

**PRANCANGAN PABRIK NATRIUM HIPOKLORIT DARI AIR LAUT
MENGUNAKAN METODE ELEKTROLISIS
DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

*(Pre-establishment of Sodium Hypochlorite Plant from Seawater using Electrolysis Method
with a Capacity of 30,000 Tons/Year)*

Elda Elridhani H., Raihanatul Qalbi A.*, Rismawati Rasyid, Muh. Arman

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumaharjo No.Km5
Panaikang, Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Pabrik natrium hipoklorit dirancang dengan kapasitas 30.000 ton/tahun, menggunakan bahan baku air laut dengan metode elektrolisis. Berdasarkan aspek ketersediaan bahan baku dan utilitas, lokasi pabrik didirikan di daerah Tepen, Tlogopojok, Kec. Gresik, Jawa Timur dengan luas tanah 21.890m². Pabrik beroperasi selama 330 hari efektif setiap tahun dan 24 jam/hari dengan jumlah tenaga kerja yang diserap sebanyak 150 orang. Air laut dipompa menuju *clarifier* dengan penambahan PAC untuk memudahkan proses sedimentasi, kemudian dialirkan ke dalam *sand filter* untuk proses penyaringan selanjutnya. Air bersih diumpankan ke dalam reaktor elektrolisis yang berisi anoda dan katoda. Produk reaktor berupa larutan NaOCl dialirkan menuju evaporator untuk memekatkan NaOCl sampai 12%. Utilitas yang diperlukan berupa air sebanyak 397,2540m³/hari yang diambil dari unit pengolahan air. Kebutuhan utilitas yang meliputi air pendingin sebanyak 336,8991m³/hari, air umpan *boiler* 20,2870m³/hari, dan air sanitasi sebanyak 40,0680m³/hari. Daya listrik sebesar 78,82 kW disuplai dari PLN dengan cadangan 1 buah generator. Bahan bakar boiler yang dibutuhkan sebanyak 47.154,67 kg/jam. Pabrik ini membutuhkan *Fixed Capital Investment* Rp 90 miliar, *Working Capital* Rp 217 triliun, dan *Manufacturing Cost* Rp 74 miliar. Analisis ekonomi pabrik natrium hipoklorit ini menunjukkan nilai ROI sebelum pajak sebesar 41% dan ROI sesudah pajak sebesar 27%. Nilai POT sesudah pajak adalah 2,71 tahun. BEP sebesar 40,8% kapasitas produksi dan SDP sebesar 23,86% kapasitas produksi. Berdasarkan data-data analisa di atas dapat disimpulkan, Pabrik Natrium Hipoklorit menggunakan metode elektrolisis dengan Kapasitas 30.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Natrium
Hipoklorit, Elektrolisis,
Katoda, Anoda, Reaktor

Key Words : Sodium
Hypochlorite, Electrolysis,
Cathode, Anode, Reactor

Abstract

The sodium hypochlorite plant is designed with a capacity of 30,000 tons/year, using seawater as raw material using the electrolysis method. Based on aspects of availability of raw materials and utilities, the factory location was established in the Tepen area, Tlogopojok, Kec. Gresik, East Java with a land area of 21,890m². The factory operates for

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**

raihanatulqalbimustasyar@gmail.com



Journal History

Paper received : 10 Juni 2024

Received in revised : 18 Juli 2024

Accepted : 12 Agustus 2024

330 effective days each year and 24 hours/day with a total workforce of 150 people. Sea water is pumped to the clarifier with the addition of PAC to facilitate the sedimentation process, then flowed into the sand filter for the next filtering process. Clean water is fed into an electrolysis reactor containing an anode and cathode. The reactor product in the form of a NaOCl solution is flowed to the evaporator to concentrate the NaOCl to 12%. The utilities required are 397.2540m³/day of water taken from the water treatment unit. Utility needs include cooling water of 336.8991m³/day, boiler feed water of 20.2870m³/day, and sanitation water of 40.0680m³/day. Electric power of 78.82 kW is supplied from PLN with a backup of 1 generator. The boiler fuel required is 47,154.67 kg/hour. This factory requires Fixed Capital Investment IDR 90 billion, Working Capital IDR 217 trillion, and Manufacturing Cost IDR 74 billion. The economic analysis of this sodium hypochlorite factory shows an ROI before tax of 41% and an ROI after tax of 27%. The POT value after tax is 2.71 years. BEP is 40.8% of production capacity and SDP is 23.86% of production capacity. Based on the analysis data above, it can be concluded that the Sodium Hypochlorite Factory using the electrolysis method with a capacity of 30,000 tons/year is feasible to establish.

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara maritim yang dikelilingi oleh perairan dengan luas 6.400.000km² dengan garis pantai sepanjang 108.000km. Air laut yang melimpah ini tidak hanya menjadi rumah bagi berbagai biota laut, namun juga dapat dipergunakan sebagai bahan baku industri yang murah. Salah satu industri yang mempergunakan air laut sebagai bahan baku utama adalah produksi Natrium Hipoklorit. [1]

Natrium Hipoklorit atau *Sodium Hypochlorite* adalah garam natrium dari asam hipoklorit dengan rumus kimia NaClO yang tersusun dari kation Natrium (Na⁺) dan anion Hipoklorit (ClO⁻). Natrium Hipoklorit dalam bentuk anhidrat bersifat tidak stabil, mudah terurai dan mudah meledak sehingga umumnya diproduksi dalam bentuk pentahidrat dengan rumus kimia NaClO.5H₂O dengan bentuk fisik berupa padatan garam berwarna kuning kehijauan Natrium Hipoklorit dalam bentuk pentahidratnya ini bersifat lebih stabil dan tidak mudah meledak jika disimpan dalam suhu rendah di bawah 25°C. [2]

Produksi Natrium Hipoklorit dimulai pada tahun 1789 oleh Claude Louis Berthollet di Perancis dengan melewati gas Klor melalui larutan Natrium Karbonat sehingga menghasilkan larutan Natrium Hipoklorit lemah. Produksi Natrium Hipoklorit baru berkembang pesat pada akhir abad kesembilanbelas dengan dipatenkannya produksi Natrium Hipoklorit dengan metode elektrolisis air garam oleh E. S. Smith. Air garam yang mengalami proses elektrolisis akan menghasilkan Natrium Hidroksida dan gas Klorin yang kemudian dicampurkan untuk membentuk Natrium Hipoklorit. [3]

Penggunaan Natrium Hipoklorit secara komersil sebagian besar diperuntukan sebagai bahan baku pemutih (*bleaching*) untuk industri pembuatan kertas dan kain. Natrium Hipoklorit juga dipergunakan sebagai desinfektan karena sifatnya yang korosif sehingga mampu merusak jaringan tubuh pada mikroorganisme patogen.[4]

Proses produksi Natrium Hipoklorit dengan metode elektrolisis dilakukan dengan menyambungkan elektroda dengan arus listrik searah guna menggerakkan reaksi kimia non-spontan sehingga menghasilkan produk akhir berupa larutan Natrium Hipoklorit dan gas Hidrogen. [3]

Proses pembuatan Natrium Hipoklorit cukup beragam. Jika didasarkan pada bahan baku pembuatannya, proses pembuatan Natrium Hipoklorit terbagi menjadi empat macam.

1. Klorinasi Soda

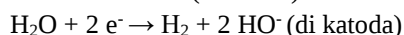
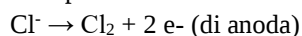
Natrium Hipoklorit sendiri dimulai pada tahun 1789 oleh Claude Louis Berthollet di laboratoriumnya di Quai de Javel di Paris, Perancis dengan melewati gas Klor melalui larutan Natrium Karbonat sehingga menghasilkan larutan Natrium Hipoklorit lemah atau sering disebut dengan istilah “Eau de Javel” (Air Lembing). Kemudian oleh Antoiner Labarraque menggantikan alkali Natrium dengan soda alkali yang murah sehingga memperoleh Natrium Hipoklorit (Eau de Labarraque). Reaksi Klorinasi Soda dapat dituliskan dengan reaksi sebagai berikut:



Oleh karena itu, Klorin direduksi dan dioksidasi secara bersamaan, proses ini dikenal sebagai disproporsionasi. Proses ini juga digunakan untuk menyiapkan pentahidrat Natrium Hipoklorida ($\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) untuk keperluan industri dan laboratorium. Dalam proses yang khas, gas klor ditambahkan ke larutan NaOH 45-48%. Beberapa Natrium Klorida mengendap dan dihilangkan melalui penyaringa dan pentahidrat Natrium Hipoklorida kemudian diperoleh dengan mendinginkan filtrat hingga 12°C .

2. Elektrolisis Air Garam

Produksi Natrium Hipoklorit baru berkembang pesat pada akhir abad kesembilanbelas dengan dipatenkannya produksi Natrium Hipoklorit dengan metode elektrolisis air garam oleh E. S. Smith. Air garam yang mengalami proses elektrolisis akan menghasilkan Natrium Hidroksida dan gas Klorin yang kemudian dicampurkan untuk membentuk Natrium Hipoklorit. Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut:



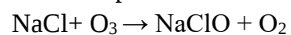
Tenaga listrik dan larutan air garam tersedia dengan harga murah dan berbagai pemasar yang giat mengambil Tindakan memanfaatkan situasi ini untuk memenuhi permintaan pasar akan Natrium Hipoklorit. Larutan Natrium Hipoklorit dalam kemasan dijual dengan berbagai nama dagang. Versi perbaikan dari metode ini sekarang dikenal sebagai proses Hooker (dinamai menurut Hooker Chemicals, diakuisisi oleh Occidental Petroleum) adalah satu-satunya metode industri produksi Natrium Hipoklorit berskala besar. Dalam prosesnya, Natrium Hipoklorit (NaClO) dan Natrium Klorida (NaCl) terbentuk ketika Klorin dimasukkan ke dalam Natrium Hidroksida encer dingin. Klorin dibuat secara industri melalui elektrolisis dengan pemisahan minimal antara anoda dan katoda. Larutan harus dijaga pada suhu di bawah 40°C (dengan kumparan pendingin) untuk mencegah pembentukan Natrium Klorat yang tidak diinginkan. Larutan komersial selalu mengandung Natrium Klorida dalam jumlah besar sebagai produk sampingan utama seperti yang terlihat pada persamaan di atas.

3. Reaksi Asam Hipoklorit dan Soda

Paten pada tahun 1966 menjelaskan produksi $\text{NaClO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ padat yang stabil dengan mereaksikan larutan Asam Hipoklorit (HClO) bebas Klorida dengan Natrium Hidroksida pekat. Dalam sediaan biasa, 255mL larutan dengan 118g/L HClO ditambahkan perlahan sambil diaduk ke dalam larutan 40 gram NaOH dalam air bersuhu 0°C . Beberapa Natrium Klorida mengendap dan dihilangkan dengan filtrasi. Larutannya diuapkan secara vakum pada suhu $40\text{-}50^\circ\text{C}$ dan 1-2 mmHg hingga dihidratnya mengkristal. Kristal dikeringkan secara vakum untuk menghasilkan bubuk kristal yang mengalir bebas. Prinsip yang sama juga digunakan dalam Paten lain tahun 1991 untuk memproduksi bubuk pekat $\text{NaClO} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Biasanya larutan HClO 35% b/b digabungkan dengan Natrium Hidroksida pada suhu sekitar atau di bawah 25°C . Bubur yang dihasilkan mengandung sekitar 35% NaClO dan relatif stabil karena konsentrasi kloridanya rendah.

4. Reaksi Ozon dan Garam

Natrium Hipoklorit dapat dengan mudah diproduksi untuk tujuan penelitian dengan mereaksikan Ozon dengan garam. Reaksi ini terjadi pada suhu kamar dan dapat berguna untuk mengoksidasi alkohol. Reaksinya sendiri dapat dituliskan sebagai berikut:



Tabel 1. Pemilihan Proses Produksi

No.	Parameter	Jenis Proses Produksi Natrium Hipoklorit			
		Elektrolisis	Klorinasi Soda	Reaksi Asam Hipoklorit dan Soda	Reaksi Ozon dan Garam
1	Bahan baku	Air Laut	Gas Klorin (Cl ₂), Natrium Hidroksida (NaOH)	Asam Hipoklorit (HClO), Natrium Hidroksida (NaOH)	Garam (NaCl), Ozon (O ₃)
2	Kemurnian	Tinggi	Rendah	Cukup Tinggi	Tinggi
3	Skala	Besar	Kecil	Sedang	Sedang
4	Dampak Lingkungan	-	-	Menghasilkan gas CO ₂	-
5	Kelebihan	Menghasilkan NaOCl dengan kemurnian tinggi, ramah lingkungan, skala besar	Sederhana, tidak membutuhkan energi listrik	Sederhana, tidak membutuhkan energi listrik, skala sedang	Ramah lingkungan, menghasilkan NaOCl dengan kemurnian tinggi, skala sedang
6	Kekurangan	Membutuh-kan energi Listrik, proses kompleks	Kemurnian NaOCl rendah, memerlukan penanganan gas klorin, dampak lingkungan gas klorin	Memerlukan penanganan bahan kimia berbahaya, menghasilkan gas CO ₂ , kemurnian NaOCl sedang	Membutuhkan energi Listrik, memerlukan penanganan ozon, proses kompleks

Dari tabel di atas, maka proses produksi yang dipilih adalah metode elektrolisis. Metode elektrolisis dipilih karena menghasilkan Natrium Hipoklorit dengan kemurnian tinggi, ramah lingkungan, bahan baku murah, serta metodenya efisien untuk digunakan dalam skala produksi besar.

Dalam penetapan kapasitas produksi rancangan pabrik polistirena ini terdapat dua metode perhitungan, yaitu metode *linear* dan metode *discounted*.

1. Metode *Linear* : Regresi linear melalui grafik, dimana x adalah tahun dan y adalah jumlah kebutuhan dalam ton. Persamaan regresi yang didapatkan digunakan sebagai persamaan untuk mensubstitusikan kebutuhan Natrium Hipoklorit pada tahun 2026.

2. Metode *Discounted*

Kebutuhan Natrium Hipoklorit di Indonesia pada tahun 2026 dengan menggunakan metode *discounted* dengan persamaan Ulrich sebagai berikut:

$$F = F_0 (1 + i)^n$$

Dimana :

F = Jumlah/kapasitas produk pada tahun 2028 (ton/tahun)

F₀ = Jumlah produk pada data tahun terakhir (ton/tahun)

i = Pertumbuhan rata-rata per tahun(%)

n = Selisih tahun yang diperhitungkan

Berdasarkan Data statistik yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) tentang kebutuhan impor dan ekspor Natrium Hipoklorit di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Perkembangan data impor dan ekspor akan Natrium Hipoklorit di Indonesia pada tahun 2019 – 2023 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Data Impor Natrium Hipoklorit

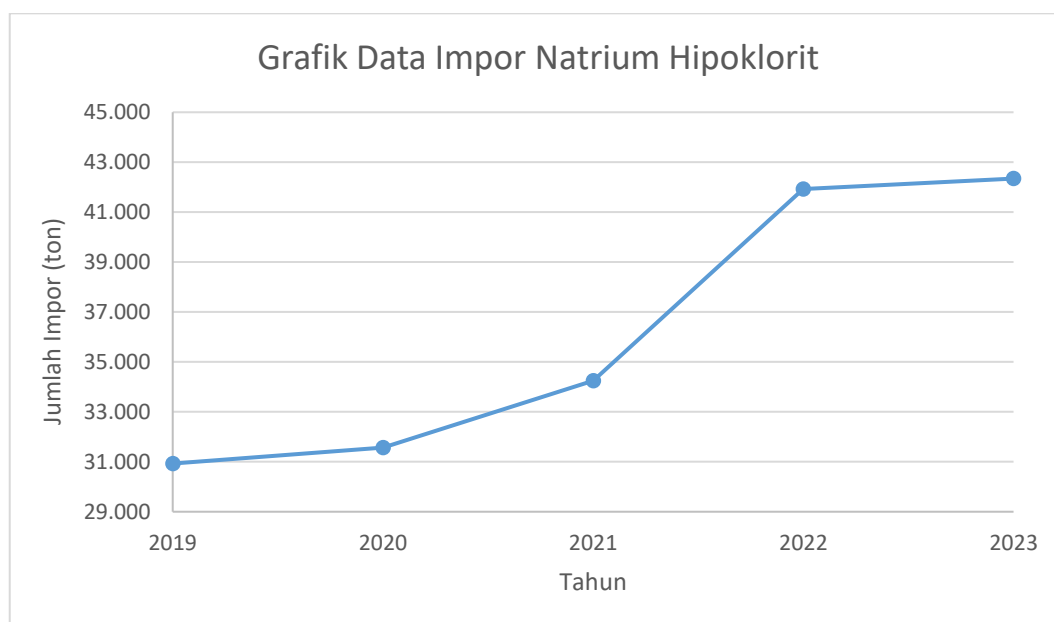
Tahun	Jumlah Impor (ton)	% Pertumbuhan
2019	30,93	0
2020	31,565	2,05
2021	34,251	8,51
2022	41,926	22,41
2023	42,343	0,99
Rata-rata %Pertumbuhan		33,97

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019 – 2023)

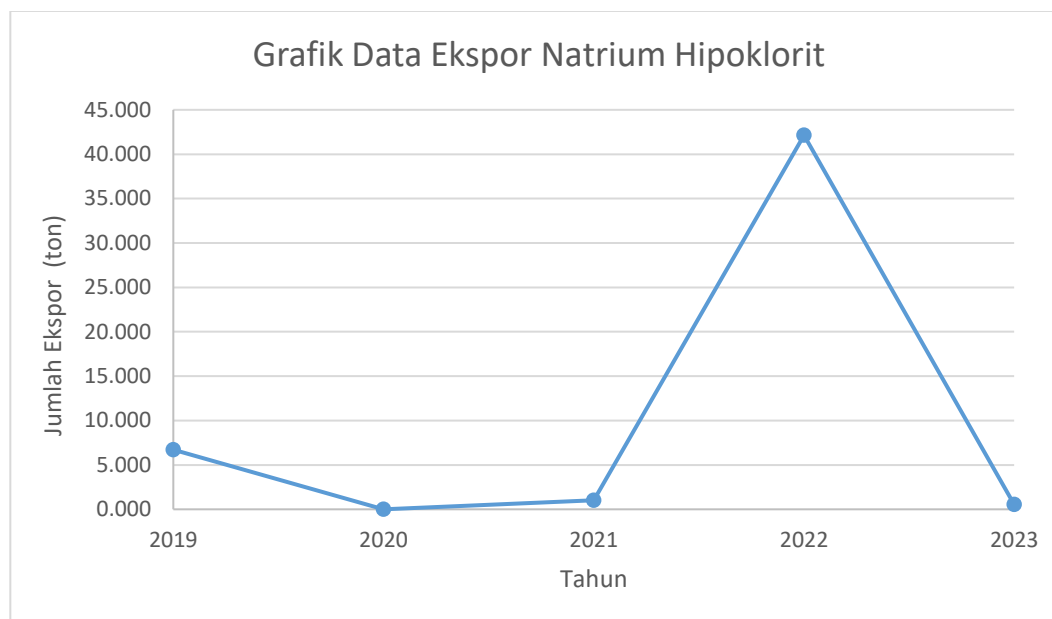
Tabel 3. Data Ekspor Natrium Hipoklorit

Tahun	Jumlah Ekspor (ton)	% Pertumbuhan
2019	6,724	0
2020	-	0
2021	1,004	-85,07
2022	42,136	4096,31
2023	0,557	-98,68
Rata-rata %Pertumbuhan		3912,57

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2019 – 2023)



Gambar 1. Grafik Data Impor Natrium Hipoklorit



Gambar 2. Grafik Data Ekspor Natrium Hipoklorit

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, kebutuhan impor Natrium Hipoklorit terus meningkat setiap tahunnya, sedangkan kebutuhan ekspor terus menurun. Hal ini menandakan bahwa produksi Natrium Hipoklorit dalam negeri adalah industri yang cukup besar dengan pangsa pasar yang luas. [7]

Dalam perhitungan kapasitas perancangan pabrik Natrium Hipoklorit dihitung dengan menggunakan metode *discounted*. Sehingga, prediksi perhitungan peluang kapasitas pabrik Natrium Hipoklorit yang akan direncanakan beroperasi pada tahun 2026 dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$F = F_0 (1 + i)^n$$

$$F_{im2026} = 42,343 (1 + 8,49)^3$$

$$F_{im2026} = 36.204,7 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi} &= 0,8 \times \text{Peluang Kapasitas} \\ &= (0,8 \times 36.204,7 \text{ ton})/\text{tahun} \\ &= 28.963,76 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dikarenakan data ekspor Natrium Hipoklorit mengalami setiap tahunnya, maka kapasitas produksi yang ditetapkan merujuk kepada perhitungan kapasitas produksi berdasarkan data impor Natrium Hipoklorit. Dari hasil perhitungan dengan metode *discounted* didapatkan kapasitas produksi sebesar 28.963,76 ton/tahun yang kemudian dikenakan menjadi 30.000 ton/tahun.

Hal yang menjadi pertimbangan dalam menetapkan kapasitas produksi yaitu kebutuhan bahan baku utama dianggap terpenuhi dari ketersediaan bahan baku berupa air laut yang melimpah, mengingat Indonesia adalah negara maritim yang sebagian besar wilayahnya dikelilingi lautan. Selain itu besaran kapasitas pabrik yang ditetapkan pada tahun 2026 sebanyak 30.000 ton/tahun ditentukan dari kapasitas minimal impor Natrium Hipoklorit dan didukung oleh data impor dari hasil perhitungan kapasitas dengan metode *discounted* yang hasilnya memang mendekati 30.000 ton/tahun. Maka untuk kapasitas terpasang pada pabrik ini, direncanakan dapat memenuhi 80% kebutuhan Natrium Hipoklorit secara nasional.

METODE PENELITIAN

Pembuatan Natrium Hipoklorit dengan proses *electrochlorination* dibagi menjadi tiga tahap yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
 2. Tahap pembentukan produk
 3. Tahap pemurnian Produk
-
1. Tahap Persiapan Bahan Baku : Bahan baku berupa air laut dipompa menuju *clarifier* pada suhu 30°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. Umpan air laut yang telah bebas dari kotoran akan dialirkan ke dalam *Sand filter* (SF-01) untuk selanjutnya disaring agar terbebas dari kotoran halus yang masih terbawa dalam air laut.
 2. Tahap Proses Elektrolisis : Pada tahap elektrolisis, umpan berasal dari *Sand Filter* yang selanjutnya dialirkan ke dalam reaktor elektrolisis. Reaktor Elektrolisis (R-01) yang dihubungkan dengan transformer dan terjadi reaksi sebagai berikut :
 - a. $2 \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2$
 - b. $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$
 - c. $\text{HOCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - d. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
 - e. $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOCl} + \text{H}_2$

Dalam reaksi yang telah dipaparkan, reaktan berupa air laut yang terdiri dari NaCl dan air yang dielektrolisis dengan reaktor electrolyzer dengan bantuan pemisah katoda anoda dalam bentuk membran. Membran pada reaktor merupakan pemisah semipermeable yang hanya mengijinkan ion natrium lewat antar kompartemen anoda dan katoda. Hasil NaOCl akan di pompa menuju evaporator untuk tahap pemurnian sedangkan hasil samping berupa gas hidrogen dialirkan ke tangki penampungan gas.

3. Tahap Pemurnian Produk : Proses pemurnian produk NaOCl dilakukan dengan cara penguapan. Sebelum diuapkan produk NaOCl terlebih dahulu dipanaskan sampai suhu 100°C. Penguapan bertujuan untuk menguapkan impuritis produk berupa NaOH, HOCl, dan NaCl menggunakan Evaporator sehingga kemurnian NaOCl yang didapat sebesar 12%. Produk atas sebagai produk samping dialirkan menuju unit pengolahan limbah, sedangkan produk utama NaOCl 12% dipompa menuju tangki penyimpanan produk melewati *Cooler-01* (Cl-01) untuk diturunkan suhunya sampai 30°C.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa ekonomi bertujuan untuk menganalisa dan melihat apakah pabrik NaOCl ini layak berdiri atau tidak. Dalam analisa ekonomi ini dihitung harga peralatan yang digunakan, harga bahan, harga jual produk, jumlah tenaga kerja beserta jumlah gaji.

Jika dilihat dari segi ekonomi, suatu pabrik akan dikatakan sehat jika dapat memenuhi kewajiban finansial ke dalam dan keluar serta dapat mendatangkan keuntungan yang layak bagi perusahaan dan pemiliknya. Kewajiban finansial ke dalam ini terdiri dari berbagai macam beban pembiayaan operasi seperti bahan baku, bahan penunjang peralatan, gaji/upah karyawan, penyediaan piutang dagang, sedangkan kewajiban finansial keluar terutama terdiri dari pembayaran pinjaman bank serta bunganya.

Dalam menganalisa kelayakan pabrik untuk didirikan dan dapat mendatangkan keuntungan, faktor-faktor yang akan ditinjau adalah *Percent Profit on Sales* (POS), *Percent Return on Investment* (ROI), *Pay Out Time* (POT), *Net Present Value* (NPV), *Interest Rate of Return* (IRR), *Break Even Point* (BEP), dan *Shut Down Point* (SDP).

Perhitungan harga alat berdasarkan kapasitas alat yang digunakan. Modal yang ditanamkan adalah merupakan modal kerjasama. *Fixed Capital Investment* (investasi tetap) sebesar Rp 90.453.322.278,-. *Working Capital* (modal kerja) sebesar Rp 217.014.294.980.831,-. Produk Natrium Hipoklorit dengan kemurnian 12% dijual dengan harga jual produk Rp 154.273.872.568/kg/tahun dan keuntungan yang diperoleh sebesar Rp 24.321.047.814,- setelah dipotong pajak.

Percent Profit on Sales (POS)

Percent profit on sales merupakan salah satu metode untuk menyatakan tingkat keuntungan/profit dari produk yang dijual. Dari hasil perhitungan diperoleh POS sebelum pajak = 24,25% dan POS setelah pajak = 15,76 %

Percent Return On Investment (ROI)

Percent return on investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan. Dari hasil perhitungan diperoleh ROI sebelum pajak = 41% dan ROI setelah pajak = 27 %

Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa lama investasi yang telah dilakukan akan kembali. Dari hasil perhitungan diperoleh POT sebelum pajak = 1,95 tahun dan POT setelah pajak = 2,71 tahun

Net Present Value (NPV)

Net present value merupakan salah satu metode yang termasuk dalam kategori discounted cash flow penganut nilai waktu dan proses selama total usia proyek. Karena menganut nilai waktu maka nilai arus kas selama masa manfaat di-*present value*-kan kemudian jumlah total dari present value ini dikurangi dengan investasi awal. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai sekarang dari arus kas (PV) = Rp 111.928.247.534,-. Investasi awal adalah Rp 111.928.247.534,-. Net Present Value (NPV) = 0 dan Ratio = 1

NPV pada suku bunga yang ditetapkan yakni 12% bernilai positif, sehingga dari metode ini investasi yang dilakukan adalah layak.

Interest Rate of Return (IRR)

Interest rate of return berdasarkan *discounted cash flow* adalah suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan dimasa yang akan datang tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran modal.

Cara yang dilakukan adalah dengan trial *i*, yaitu laju bunga sehingga memenuhi persamaan berikut :

$$\sum CF/(1+i)^n = \text{total modal akhir masa konstruksi}$$

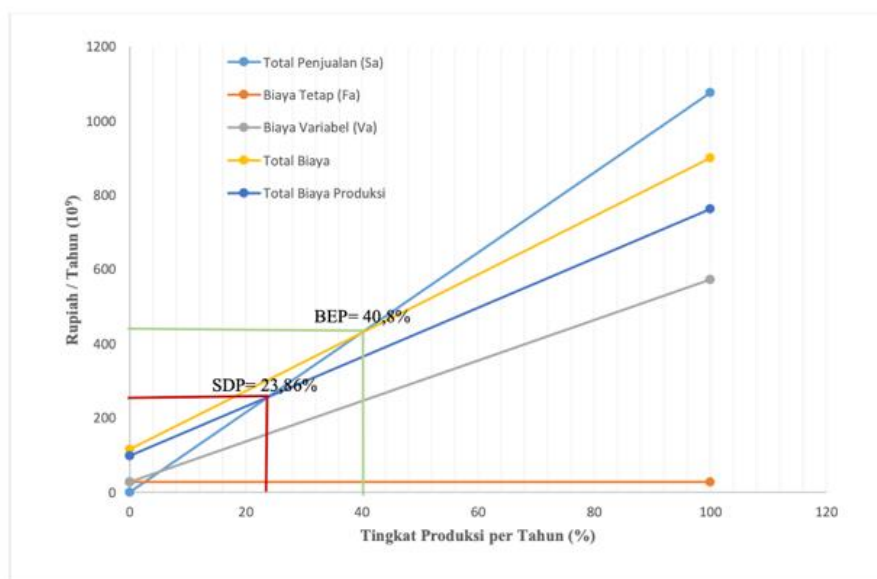
Dari hasil perhitungan diperoleh nilai *i* sebesar 26% per tahun. Harga *i* yang diperoleh lebih besar dari harga *i* untuk pinjaman modal pada bank. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik layak untuk didirikan dengan kondisi tingkat bunga bank sebesar 12% pertahun.

Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat berapa harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan. Nilai BEP standar berkisar 40% - 60%. Dari hasil perhitungan diperoleh BEP = 40,8 %.

Shut Down Point (SDP)

Shut down point adalah suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *variable cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan profit). Dari hasil perhitungan diperoleh SDP = 23,86%



Gambar 3. Grafik Break Even Point dan Shut Down Point Pabrik NaOCl

KESIMPULAN

Dalam prarancangan pabrik NaOCl, dipilih proses elektrolisis air laut. Kapasitas produksi yang direncanakan adalah 30.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan menggunakan sistem *line* dan *staff*. Jumlah tenaga kerja keseluruhan sebanyak 150 orang. Lokasi pabrik didasarkan pada beberapa faktor yang direncanakan akan dibangun di daerah Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Dari hasil perhitungan ekonomi yang didapatkan, pabrik yang direncanakan layak untuk didirikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia sebagai tempat pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. W. Finaka. *Indonesia Kaya Potensi Kelautan dan Perikanan*. Indonesia Baik. 2018
- [2] Tomohide Okada, Tomotake Asawa, Yukihiro Sugiyama, Toshiaki Iwai, Masayuki Kiriara, Yoshikazu Kimura. "Sodium hypochlorite pentahydrate ($\text{NaOCl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) crystals; An effective re-oxidant for TEMPO oxidation". *Tetrahedron*, volume 72, issue 22, pp. 2818–2827. 2016
- [3] S. Kurniastiti. *Sodium Hipoklorit dari Air Laut dengan Proses Elektrolisa*. 1-2. 2021
- [4] Oxychem. *Sodium Hypochlorite Handbook*. 2018
- [5] Paul May. "Bleach (Sodium Hypochlorite)". University of Bristol. 2016
- [6] Masayuki Kiriara, Tomohide Okada, Yukihiro Sugiyama, Miyako Akiyoshi, Takehiro Matsunaga, and Yoshikazu Kimura. "Sodium Hypochlorite Pentahydrate Crystals ($\text{NaOCl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$): A Convenient and Environmentally Benign Oxidant for Organic Synthesis". *Organochimistry Process Research and Development*, volume 21, pp. 1925–1937. 2017
- [7] Badan Pusat Statistik Indonesia. *Statistik Perdagangan Luar Negeri*. Katalog: 822006. 2022