



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pengembangan sektor industri kimia mengakibatkan kebutuhan bahan kimia sebagai bahan baku utama maupun bahan penunjang produksi juga mengalami peningkatan. Salah satu bahan kimia yang dibutuhkan dalam berbagai sektor industri baik sebagai bahan baku utama maupun bahan baku penunjang adalah klorin. Klorin adalah bahan kimia yang umumnya dipasarkan dalam bentuk gas atau gas yang dimampatkan menjadi fase cair. Sebagian besar kebutuhan klorin dalam negeri saat ini dipenuhi dengan melakukan impor dari negara lain. Menurut UN Comtrade (2024), total impor komoditi klorin dalam negeri pada tahun 2023 sebesar 2.303,94 ton dengan pertumbuhan rata-rata tahunan dari tahun 2019 hingga 2023 sebesar 31,27% per tahun. Peningkatan kebutuhan klorin di Indonesia dominan didukung oleh penggunaannya di industri seperti pada industri kertas, industri pengolahan air, dan industri farmasi. Kebutuhan klorin dalam negeri pada tahun 2024 hingga tahun 2027 diprediksi akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan dan dapat menyentuh angka 6.841,91 ton. Namun, peningkatan kebutuhan yang cukup signifikan tersebut belum diimbangi dengan upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor komoditi klorin seperti melakukan pendirian pabrik baru. Sejauh ini diketahui hanya terdapat satu pabrik klorin di Indonesia yang produknya digunakan untuk memenuhi kebutuhan disekitarnya, yaitu PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk. yang memiliki kapasitas produksi klorin sebesar 7.000 ton/tahun. Indonesia merupakan negara yang memiliki garis pantai terpanjang kedua di dunia yang membuatnya memiliki potensi produksi garam yang sangat besar. Rata-rata produksi garam di Indonesia dari tahun 2017 hingga tahun 2022 adalah 1,4 juta ton/tahun. Menurut UN Comtrade (2024), klorin memiliki permintaan yang cukup besar di benua Eropa, dimana dari tahun 2019 hingga 2023



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

total impor komoditi klorin di benua Eropa mencapai angka tertinggi sebesar 178.581,63 ton yang sebagian besar didominasi oleh permintaan dari negara Belgia.

Apabila data kebutuhan dan data produksi klorin dalam negeri dikorelasikan, maka dapat disimpulkan bahwa Indonesia masih memerlukan impor klorin sebesar 6.841,91 ton di tahun 2027, mengingat pabrik yang sudah berdiri memiliki kapasitas produksi yang kecil sehingga impor komoditas klorin masih harus dilakukan. Kebutuhan yang belum terpenuhi, ketersediaan bahan baku di dalam negeri yang melimpah, serta besarnya permintaan komoditi klorin dari benua Eropa menjadikan peluang perancangan dan pendirian pabrik klorin baru di Indonesia terbuka lebar. Harapan dari didirikannya pabrik klorin ini yaitu :

1. Sebagai upaya untuk membantu memenuhi kebutuhan klorin dalam negeri, mengingat konsumsi klorin dalam negeri yang cenderung meningkat setiap tahunnya.
2. Sebagai upaya untuk pemanfaatan komoditas nasional yang melimpah, yaitu garam sebagai bahan baku pembuatan klorin dengan kualitas yang lebih baik.
3. Sebagai upaya untuk meningkatkan lapangan kerja di Indonesia sehingga dapat menekan angka pengangguran.
4. Sebagai upaya untuk meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas, mengingat produk klorin memiliki permintaan yang cukup besar dari luar negeri khususnya benua Eropa.

I.2 Kegunaan Produk

Klorin memiliki banyak manfaat dalam industri, baik sebagai bahan baku utama maupun bahan baku penunjang. Berikut merupakan kegunaan klorin dalam beberapa industri :

1. Pengolahan air : Klorin digunakan untuk membersihkan dan sebagai agen desinfektan untuk pasokan air kota.
2. Industri kertas dan pulp : Klorin digunakan sebagai pemutih dan penghalus untuk menghasilkan kertas dengan kualitas yang lebih baik.



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

3. Industri plastik : Klorin digunakan sebagai bahan baku dalam sintesis *polyvinyl chloride* (PVC).

(O’Brien, 2005)

I.3 Perencanaan Kapasitas Produksi

Klorin banyak digunakan dalam berbagai industri sebagai bahan baku utama maupun bahan baku penunjang. Mayoritas industri yang menggunakan klorin sebagai bahan bakunya adalah industri kertas dan pulp, industri pengolahan air, dan industri plastik sehingga salah satu faktor terpenting yang perlu diperhatikan dalam pendirian pabrik adalah kapasitas produksi. Penentuan kapasitas produksi pabrik didasarkan pada selisih antara pemenuhan dan total kebutuhan dalam negeri di tahun 2027. Data impor dan ekspor klorin dari tahun 2019 hingga 2023 disajikan pada tabel sebagai berikut :

Tabel I. 1 Data Impor Klorin di Indonseia

Tahun	Total Impor (kg)	Total Impor (ton)	% Pertumbuhan
2019	1.003.541	1.003,541	-
2020	894.057	894,057	-10,91
2021	1.113.704	1.113,704	24,57
2022	1.069.655	1.069,655	-3,96
2023	2.303.940	2.303,940	115,39
Rata-Rata Pertumbuhan			31,27

(Sumber : UN Comtrade, 2024)

Tabel I. 2 Data Ekspor Klorin di Indonesia

Tahun	Total Ekspor (kg)	Total Ekspor (ton)	% Pertumbuhan
2019	5.785,00	5,79	-
2020	3.375,00	3,38	-41,66
2021	6.620,00	6,62	96,15
2022	10.480,00	10,48	58,31
2023	5.574,00	5,57	-46,81
Rata-Rata Pertumbuhan			16,50

(Sumber : BPS, 2024)

Berdasarkan data-data di atas, kebutuhan klorin pada tahun 2027 dapat diprediksi dengan menggunakan persamaan *discounted* sebagai berikut :



**Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis
Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”**

$$F = F_0(1 + i)^n \dots\dots\dots(I.1)$$

Dimana :

F = perkiraan kebutuhan klorin pada tahun pendirian pabrik (ton)

F_0 = kebutuhan klorin pada tahun 2023 (ton)

i = pertumbuhan rata-rata

n = selisih waktu data terakhir dengan waktu pendirian pabrik (tahun)

(Peter & Timmerhaus, 2003)

Pabrik klorin ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2027, sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2027 digunakan nilai n sebesar 4.

$$F_{impor} = 6.384,897(1 + 0,31)^4 = 6.841,91 \text{ ton}$$

$$F_{ekspor} = 5,57(1 + 0,165)^4 = 10,27 \text{ ton}$$

Pabrik klorin yang akan didirikan memiliki tujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan kebutuhan luar negeri guna menambah devisa negara. Dalam hal ini, produk surplus rencananya akan diekspor ke negara-negara di benua Eropa karena permintaannya yang cukup besar, sehingga perkiraan kebutuhan klorin di Eropa pada tahun 2027 juga perlu dihitung. Data kebutuhan klorin Eropa disajikan pada Tabel I.3 sebagai berikut :

Tabel I. 3 Data Impor Klorin di Eropa

Tahun	Total Impor (kg)	Total Impor (ton)	% Pertumbuhan
2019	178.581.633	178.581,63	-
2020	143.345.249	143.345,25	-19,73
2021	122.480.352	122.480,35	-14,56
2022	107.306.934	107.306,93	-12,39
2023	122.192.729	122.192,73	13,87
Rata-Rata Pertumbuhan			16,50

(Sumber : UN Comtrade, 2024)

Data yang diperoleh pada Tabel I.3 kemudian digunakan untuk menghitung perkiraan kebutuhan klorin di benua Eropa pada tahun 2027.

$$F_{impor\ eropa} = 673.906,90(1 + (-0,08))^4 = 86.776,238 \text{ ton}$$



**Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis
Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”**

Berdasarkan hasil perhitungan perkiraan kebutuhan klorin benua Eropa, ditetapkan bahwa pabrik rencananya akan memenuhi 70% dari perkiraan impor Eropa di tahun 2027, yaitu sebesar 60.743,37 ton. Di Indonesia sudah berdiri pabrik yang memproduksi klorin, yaitu PT. Pabrik Kertas Tjiwi Kimia Tbk dengan kapasitas 7.000 ton/tahun yang berlokasi di Mojokerto, Jawa Timur. Sebelum menghitung kapasitas pabrik yang akan didirikan, data konsumsi Indonesia perlu dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Konsumsi = Impor + Kapasitas Pabrik Lama - Ekspor.....(I.2)$$

Hasil perhitungan konsumsi klorin di Indonesia sejak tahun 2019-2023 disajikan dalam Tabel I.4 sebagai berikut :

Tabel I. 4 Data Konsumsi Klorin di Indonesia

Tahun	Total Impor (ton)	Total Ekspor (ton)	Total Konsumsi (ton)	% Pertumbuhan
2019	1.003,54	5,79	7.997,76	-
2020	894,06	3,38	7.890,68	-1,34
2021	1.113,70	6,62	8.107,08	2,74
2022	1.069,66	10,48	8.059,18	-0,59
2023	2.303,94	5,57	9.298,37	15,38
Rata-Rata Pertumbuhan				4,05

Data yang diperoleh pada Tabel I.4 di atas kemudian digunakan untuk menghitung perkiraan konsumsi klorin di Indonesia tahun 2027.

$$F_{konsumsi} = 9.298,37(1 + 0,0405)^4 = 10.897,54 \text{ ton}$$

Hasil perhitungan data prediksi kebutuhan di Indonesia dan di Eropa pada tahun 2027 kemudian digunakan untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5.....(I.3)$$

Dimana :

m_1 = jumlah impor (ton)

m_2 = kapasitas pabrik lama (ton)

m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan (ton/tahun)

m_4 = jumlah ekspor (ton)



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

m_5 = jumlah konsumsi dalam negeri (ton)

Dengan menggunakan data prediksi kebutuhan di Indonesia dan Eropa pada tahun 2027, maka kapasitas pabrik yang akan didirikan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\ &= ((10,27 + 60.743,37) + 10.897,54) - (6.841,91 + 7.000) \\ &= 57.809,26 \approx 60.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Jadi, pabrik klorin yang akan didirikan pada tahun 2027 direncanakan memiliki kapasitas produksi sebesar 60.000 ton/tahun.

I.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.4.1 Bahan baku

Bahan baku dalam produksi klorin dengan proses elektrolisis sel membran adalah natrium klorida atau biasa disebut dengan garam. Berikut merupakan sifat fisik, sifat kimia, dan spesifikasi dari natrium klorida yang digunakan :

1) Sifat Fisik dan Kimia

- a. Nama lain : Garam Dapur
- b. Rumus molekul : NaCl
- c. Berat molekul : 58,47 g/mol
- d. Bentuk : Padatan
- e. Warna : Putih
- f. *Specific gravity* : 1
- g. Titik lebur : 801°C
- h. Titik didih : 1.416°C pada 1.103 hPa
- i. Suhu Penguraian : >275°C
- j. Kelarutan dalam air : 358 g/L pada 20°C

(Perry's 7th ed, 2008)



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

2) Spesifikasi

Komponen	% berat
NaCl	99,60
H ₂ O	0,40
Total	100,00

(PT. UNIChemCandi Indonesia)

I.4.2 Produk

Terdapat 3 produk yang dihasilkan dalam produksi klorin dengan proses elektrolisis sel membran, yaitu klorin sebagai produk utama, hidrogen sebagai produk samping, dan natrium hidroksida sebagai produk samping. Berikut merupakan sifat fisik, sifat kimia, dan spesifikasi dari produk yang dihasilkan :

1. Klorin

1) Sifat Fisik dan Kimia

- a. Rumus molekul : Cl₂
- b. Berat molekul : 70,91 g/mol
- c. Bentuk : Gas
- d. Warna : Kekuningan
- e. Bau : Menyengat
- f. Titik nyala : 143,85°C
- g. Titik lebur : -101°C
- h. Titik didih : -34°C
- i. Kelarutan dalam air : 0,562 g/L pada 30°C

(Perry's 7th ed, 2008)

2) Spesifikasi

Komponen	% berat
Cl ₂	99,90
H ₂ O	0,1
Total	100,00



Pra Rancangan Pabrik “Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

2. Hidrogen

1) Sifat Fisik dan Kimia

- a. Nama lain : Dihidrogen
- b. Berat molekul : 2,02 g/mol
- c. Bentuk : Gas
- d. Warna : Tidak berwarna
- e. Bau : Tidak berbau
- f. Flammabilitas : Sangat mudah terbakar
- g. Titik lebur : -295,15°C
- h. Titik didih : -253°C
- i. Auto ignition : 500-571°C

(Perry's 7th ed, 2008)

2) Spesifikasi

Komponen	% berat
H ₂	99,90
H ₂ O	0,1
Total	100,00

3. Natrium Hidroksida

1) Sifat Fisik dan Kimia

- a. Nama lain : Caustic soda
- b. Berat molekul : 40,00 g/mol
- c. Bentuk : Padat
- d. Warna : Putih
- e. Densitas : 2,13 g/cm³ pada 20°C
- f. Titik lebur : 319 – 322°C
- g. Titik didih : 1.390 °C pada 1.013 hPa
- h. Kelarutan dalam air : 1.090 g/L pada 20°C

(Perry's 7th ed, 2008)



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Klorin dari Natrium Klorida dengan Proses Elektrolisis
Sel Membran Kapasitas 60.000 Ton/Tahun”

2) Spesifikasi

Komponen	% berat
NaOH	50,00
H ₂ O	50,00
Total	100,00