi memenuhi kebutuhan garam industri di Indonesia, pemerintah meningkatkan jumlah impor garam industri. Hal tersebut berdampak pula pada peningkatan anggaran impor pemerintah. Berdasarkan perhitungan proyeksi data impor, ekspor, konsumsi, dan produksi garam industri di Indonesia diperoleh jumlah kebutuhan garam industri di Indonesia pada tahun 2024 adalah sebesar 806.817 Ton. Untuk membantu pemerintah dalam memenuhi 14,84% kebutuhan garam industri di Indonesia demi mengurangi impor garam industri, pada penelitian ini dilakukan Perancangan Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dengan kapasitas produksi 119.960 Ton/tahun. Bahan baku yang digunakan oleh pabrik ini berupa garam rakyat yang dari Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur karena Kabupaten Sumenep memproduksi garam rakyat sekitar 235.888 Ton/tahun. Produksi garam rakyat tersebut merupakan sebuah potensi yang baik bagi industri yang acuannya berasal dari garam rakyat. Direncanakan Pabrik Garam Industri ini akan didirikan di Kecamatan Kalianget, Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku. Pada proses pembuatan garam industri dari garam rakyat ini terdiri dari empat tahapan proses, yaitu *Pre-Treatment*, *Washing and Filtration*, *Drying and Product Packing*, serta *Brine Preparation*. Dari perhitungan analisa ekonomi didapatkan IRR sebesar 26,21%, POT selama 4,3 tahun dan BEP sebesar 40%. Dengan investasi berasal dari modal sendiri 60% dan pinjaman sebesar 40% dengan total investasi US\$ 11.599.755. Secara keseluruhan dari segi teknis dan ekonomis, Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci—*Brine*, Garam Industri, *Washing*.

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 pada industri kimia, diharapkan Indonesia dapat menjadi negara yang mandiri sehingga tidak lagi bergantung pada industri-industri di luar negeri. Salah satu industri yang perlu dikembangkan di Indonesia adalah industri garam (NaCl).

Secara geografis Indonesia membentang dari 6° LU sampai 11° LS dan 92° sampai 142° BT, terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil yang jumlahnya kurang lebih 17.504 pulau. Tiga perempat wilayah Indonesia adalah laut (5,9 juta km²). Berdasarkan data dari Badan Informasi Geospasial (BIG), Indonesia sebagai Negara Maritim memiliki total panjang garis pantai sebesar 99.093 km. Hal ini membuktikan bahwa sebenarnya Indonesia memiliki potensi besar sebagai negara penghasil garam, namun sayangnya potensi ini tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah dan mutu produksi

garam di Indonesia [1]. Garis pantai perairan Indonesia dapat menjadi salah satu modal untuk memproduksi garam dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan garam nasional karena air laut memiliki salinitas tinggi atau mengandung kadar NaCl.

Menurut Sekretaris *Maritime Society*, Agust Shalahuddin, garam industri adalah garam dengan kandungan NaCl yang tinggi, yakni antara 96-97%. Di Indonesia dibutuhkan kualitas garam industri dengan kadar NaCl lebih dari 96%. Namun, kualitas garam industri di Indonesia masih menjadi kendala, sehingga kebutuhan garam industri masih mengandalkan garam impor, terutama dari Australia. Pengembangan teknologi pemurnian di Indonesia juga masih menggunakan bahan pengendap, dimana proses tersebut membutuhkan energi yang cukup besar dan hasilnya masih belum dapat memenuhi SNI. Hal inilah yang mempengaruhi produksi dan kualitas garam yang dihasilkan.

Berdasarkan data Kementerian Perindustrian (2018), menyatakan bahwa kebutuhan garam industri nasional tahun 2018 sekitar 3,7 juta Ton. Bahan baku ini akan disalurkan kepada industri *Chlor Alkali Plant* (CAP) untuk memenuhi permintaan industri kertas dan petrokimia sebesar 2.488.500 Ton. Selain itu, bahan baku tersebut juga didistribusikan pada industri farmasi dan kosmetik sebesar 6.846 Ton, serta industri aneka pangan 535.000 Ton. Sisanya, kebutuhan bahan baku garam sebanyak 740.000 Ton didistribusikan kepada sejumlah industri, seperti industri pengasinan ikan, industri penyamakan kulit, industri pakan ternak, industri tekstil dan resin, industri pengeboran minyak, serta industri sabun dan detergen. Namun, sayangnya produksi garam industri di Indonesia hanya 1,9 juta Ton/tahun, maka Indonesia harus mengimpor sekitar 1,8 juta Ton/tahun demi memenuhi kebutuhan garam industri di Indonesia.

Rendahnya produksi garam industri di Indonesia disebabkan karena belum adanya industri garam yang digarap secara berkelanjutan untuk mengantisipasi kebutuhan masyarakat membuat pemerintah setiap tahunnya masih mengimpor garam. Selain itu, produksi garam di Indonesia juga hanya mengandalkan dari hasil petani tambak lokal. Faktor lainnya adalah teknik produksi dan peralatan yang digunakan pada proses produksi garam masih sangat tradisional, serta produksi garam yang sangat bergantung pada cuaca yang secara umum hanya memungkinkan memproduksi garam hanya dalam waktu 4 bulan. Masa produksi garam di Indonesia jauh lebih pendek jika dibandingkan dengan Australia karena iklim Australia memungkinkan adanya produksi garam hingga 8 bulan dengan hasil produksi garam yang jauh lebih banyak dan berkualitas tinggi.

Dari jumlah kebutuhan garam dengan kualitas tinggi yang mencapai 61,5% tersebut, hanya sekitar 31% yang bisa

Tabel 1.
Spesifikasi Garam Rakyat

Komponen	Kadar (%)
NaCl	89,95
CaSO ₄	0,80
CaCl ₂	0,72
MgCl ₂	1,57
Mg(HCO ₃) ₂	0,34
KCl	1,31
KBr	0,31
KIO ₃	0,01
H ₂ O	5,00

Tabel 2.
Spesifikasi Garam Industri

Komponen	Kadar (%)
NaCl	98,94
CaSO ₄	0,02
CaCl ₂	0,02
MgCl ₂	0,05
Mg(HCO ₃) ₂	0,01
KCl	0,04
KBr	0,01
KIO ₃	0,00
H ₂ O	0,91

dipenuhi oleh kebutuhan garam yang dihasilkan di dalam negeri. Hal tersebut dapat kita lihat dari data KKP (2015) yang menyatakan bahwa kualitas garam lokal yang dihasilkan, khususnya oleh petambak garam (garam rakyat) tidak seragam sehingga penjualan garam petani tambak juga digolongkan kedalam beberapa kelas sesuai dengan kualitasnya. Kualitas pertama (KW1) adalah garam dengan kadar NaCl antara 95%-98%, kualitas kedua (KW2) adalah garam dengan kadar NaCl antara 90%-95%, dan kualitas ketiga (KW3) adalah garam dengan kadar NaCl kurang dari 90%.

Indonesia sendiri sebenarnya memiliki modal untuk memproduksi dan memenuhi kebutuhan garam nasional secara mandiri, baik untuk kebutuhan konsumsi maupun industri. Dari total luas area produksi di seluruh Indonesia, PT. Garam mengelola 5.116 Ha dengan produksi garam mencapai 60 Ton/Ha/tahun, sedangkan sisanya seluas 25.542 Ha dikelola secara tradisional oleh rakyat dengan produksi hanya 40 Ton/Ha/tahun. Hingga saat ini, petani garam hanya dapat menghasilkan garam dengan kadar 85-95% NaCl melalui proses evaporasi air laut [2]. Garam ini dikenal sebagai istilah garam rakyat. Kadar garam rakyat masih belum memenuhi standar kualitas garam industri yang membutuhkan garam dengan kadar minimal 96%. Oleh karena itu, untuk memproduksi garam industri perlu dilakukan proses pemurnian garam rakyat agar kandungan NaCl meningkat dan memenuhi standar. Proses pemurnian garam rakyat dapat dilakukan dengan metode pencucian dengan *brine* (*washing*).

Proses pemurnian garam rakyat dengan metode *washing* memanfaatkan sifat kelarutan NaCl sebagai komponen utama dari garam. Dalam metode 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. Proses ini dapat mereduksi kandungan pengotor, baik pengotor terlarut maupun tidak terlarut di permukaan dan di dalam kristal



Gambar 1. Lokasi pendirian Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat berada di Kecamatan Kaliangget, Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur.

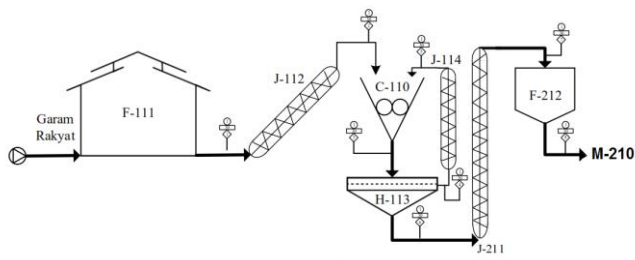
garam. Penggunaan pelarut berupa *brine* dalam proses pemurnian garam hanya akan mengakibatkan hilangnya 1-2% kadar NaCl dalam garam [2].

Indonesia telah mampu memenuhi kebutuhan garam konsumsi dalam negeri, namun kebutuhan garam industri masih belum terpenuhi melalui produksi dalam negeri sehingga pemenuhan kebutuhan garam industri dalam negeri masih mengandalkan impor. Hal ini juga merupakan permasalahan yang perlu segera diselesaikan. Oleh karena itu, berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia nomor 88 tahun 2014, salah satu sasaran pemerintah jangka panjang (2010-2025) adalah intensifikasi industri garam untuk meningkatkan produktivitas lahan garam dan kualitas produk garam agar nantinya Indonesia mampu swasembada garam industri dan aneka industri garam dengan kadar NaCl 95% dan sebagian garam industri telah mampu substitusi impor 30%.

Berdasarkan permasalahan tersebut, pendirian Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat didesain dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas garam yang akan diproduksi. Selain itu, industri pengolahan garam ini efektif memberi nilai tambah dan mengurangi impor. Hal ini juga akan meningkatkan produksi garam farmasi yang berasal dari garam industri yang *non-import*. Penentuan kapasitas produksi Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat yang akan beroperasi pada tahun 2024 didasarkan pada kebutuhan pasar dari data *supply-demand* dan mempertimbangkan kebutuhan pasar serta ketersediaan bahan baku diperoleh kapasitas produksi sebesar 119.960 Ton/tahun.

Pemilihan lokasi pabrik mempertimbangkan faktor ketersediaan bahan baku, lokasi pemasaran, sumber tenaga kerja, hukum dan peraturan yang berlaku hingga iklim dan topografi, sehingga diperoleh lokasi Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat akan dibangun di Kecamatan Kaliangget, Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur. Dengan waktu operasi 330 hari kerja/tahun dan waktu kerja pabrik 24 jam/hari. Berikut merupakan peta lokasi pendirian Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat yang tertera pada Gambar 1.

Dengan menggunakan bahan baku utama berupa garam rakyat dari Kabupaten Sumenep, Madura, Jawa Timur, yang memiliki spesifikasi seperti yang tertera pada Tabel 1, pabrik ini dapat menghasilkan produk berupa garam industri yang memiliki spesifikasi seperti yang tertera pada Tabel 2.



Gambar 2. Unit *pre-treatment* bahan baku terdiri dari Gudang Bahan Baku (F-111), *Screw Conveyor* I (J-112), *Roll Crusher* I (C-110), *Screener* (H-113), *Screw Conveyor* II (J-114), *Screw Conveyor* III (J-211), dan *Silo* I (F-212).

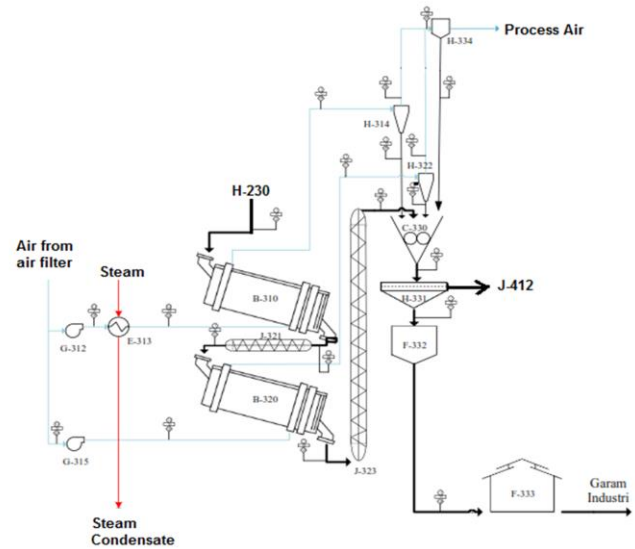
II. URAIAN PROSES

A. *Pre-Treatment Bahan Baku*

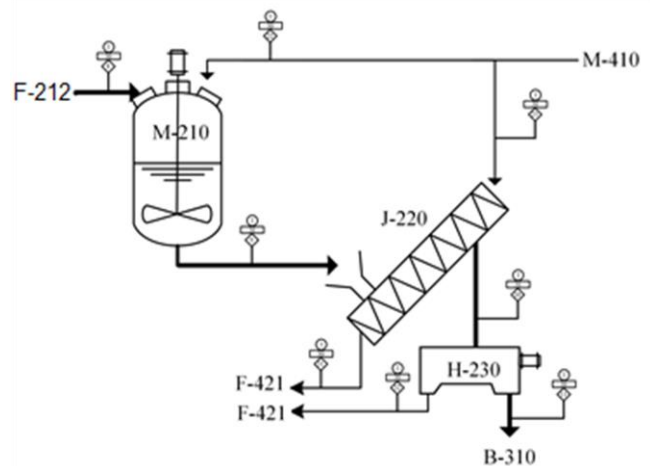
Tahap pertama adalah *pre-treatment* bahan baku. Pada tahap ini, garam rakyat dari gudang bahan baku diangkut menggunakan *Screw Conveyor* I (J-112) menuju ke *Roll Crusher* I (C-110) untuk dilakukan proses *size reduction* agar mengalami perubahan ukuran dari 10 mm menjadi 4 mm dan proses pemecahan inti kristal dari garam rakyat. Lalu, garam rakyat dialirkan ke *Screener* I (H-113) agar garam rakyat yang telah berukuran 4 mm ditampung di *Silo* I (F-212) sebelum dilakukan proses *washing* I, sedangkan garam rakyat yang berukuran lebih dari 4 mm dikembalikan lagi ke *Roll Crusher* I (C-110). Unit dari proses *pre-treatment* bahan baku tertera pada Gambar 2.

B. *Washing and Filtration*

Tahap kedua adalah *washing and filtration*. Pada tahap *washing*, garam rakyat dicuci menggunakan larutan *brine* agar pengotor seperti CaSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 hilang. Proses *washing* garam rakyat dilakukan sebanyak 2 kali. Pada proses *washing* pertama, garam rakyat dari *Silo* I (F-212) dialirkan menuju *Mixer Tank* I (M-210). Garam rakyat yang masuk ke dalam *Mixer Tank* I (M-210) kemudian ditambahkan larutan pencuci berupa *brine* jenuh yang dialirkan dari *Brine Mixer Tank* I (M-410) menggunakan *Pump* I (L-411). Di dalam *Mixer Tank* I (M-210), *brine* dan garam rakyat akan diaduk menggunakan *agitator* agar pengotor dapat larut dalam *brine*. Setelah dilakukan proses *washing* pertama, larutan garam dialirkan secara gravitasi menuju proses *washing* tahap kedua di dalam *Screw Washer* (J-220). *Washing* tahap kedua ini berfungsi untuk meningkatkan kadar NaCl. Padatan garam hasil dari pencucian di *Screw Washer* (J-220) selanjutnya akan dikirimkan ke *Centrifuge* (H-230). *Centrifuge* adalah alat pemisahan secara mekanis menggunakan prinsip sentrifugasi, di mana padatan garam akan berada pada dinding *centrifuge* dan cairan akan langsung jatuh dari *centrifuge*. Sedangkan, larutan *brine* dari *Mixer Tank* I (M-210) dan *Screw Washer* (J-220) akan langsung dialirkan menuju dari menuju *Brine Tank* I (F-421) secara gravitasi. Pada proses *washing* pertama dan kedua menggunakan *brine* yang memiliki *degree of baume* sebesar 21°Be. Proses *washing* pertama menghasilkan garam dengan kadar NaCl sebesar 92,28% dan proses *washing* kedua menghasilkan garam dengan kadar NaCl sebesar 94,61%. *Brine* hasil proses *washing* pertama dan kedua memiliki *degree of baume* sebesar 23°Be. Unit dari proses *washing and filtration* tertera pada Gambar 3.



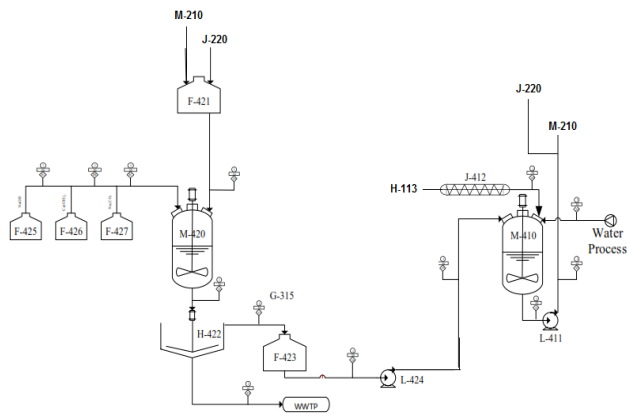
Gambar 4. Unit *drying and packaging* terdiri dari *Rotary Dryer* (B-310), *Blower* I (G-312), *Heater* (E-313), *Cyclone* I (H-314), *Screw Conveyor* IV (J-321), *Rotary Cooler* (B-320), *Blower* II (G-315), *Cyclone* II (H-322), *Screw Conveyor* V (J-323), *Roll Crusher* II (C-330), *Screener* II (H-331), *Silo* II (F-332), *Salt Storage* (F-333), dan *Baghouse Filter* (H-334).



Gambar 3. Unit *washing and filtration* terdiri dari *Mixer Tank* I (M-210), *Screw Washer* (J-220), dan *Centrifuge* (H-230).

C. *Drying and Product Packing*

Tahap ketiga adalah *drying and product packing*. Garam dari *Centrifuge* (H-230) akan dialirkan menuju *Rotary Dryer* (B-310) untuk dilakukan proses *drying*. Proses *drying* ini bertujuan untuk mengurangi kadar H_2O dalam garam hingga hanya tersisa 0,10% dengan cara mengontakkan langsung garam dan udara panas bersuhu 120°C dalam *Rotary Dryer* (B-310) secara *counter current*. Udara panas berasal dari udara proses yang telah disaring melalui *Air Filter* (H-311) dan dipanaskan menggunakan *Steam* di dalam *Heater* (E-314). Lalu, garam dari *Rotary Dryer* (B-310) yang bersuhu 86°C dan mengandung 99,75% NaCl akan dibawa oleh *Screw Conveyor* IV (J-321) menuju *Rotary Cooler* (B-320), sedangkan udara pengering akan menuju *Cyclone* I (H-314) untuk dipisahkan antara udara dengan partikel garam yang masih terbawa udara. Dalam *Rotary Cooler* (B-320) dilakukan proses pendinginan agar suhu garam turun hingga mencapai 30,5°C dengan cara mengontakkan langsung garam dan udara pendingin bersuhu 30°C secara *counter current*.



Gambar 5. Unit brine preparation terdiri dari Brine Mixer Tank I (M-410), Pump I (L-411), Screw Conveyor VI (J-312), Brine Mixer Tank II (M-420), Brine Tank I (F-421), Clarifier (H-422), Brine Tank II (F-423), Pump II (L-424), NaOH Storage Tank (F-425), Ca(OH)₂ Storage Tank, dan Na₂CO₃ Storage Tank.

Akibat proses penurunan suhu garam ini, kadar NaCl dalam garam menjadi 99,72% dan kadar H₂O menjadi 0,13%. Kemudian, garam dari Rotary Cooler (B-320) dibawa oleh Screw Conveyor II (J-323) menuju Roll Crusher II (C-330) untuk dilakukan proses *size reduction* agar mengalami perubahan ukuran dari 4 mm menjadi 1 mm, sedangkan udara pengering akan menuju Cyclone II (H-322) untuk dipisahkan antara udara dengan partikel garam yang masih terbawa udara. Udara dari Cyclone I (H-314) dan Cyclone II (H-322) juga akan disaring lagi dalam Baghouse Filter (H-334). Partikel garam yang keluar dari Cyclone I (H-314), Cyclone II (H-322), dan Baghouse Filter (H-334) akan dialirkan juga menuju Roll Crusher II (C-330) sehingga garam yang keluar dari Roll Crusher II (C-330) memiliki kandungan NaCl sebesar 98,94% dan H₂O sebesar 0,91%. Setelah itu, garam disortir pada alat Screener II (H-331) untuk dipisahkan antara garam yang ukurannya telah mencapai 1 mm dengan garam yang ukurannya lebih dari 1 mm. Garam yang ukurannya lebih dari 1 mm akan ditampung dalam Silo II (F-332) dan akan langsung menuju proses *product packing*, sedangkan garam yang tidak sesuai standard akan dibawa oleh Screw Conveyor VI (J-412) menuju Brine Mixer Tank I (M-410) untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan brine. Unit dari proses *drying and product packing* tertera pada Gambar 4.

D. Brine Preparation

Tahap keempat adalah brine preparation. Brine dibuat dengan cara melarutkan produk garam industri yang tidak lolos dari Screener II (H-331) yang diangkat menggunakan Screw Conveyor VI (J-412) menuju Brine Mixer Tank I (M-410). Pada Brine Mixer Tank I (M-410), garam industri dicampurkan dengan air melalui proses pengadukan menggunakan agitator agar garam larut di dalam air. Kemudian, brine dialirkan menuju Mixer Tank I (M-210) dan Screw Washer (J-220) menggunakan Pump I (L-411). Selain itu, larutan brine yang diperoleh dari Mixer Tank I (M-210) dan Screw Washer (J-220) akan ditampung di Brine Tank I (F-421). Kemudian, larutan brine tersebut dialirkan menuju Brine Mixer Tank II (M-420) untuk direaksikan dengan NaOH, Ca(OH)₂, dan Na₂CO₃ yang telah dicampur di dalam Brine Mixer Tank II (M-420). NaOH, Ca(OH)₂, dan Na₂CO₃ ini berfungsi sebagai koagulan untuk membentuk inti

Tabel 3. Analisa Kelayakan Pabrik dari Segi Ekonomi

Parameter	Nilai
Modal Investasi	US\$ 11.599.755 / tahun
Biaya Produksi	US\$ 14.395.861 / tahun
Hasil Penjualan	US\$ 19.238.747 / tahun
Laba Bersih	US\$ 4.842.886 / tahun
IRR	26,21%
BEP	40%
POT	4,3 tahun

endapan dari pengotor dalam brine. Setelah dari Brine Mixer Tank II (M-420), dilakukanlah pengendapan terhadap campuran larutan brine dan koagulan di dalam Clarifier (H-422). Setelah itu, akan dilakukan proses lanjutan di bagian WWTP terhadap endapan yang terbentuk dari hasil pengendapan tersebut. Sedangkan, untuk larutan brine yang telah bersih akan dialirkan menuju penampungan Brine Tank II (F-423) dan dialirkan menuju Brine Mixer Tank I (M-410) menggunakan Pump II (L-424). Unit dari proses brine preparation tertera pada Gambar 5.

III. MATERIAL BALANCE

Berdasarkan hasil perhitungan dari material balance Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat, diperoleh bahwa dengan kapasitas feed garam rakyat sebanyak 138.600 Ton/tahun, pabrik ini dapat menghasilkan produk garam industri sebanyak 119.960 Ton/tahun [2][6].

IV. ANALISA EKONOMI

Berdasarkan hasil perhitungan analisa ekonomi didapatkan IRR sebesar 26,21%, BEP sebesar 40%, dan POT selama 4,3 tahun, dengan suku bunga bank 9,25% per tahun dan laju inflasi 2,96% per tahun. Umur dari pabrik tersebut diperkirakan selama 10 tahun dengan periode pembangunannya selama 2 tahun dengan operasi pabrik 330 hari/tahun dan 24 jam/hari [7]–[9]. Rincian kelayakan pabrik dari segi ekonomi tertera pada Tabel 3.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan analisa ekonomi didapatkan nilai IRR sebesar 26,21% yang lebih tinggi dari suku bunga bank yaitu 9,25% per tahun dengan pengembalian modalnya selama 4,3 tahun dan BEP pada kapasitas 40%. Dengan demikian, Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat layak untuk didirikan.

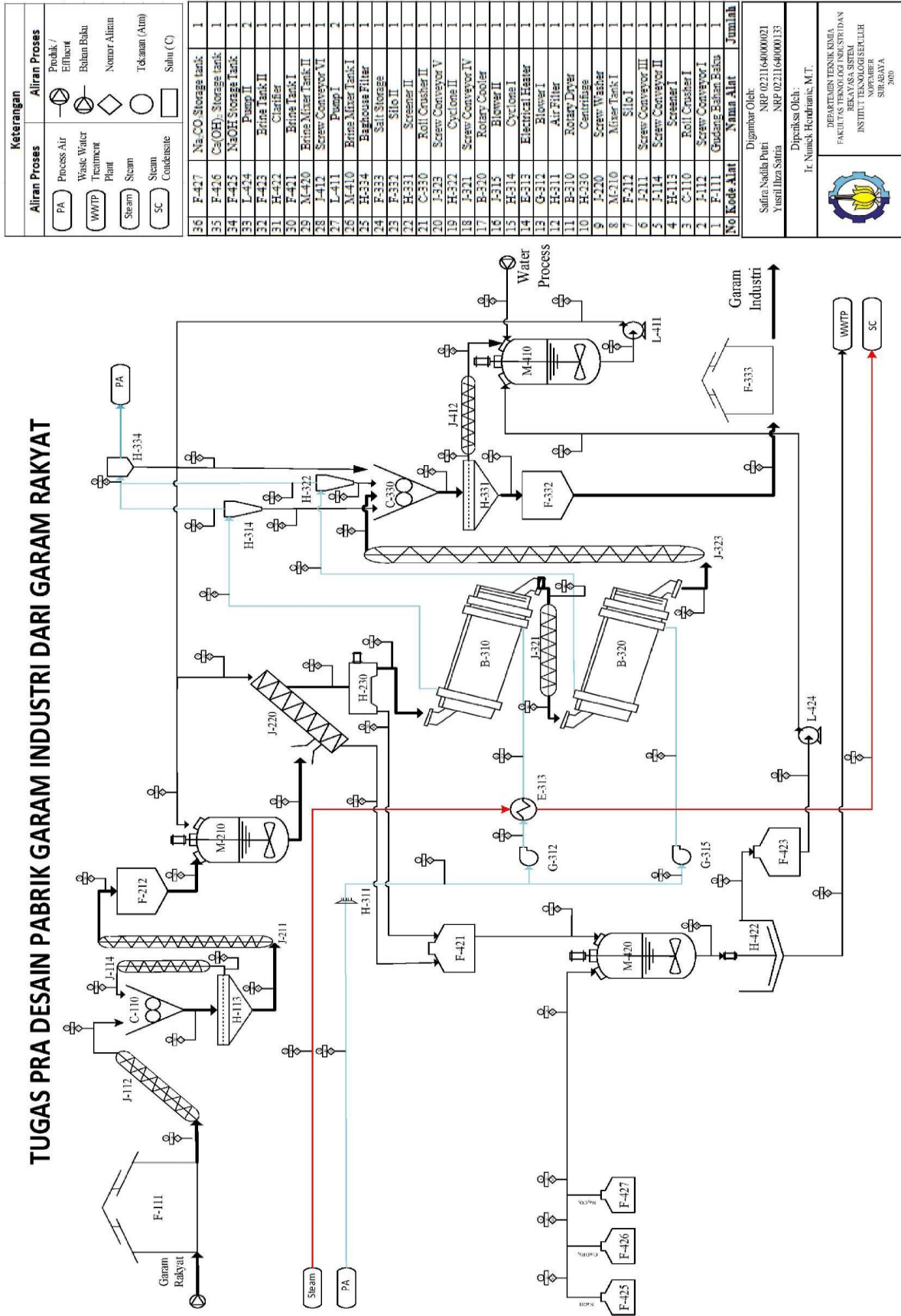
LAMPIRAN

Process flow diagram Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat dapat dilihat pada Gambar 6.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Lasabuda, "Pembangunan wilayah pesisir dan lautan dalam perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia," *J. Ilm. Platax*, vol. 1, no. 2, pp. 92–101, 2013.
 [2] A. Martina and J. R. Witono, "Pemurnian garam dengan metode hidroekstraksi batch," *Res. Report-Engineering Sci.*, vol. 1, 2015.
 [3] D. M. Himmelblau and J. B. Riggs, *Basic principles and calculations in chemical engineering*. FT press, 2012.
 [4] C. J. Geankoplis, *Transport Processes and Separation Process*

- Principles:(Includes Unit Operations)*, 4th ed. New Jersey: Prentice Hall Professional Technical Reference, 2003.
- [5] R. H. Perry, *Perry's Chemical Engineers' Handbook (7th Edition)*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc, 1999.
- [6] Y. A. Çengel and M. A. Boles, *Thermodynamics : an engineering approach*, 8. ed. New York: McGraw-Hill, 2015.
- [7] M. S. Peters, K. D. Timmerhaus, R. E. West, K. Timmerhaus, and R. West, *Plant design and economics for chemical engineers*, vol. 4. McGraw-Hill New York, 1968.
- [8] M. P. Bailey, "Chemical engineering plant cost index (cepci)," *Chem. Eng.*, vol. 121, no. 2, pp. 68–69, 2014.
- [9] G. D. Ulrich, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*. Canada: John Wiley & Sons, 1984.



Gambar 6. Pra Desain Pabrik Garam Industri dari Garam Rakyat