



PRARANCANGAN PABRIK GARAM INDUSTRI DARI AIR LAUT KAPASITAS 150.000 TON/TAHUN

*(Preliminary Design of the Industrial Salt Plant from Seawater Capacity of 150,000
Tons/Year)*

Ismi Hikmawati Azizah^{*}, Ardiansyah, Takdir Syarif, Syamsul Bakhri

*Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No. Km5
Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia*

Inti Sari

Proses pembuatan garam industri dilakukan dengan proses sedimentation microfiltration. Bahan baku air laut diumpankan kedalam reaktor dengan suhu operasi 320C. Produk yang dihasilkan berupa garam industri kemudian dimurnikan di crystallizer. Pabrik garam industri ini dirancang dengan kapasitas 150.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku air laut sebesar 215.623,2793 kg/jam. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari dalam satuan tahun. Utilitas yang diperlukan terdiri dari air 30.986,5514 m³/jam, daya listrik 745 Kw/jam di supply dari PLN dengan cadangan generator, bahan bakar 54,45 m³/jam. Pabrik direncanakan akan didirikan di Kabupaten Jeneponto, Provinsi Sulawesi Selatan, karena merupakan kawasan industri strategis dengan luas tanah yang diperlukan 34.000 m² dan jumlah tenaga kerja yang diserap sebanyak 93orang. Bentuk badan usaha yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasinya adalah organisasi garis yang dipimpin oleh direktur utama. Modal tetap (fixed capital) yang diperlukan Rp 76,6 miliar dan modal kerja (working capital) sebanyak Rp 180 miliar. Biaya produksi (manufacturing cost) Rp 811 miliar dan biaya pengeluaran umum (general expenses) Rp 272 miliar. Keuntungan sebelum pajak Rp 138 miliar dan sesudah pajak Rp 257 miliar. Pabrik ini tergolong beresiko rendah dengan *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak 53,69% dan sesudah pajak 40,27%. Pay Out Time (POT) sesudah pajak 1,2 tahun. *Discounted Cash Flow* (DFC) 35,27%, *Break Event Point* (BEP) 42,14% dan *Shut Down Point* (SDP) 31,61 %. Berdasarkan evaluasi ekonomi pabrik pembuatan garam industri menggunakan Bahan baku air laut ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Air laut, Garam industri, *Sedimentation, Microfiltration, Crystallizer*

Key Words : *Sea water, Industrial Salt, Sedimentation, Microfiltration, Crystallizer*

Abstract

The process of making industrial salt is carried out using a sedimentation microfiltration process. Seawater raw materials are fed into the reactor with an operating temperature of 320C. The resulting product is industrial salt and then purified in a crystallizer. This industrial salt factory is designed with a capacity of 150,000 tons/year, using seawater as

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :

jmpe@umi.ac.id

***Corresponding Author**

ismialifah123@gmail.com



Journal History

Paper received : 07 Januari 2025
Received in revised : 15 Januari 2025
Accepted : 02 Februari 2025

raw material of 215,623.2793 kg/hour. The factory is planned to operate continuously for 330 days per year. The required utilities consist of water 30,986.5514 m³/hour, electric power 745 Kw/hour supplied from PLN with generator backup, fuel 54.45 m³/hour. The factory is planned to be established in Jeneponto Regency, South Sulawesi Province, because it is a strategic industrial area with a required land area of 34,000 m² and a workforce of 93 people. The planned business entity form is a Limited Liability Company (PT) and the organizational form is a line organization led by the main director. The fixed capital required is IDR 76.6 billion and working capital is IDR 180 billion. Production costs (manufacturing costs) IDR 811 billion and general expenses IDR 272 billion. Profit before tax was IDR 138 billion and after tax IDR 257 billion. This factory is classified as low risk with a Return of Investment (ROI) before tax of 53.69% and after tax of 40.27%. Pay Out Time (POT) after tax 1.2 years. Discounted Cash Flow (DFC) 35.27%, Break Event Point (BEP) 42.14% and Shut Down Point (SDP) 31.61%. Based on the economic evaluation, an industrial salt manufacturing factory using seawater as raw material is feasible to establish.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara kepulauan dengan panjang pesisir pantai sekitar 81.000 km, memiliki potensi yang besar untuk produksi garam dalam jumlah besar. Produksi garam sendiri menjadi salah satu isu nasional yang menjadi perhatian pemerintah saat ini. Garam tidak hanya digunakan sebagai kebutuhan pokok konsumsi rumah tangga, tetapi juga memiliki peranan signifikan dalam berbagai industri seperti industri kimia, industri aneka pangan, industri farmasi, industri perminyakan, dan juga industri penyamakan kulit. Garam diklasifikasikan sebagai garam konsumsi dan garam industri. Klasifikasi garam sebagai garam konsumsi dan garam industri ini didasarkan pada kandungan zat kimia yang diperlukan oleh masing-masing pengguna. Garam konsumsi misalnya mensyaratkan kandungan NaCl minimal 94%, sementara garam untuk diet mensyaratkan kandungan NaCl maksimal 60% [1].

Garam untuk kebutuhan industri, kualitas garam yang diperlukan juga sangat bervariasi, misalnya industri kimia memerlukan garam dengan kandungan NaCl minimal 96%, industri makanan dan minuman memerlukan garam dengan kandungan NaCl minimal 97%, serta industri farmasi memerlukan garam dengan kandungan NaCl yang lebih tinggi lagi yaitu minimal 99,8%. Industri perminyakan memerlukan garam dengan kandungan NaCl yang sedikit lebih rendah yaitu minimal 95%, serta industri water treatment dan penyamakan kulit memerlukan garam dengan kandungan NaCl yang lebih rendah yaitu 85%. [2]. Proses pembuatan Garam industri dapat dilakukan dalam berbagai cara dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan proses pembuatan garam industri [3]

Parameter	Jenis Proses				
	<i>Sedimentation-Microfiltration</i>	<i>Rock Salt Mining</i>	<i>MultipleEffect Evaporator</i>	<i>OpenPan</i>	<i>Solar Evaporator</i>
Bahan Baku	Air Laut / Brine	Batuan Garam	Brine	Air Laut	Air Laut
Impuritis	< 0,5%	< 0,5–0,8 %	< 0,7 %	< 0,5–0,8 %	< 1%
Bahan Pendukung	Natrium stearat	-	Soda ash, causticsoda	Steam	-
Hasil produk	99%	98,5%-99%	99%	98,5%-99%	95%
Utilitas	Ekonomis	Mahal	Ekonomis	Ekonomis	Ekonomis
Instrumentasi	Sederhana	Mahal	Mahal	Sederhana	Sederhana

Proses pembuatan garam industri ini dipilih dengan proses *Sedimentation-Microfiltration* dengan pertimbangan yaitu bahan baku berupa air laut sangat melimpah dan mudah didapatkan karena Indonesia merupakan

salah satu negara yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia, impuritis yang tersisa paling sedikit dibandingkan dengan proses yang lain karena telah melalui berbagai proses filtrasi dan instrumentasi yang digunakan cukup sederhana, sehingga tidak mengeluarkan biaya yang terlalu mahal.

Penentuan kapasitas perancangan pabrik Garam industri ini didasarkan pada data pertumbuhan ekspor, impor, produksi dan konsumsi Garam industri di Indonesia. Kebutuhan Garam industri di Indonesia diperkirakan akan selalu meningkat karena penggunaannya dalam jumlah besar digunakan sebagai bahan pembuat sodium hidroksida, pembuat unit klorin, bahan baku obat-obatan, bahan pembuat shampoo, bahan pembuat pengawet makanan dan ikan. Data pertumbuhan ekspor, impor, produksi, konsumsi garam industri dapat dilihat pada tabel 2 dan 3 berikut:

Tabel 2. Data Pertumbuhan Ekspor dan Impor Garam industri di Indonesia

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan Impor (%)	Ekspor (ton)	Pertumbuhan Ekspor (%)
2019	1132,645	-	105,26	-
2020	1770,403	56%	166,12	58%
2021	1787,179	1%	125,44	-24%
2022	2001,413	12%	130,62	4%
2023	2205,811	10%	89,32	-32%
Jumlah		79%		6%
Rata-rata (i)		20%		1%

Tabel 2 di atas menyatakan bahwa pertumbuhan impor Garam industri di Indonesia rata-rata 20%, sedangkan pertumbuhan ekspor Garam industri di Indonesia rata-rata 1%. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan impor garam industri di Indonesia sangat tinggi sehingga pendirian pabrik garam industri di Indonesia akan memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Tabel 3. Data Perkembangan Produksi dan Konsumsi Garam industri di Indonesia

Tahun	Konsumsi (ton)	Pertumbuhan Konsumsi (%)	Produksi (ton)	Pertumbuhan Produksi (%)
2019	14195	-	15161	-
2020	15785	11%	20734	37%
2021	17139	9%	30421	47%
2022	17919	5%	36710	21%
2023	19198	7%	41890	14%
Jumlah		31%		118%
Rata-rata (i)		8%		30%

Tabel 3 di atas menyatakan bahwa pertumbuhan konsumsi Garam industri di Indonesia rata-rata 8%, sedangkan pertumbuhan produksi Garam industri di Indonesia rata-rata 30%. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan produksi Garam industri di Indonesia sangat tinggi dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang tinggi.

Perhitungan kapasitas pabrik menggunakan persamaan *discounted flow* yaitu m_{tahun} yang dicari = $m_{\text{tahun terakhir}}$ dari data $x (1+i)^a$, dimana $i = \frac{\sum \%P}{n}$. Keterangan: a adalah selisih tahun, i adalah pertumbuhan rata-rata per tahun, %P adalah

persen pertumbuhan per tahun dan n adalah jumlah data %P [4]. Kebutuhan Garam industri pada tahun 2029 adalah 174.380 ton/tahun. Kapasitas produksi pabrik yang akan didirikan adalah 150.000 ton/tahun, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sebesar 85%.

PROSES PEMBUATAN GARAM INDUSTRI

Proses pembuatan Garam industri dibagi menjadi tiga tahapan proses yaitu:

a. Tahap persiapan bahan baku

Bahan baku berupa air laut di saring sebelum di pompa menuju Setting Lagon/tangki sedimentasi (SL-01) dengan konsentrasi awal NaCl sebesar 3,05% dengan suhu 32°C. Tempat pengolahan pertama yang digunakan untuk proses pengendapan impuritis/zat pengotor berbentuk solid dengan penambahan PAC sebagai flokulan agar terjadi proses disionisasi sehingga zat-zat padat dalam suspensi kecil dapat membentuk flok-flok untuk mempercepat proses pengendapan suspensi tersebut [5].

b. Tahap reaksi pembentukan produk

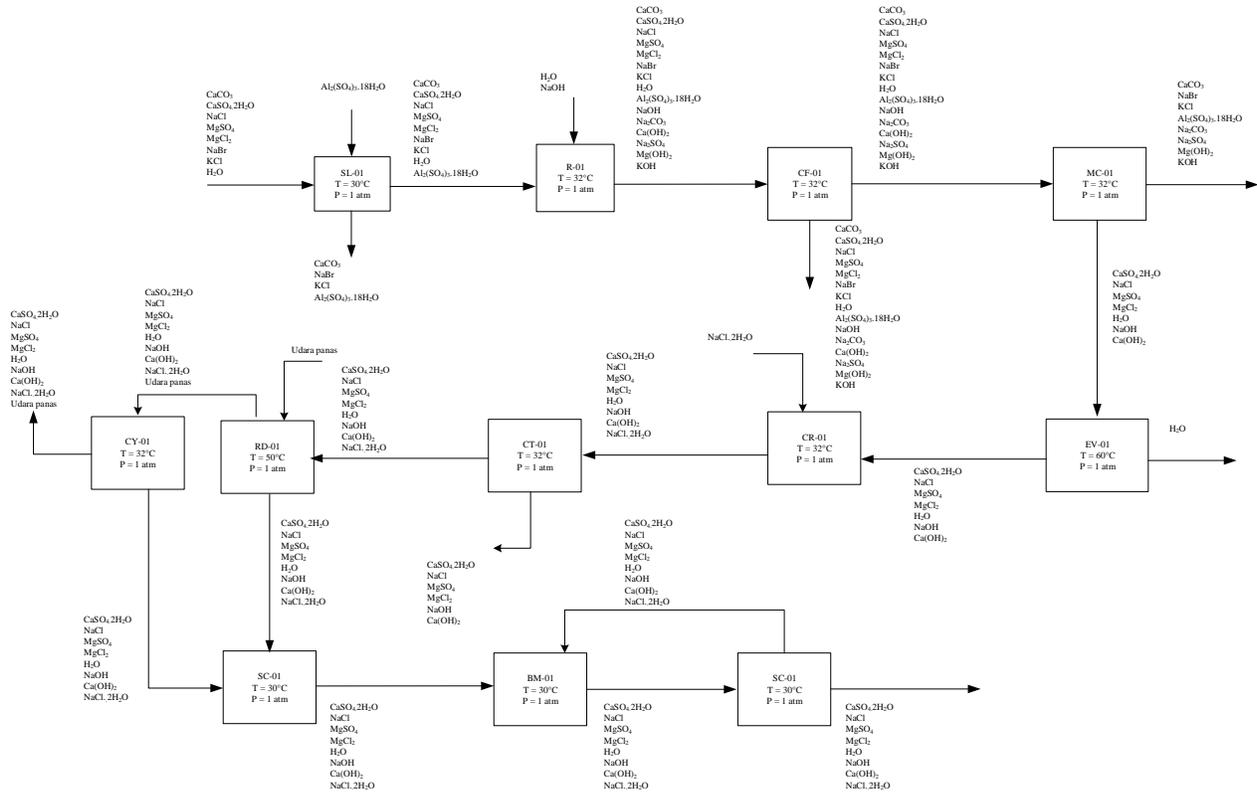
Air laut dialirkan menuju Reaktor (R-01) untuk mereaksikan komponen-komponen di dalam air laut dengan NaOH 48%, agar komponen-komponen dalam bentuk aquos dapat membentuk padatan solid agar nantinya lebih mudah untuk dihilangkan. Reaksi yang terjadi juga dapat meningkatkan jumlah kandungan NaCl di dalam air laut. Reaktor yang digunakan adalah tipe CSTR dengan tekanan operasi 1 atm dan suhu operasi sebesar 32°C dengan pendingin yang diekspansikan melalui jacket pendingin [6]. Produk reactor berupa sisa reaktan dan hasil reaksi dialirkan menuju Clarifier (CF-01) untuk memisahkan liquid dengan padatan. Clarifier bekerja pada kondisi operasi 30°C dan tekanan 1 atm. Pada Clarifier, padatan akan mengendap kemudian lliquid akan mengalami overflow sehingga terpisah dari padatan. Air laut yang keluar dari Clarifier masih memiliki impurities-impurities dengan ukuran yang sangat kecil yang terlarut di dalam air laut karena belum terpisahkan dari Clarifier. Impurities tersebut dihilangkan dengan proses filtrasi menggunakan Microfilter (MC-01) untuk menyaring impurities-impurities dengan ukuran yang sangat kecil. Microfilter yang digunakan adalah Microfilter dengan ukuran filter sebesar 0,5µm. Padatan yang tersaring diatas microfilter selanjutnya dialirkan menuju unit pengolahan limbah padat, sedangkan filtrat akan dialirkan menuju proses pemasakan untuk membentuk kristal *sodium chloride* (NaCl) [7].

c. Tahap pemurnian produk

Proses pertama pada tahap pemurnian adalah proses evaporasi untuk mengurangi kadar air di dalam air laut dengan cara penguapan H₂O dengan menggunakan (EV-01). Steam evaporator diperoleh dari boiler dengan suhu 150°C dan tekanan 4,5 atm. Evaporator akan memekatkan brine/larutan garam dari konsentrasi 3,05% menjadi 60%. Kondensat dari evaporator berupa *mother liquor* dialirkan ke unit pengolahan limbah cair. Brine pekat yang keluar dari evaporator selanjutnya dialirkan ke dalam *Crystallizer* (CR-01). Proses kristalisasi pada *Crystallizer* menggunakan proses pendinginan dan penambahan inti garam (NaCl) untuk mempercepat proses kristalisasi dengan suhu operasi sebesar 32°C dan tekanan 1 atm. Produk yang keluar dari *Crystallizer* berupa campuran kristal *sodium chloride* (NaCl) dan *mother liquor* yang akan dipisahkan menggunakan *Centrifuge* (CT-01). *Centrifuge* akan memisahkan kristal-kristal garam basah dengan *mother liquor* yang terbentuk saat proses kristalisasi. *Mother liquor* akan dialirkan menuju unit pengolahan limbah dan kristal NaCl basah kemudian akan melalui proses pengeringan. Proses pengeringan kristal NaCl basah dilakukan dengan menggunakan *Rotary Dryer* (RD-01) dengan bantuan udara panas sebagai pengering. Udara panas yang digunakan memiliki suhu 40°C dan kondisi operasi di dalam *Rotary Dryer* adalah 40°C dengan tekanan 1 atm. Pada saat proses pengeringan, terdapat komponen solid yang terbawa dengan udara panas yang akan dipisahkan dengan *Cyclone* (CY-01). Produk kristal kering dari *Rotary Dryer* dan *Cyclone* selanjutnya akan melalui tahap pengolahan produk.[8]. Produk kristal kering dari *Rotary Dryer* dan *Cyclone* selanjutnya akan didistribusikan menggunakan *Screw Conveyor* (SC-01) menuju Elevator (BE-01) yang akan membawa kristal kering menuju *Ball Mill* (C-310) untuk menghancurkan dan menghaluskan kristal-kristal NaCl agar memiliki ukuran yang lebih kecil. Kristal-kristal halus selanjutnya dipilah menggunakan *Screener* (S-01) dengan ukuran 100 mesh. Kristal NaCl yang tidak lolos dari *Screener* akan di *recycle* kembali ke *Ball Mill*

untuk kembali dihaluskan sedangkan kristal NaCl yang lolos dari *Screener* dan memiliki ukuran 100 mesh akan dibawa menuju Silo Penyimpanan Produk (SL-01) [9].

Diagram alir pembuatan Garam industri dengan proses *Sedimentation-Microfiltration* dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Kualitatif Proses Pembuatan Garam industri

ANALISA EKONOMI

Pendirian suatu pabrik dinyatakan layak bukan hanya dari segi pertimbangan faktor teknis tetapi juga harus ditinjau kelayakannya dari segi ekonomis. Oleh karena itu perlu dilakukan perhitungan atau analisis ekonomi terhadap pendirian pabrik tersebut yang bertujuan untuk memperkirakan apakah modal yang dipakai layak atau tidak untuk diinvestasikan ke tahap rancangan. Berbagai parameter ekonomi digunakan, sebagai pedoman untuk menentukan kelayakan pendirian pabrik ini. Parameter-parameter ekonomi tersebut antara lain sebagai berikut:[10]

a. Laju Pengembalian Modal (*Rate of Invesmet /ROI*)

Laju pengembalian modal diperoleh dari perbandingan antara laba yang diperoleh setiap tahun terhadap total investasi. Perhitungan laju pengembalian modal dilakukan untuk mengetahui apakah suatu pabrik sudah berjalan dengan baik atau tidak. Minimum pengembalian lambat berkisar antara 8% - 24%. Semakin tinggi ROI, maka pabrik tersebut mempunyai laba yang semakin tinggi. Pada pabrik ini, nilai ROI yang diperoleh adalah 40,2698%. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini tergolong pada pengembalian cepat sehingga sangat menguntungkan [11].

b. Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time / POT*)

Pay out time adalah waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal yang telah digunakan oleh suatu pabrik. Waktu pengembalian modal ini diperoleh dari perbandingan antara modal investasi total terhadap jumlah laba dan depresiasi. Suatu pabrik dinyatakan layak berdiri jika pinjaman Bank sudah dapat dilunasi sebelum mencapai setengah *service life* pabrik. *Service life* dari *chemical plant* adalah 12 tahun. Sehingga pabrik akan layak didirikan jika POT nya kurang dari 6 tahun. Berdasarkan hasil perhitungan pada Lampiran E diperoleh

pay out time (POT) untuk pabrik garam industri dari *air laut* sebesar 1,2 tahun. Angka ini kurang dari 6 tahun yang menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan [12].

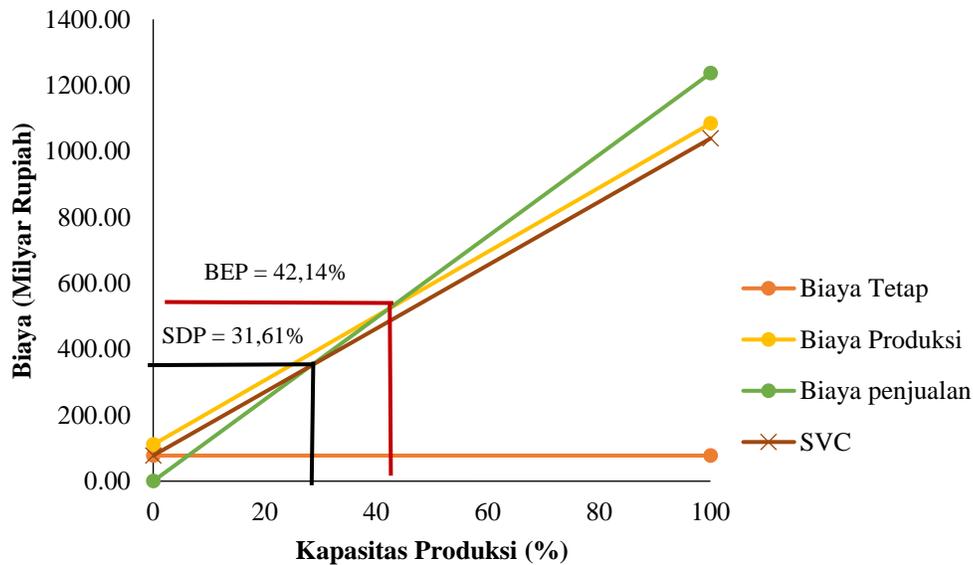
c. Titik Impas (*Break Even Point / BEP*)

Titik impas adalah titik dimana hasil dari penjualan produk sama dengan ongkos-ongkos yang dikeluarkan, atau dapat diartikan sebagai suatu keadaan dimana dalam operasinya perusahaan tidak memperoleh laba dan tidak menderita rugi. Hasil perhitungan pada Lampiran ekonomi menunjukkan *break event point* (BEP) sebesar 42,14%. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan [13].

d. *Shut Down Point* (SDP)

SDP adalah suatu titik atau saat suatu penentuan aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain variabel cost yang terlalu tinggi, atau bisa juga keputusan management akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Dari perhitungan di lampiran D didapatkan nilai SDP = 31,61% [14].

Grafik penentuan titik BEP dan SDP pabrik Garam industri dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik *Break Even Point* (BEP)

KESIMPULAN

Pabrik garam industri direncanakan beroperasi selama 330 hari pertahun, 24 jam sehari dengan kapasitas produksi 150.000 ton/tahun. Proses yang dipilih untuk pembuatan garam industri (*sodium chloride*) adalah *Microfiltration* dan *Sedimentation*, dengan bahan baku utama yang digunakan dalam proses pembuatan garam industri adalah air laut. Bentuk badan usaha yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasinya adalah organisasi garis yang dipimpin oleh direktur utama. Modal tetap (*fixed capital*) yang diperlukan Rp 76,6 miliar dan modal kerja (*working capital*) sebanyak Rp 180 miliar. Biaya produksi (*manufacturing cost*) Rp 811 miliar dan biaya pengeluaran umum (*general expenses*) Rp 272 miliar. Keuntungan sebelum pajak Rp 138 miliar dan sesudah pajak Rp 257 miliar. Pabrik ini tergolong beresiko rendah dengan *Return of Investment* (ROI) sebelum pajak 53,69% dan sesudah pajak 40,27%. *Pay Out Time* (POT) sesudah pajak 1,2 tahun. *Discounted Cash Flow* (DFC) 35,27%, *Break Even Point* (BEP) 42,14% dan *Shut Down Point* (SDP) 31,61%. Berdasarkan evaluasi ekonomi pabrik pembuatan garam industri menggunakan Bahan baku air laut ini layak untuk didirikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama ditujukan kepada pemberi dana dalam penyusunan prarancangan pabrik kimia. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penyusunan prarancangan pabrik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Silla, *Economis for Chemical Engineers*. doi: 10.1201/9780203912454.ch6.
- [2] “Kirk_outhmer v1_ Encyclopedia of Chemicalm Technologi, vol 1.pdf.”
- [3] “Brown, G.G - Unit Operations.pdf.”
- [4] J. R. Backhurst, J. H. (John H. Harker, J. F. (John F. Richardson, and J. M. (John M. Coulson, “Coulson & Richardson’s chemical engineering, J.M. Coulson and J.F. Richardson. Solutions to the problem in chemical engineering, volume 1,” vol. 1, p. 332, 2001.
- [5] A. Gupta, “Physical and Chemical Properties Temperature From Empirical,” *Theguardian*, pp. 1–80, 2013.
- [6] J. J. McKetta and W. A. Cunningham, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. 2021. doi: 10.1201/9781003209812.
- [7] S. Perry, R. H. Perry, D. W. Green, and J. O. Maloney, *Perry’s chemical engineers’ handbook*, vol. 38, no. 02. 2000. doi: 10.5860/choice.38-0966.
- [8] J. B. Joshi and L. K. Doraiswamy, *Chemical reaction engineering*. 2008. doi: 10.1201/9781420087567-13.
- [9] C. Geankoplis, “146254681-Transport-Processes-and-Unit-Operations-Geankoplis-pdf.pdf.” p. 938, 1993.
- [10] M. Peters and K. Timmerhaus, *Plant desing and Economics for Chemical Engineers*, vol. 2, no. 4. 1994.
- [11] J. Bralla, “Handbook of manufacturing processes,” 2006, [Online]. Available: http://digilib.mercubuana.ac.id/manager/file_ebook/Isi1687720554214.pdf
- [12] F. Riyadi and F. R. Anggara, “Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Oleh Pemerintah Daerah Kudus Perspektif Fiqh Bi’ah,” *YUDISIA J. Pemikir. Huk. dan Huk. Islam*, vol. 13, no. 1, p. 19, 2022, doi: 10.21043/yudisia.v13i1.14290.
- [13] M. T. Ipm and M. T. Ipm, *Dr. Ir. La Ifa, S.T., M.T. IPM, ASEAN Eng. Dr. Ir. Nurdjannah, S.T., M.T. IPM, ASEAN Eng.*
- [14] D. Shallcross, “Process Equipment Design,” *Chemical Engineering Explained: Basic Concepts for Novices*. pp. 324–346, 2023. doi: 10.1039/bk9781782628613-00324.