

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Natrium hidroksida (NaOH) sering disebut juga sebagai soda kaustik karena memiliki sifat yang korosif terhadap kulit. Natrium hidroksida murni memiliki bentuk berupa padatan putih rapuh dan bersifat mudah menyerap air dan karbon dioksida yang berada di udara. Natrium hidroksida merupakan bahan kimia dasar yang sering dimanfaatkan dalam beberapa industri, seperti industri pembuatan sabun dan deterjen, industri pembuatan fiber dan plastik, industri pembuatan kaca, industri petrokimia, industri bubuk kertas dan kertas, industri pupuk, industri bahan peledak, industri pelarut, dan industri lainnya <sup>[1]</sup>.

Selain dalam bentuk padatan, natrium hidroksida juga dikomersilkan dalam bentuk cair (liquid). Di Indonesia, natrium hidroksida sudah diproduksi sejak lama dan hingga saat ini tidak kurang dari 14 perusahaan telah memproduksi natrium hidroksida. Umumnya pabrik natrium hidroksida di Indonesia memproduksi dalam bentuk cair dan pabrik yang memproduksi natrium hidroksida dalam bentuk padatan masih sangat sedikit adanya. Pabrik natrium hidroksida di Indonesia yang sudah memproduksi dalam bentuk padatan adalah PT. Asahimas Chemical dengan kapasitas produksi 700.000 ton/tahun yang berada di Cilegon dan PT. Sulfindo Adiusaha dengan kapasitas 215.000 ton/tahun yang terdapat di Serang <sup>[2]</sup>.

Sejauh ini kebutuhan natrium hidroksida padat masih belum terpenuhi dengan adanya 2 pabrik tersebut, dan juga Indonesia masih mengimport natrium hidroksida padat dari berbagai negara antara lain adalah Brunai, China, Canada, HongKong, Jepang, Korea Selatan, German, Vietnam dan lain-lain. Dari data Badan Pusat Statistik, tercatat bahwa nilai impor natrium hidroksida padat sebesar 139.546.310 kg pertahun 2021. Dengan demikian, maka pembangunan pabrik Natrium Hidroksida padat diharapkan dapat memenuhi kebutuhan natrium hidroksida di dalam negeri dan mengurangi kegiatan impor dari luar negeri. Selain itu juga dapat menambah lapangan pekerjaan sehingga mengurangi tingkat pengangguran dan hasil dari pabrik natrium hidroksida ini dapat di ekspor yang bisa menambah devisa negara, sehingga pabrik natrium hidroksida padat ini perlu didirikan.

## 1.2. Sejarah Perkembangan Industri Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida atau yang sering disebut soda caustik mulanya dibuat dengan cara kaustikasi bertahap dari soda *LeeBlanc* (Abu) dengan kapur. Kemudian produksi soda kaustik dengan elektrolisis dikenalkan pada abad ke delapan belas, dan pada tahun 1890 proses pembuatan soda caustik dengan cara elektrolisis mulai diproduksi secara massal sebagai konsumsi industri. Beberapa tahun sebelum perang dunia pertama, produksi soda kaustik dengan proses elektrolisis masih sangat sedikit bila dibandingkan dengan proses pembuatan soda kaustik dari soda abu dengan kaustikasi kapur. Dan pada tahun 1940 proses pembuatan soda kaustik dengan cara elektrolisis mulai melebihi cara kaustikasi kapur, dan pada tahun 1962 proses pembuatan soda kaustik dengan kaustikasi kapur hampir tidak ada lagi <sup>[1]</sup>.

Seiring berkembangnya proses elektrolisis, desain sell banyak ditemukan guna mencegah klorin dan alkali hidroksida bercampur pada saat proses elektrolisis. Saat ini, jenis sel yang mendominasi dalam industri adalah sel diafragma, sel membran, dan sel merkuri. Namun dalam penggunaan sel merkuri diketahui di/ Jepang bahwa merkuri mencemari air sekitar pabrik, dan mengakibatkan anak – anak menjadi lemah. Hal ini menyebabkan pengurangan drastis terhadap pelepasan merkuri yang diijinkan ke udara dan air, dan hal ini juga menyebabkan beberapa negara melarang penggunaan sell merkuri sepenuhnya <sup>[1]</sup>.

## 1.3. Kegunaan Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida banyak dimanfaatkan dalam beberapa industri beberapa diantaranya yaitu <sup>[1]</sup>:

- Industri sabun
- Industri kertas
- Industri obat
- Industri makanan
- Industri karet
- Industri tekstil
- Industri kimia
- Industri petroleum
- Industri pemutih
- Industri metalurgi

## 1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

### 1.4.1. Bahan Baku

#### a. Bahan Utama

##### 1. Garam Industri

- Komposisi garam industri<sup>[18]</sup>:

NaCl : 99,87 %

Impuritis : 0,03%

- Sifat fisika<sup>[3]</sup>:

Rumus kimia : NaCl

Bau : tidak berbau

Bentuk : kristal<sup>[18]</sup>

Berat molekul : 58,44 g/mol

Densitas : 2,17 g/cm<sup>3</sup> pada 20°C

Kelarutan dalam air : 358 g/l pada 20°C

pH : 4,5 – 7,0 pada 100 g/l 20°C

Titik didih : 1461°C pada 1.013 hPa

Titik lebur : 801°C

Warna : putih

- Sifat kimia<sup>[9]</sup>:

- Dengan air membentuk Natrium Hidroksida



(Natrium Klorida) (Air) (Natrium hidroksida) (Klor) (Hidrogen)

#### b. Bahan Pembantu

##### 1. Air

- Sifat fisika<sup>[5]</sup>:

- Rumus molekul : H<sub>2</sub>O

- Bau : tidak berbau

- Bentuk : liquid

- Berat molekul : 18 g/mol

- Densitas : 0,99823 g/mL

- pH : 7

- Titik didih : 100°C

- Titik leleh : 0°C
- Viskositas : 1,002 cP
- Warna : tidak berwarna

- Sifat kimia:

- Pada proses elektrolisis air terurai menjadi ion H<sup>+</sup> di katoda  

$$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g})$$

## 2. *Perfluorosulfonic Acid* membran

- Stabil beroperasi pada suhu 20-80°C. Apabila beroperasi pada suhu lebih dari 80°C terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan, antara lain adalah: dapat meningkatkan tekanan sel, masukan anoda dan katode terlalu jenuh sehingga dapat mempengaruhi efisiensi dan kinerja membran
- Penggunaan membran *Perfluorosulfonic Acid* bergantung pada konduktivitas proton pada air, air diperlukan untuk proses disosiasi asam dan mobilitas proton

## 3. Katoda

- Katoda yang digunakan adalah baja dilapisi dengan nikel (Ni)
- Pelapisan menggunakan nikel digunakan agar bisa tahan karat dan bisa meningkatkan konduktivitas larutan
- Nikel adalah logam yang terdapat di deret sebelah kanan dari deret volta, yang berarti nikel mempunyai kemampuan yang baik untuk mencegah terjadinya korosi dan dapat menjadi oksidator yang kuat.

## 4. Anoda

- Anoda yang digunakan adalah Rutenium Oksida (RuO<sub>2</sub>) dilapisi dengan titanium (Ti)
- RuO<sub>2</sub> memiliki aktivitas elektrokatalitik yang cukup tinggi sehingga memudahkan proses transfer electron
- Titanium memiliki nilai E<sup>o</sup> negatif sehingga merupakan reduktor yang baik.

### 1.4.2. Produk

#### a. Natrium Hidroksida

- Sifat fisika <sup>[6]</sup>:
  - Rumus molekul : NaOH

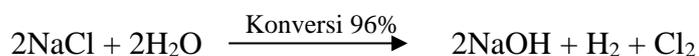
- Bau : tidak berbau
- Bentuk : flake
- Berat molekul : 40,0 g/mol
- Densitas : 2130 kg/m<sup>3</sup>
- Kelarutan dalam air : 100g/100ml pada suhu 25°C
- pH : 14
- Titik didih : 1388°F
- Titik leleh : 323°C
- Warna : putih
- Sifat kimia<sup>[17]</sup>:
  - Dengan Alumunium Hidroksida membentuk Natrium Klorida
 
$$\text{Al(OH)}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
 (Alumunium hidroksida)(Natrium Hidroksida) (Natrium aluminat) (Air)
  - Dengan Hidrogen Sulfida membentuk Natrium Disulfid
 
$$\text{H}_2\text{S} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$$
 (Hidrogen sulfida)(Natrium Hidroksida) (Natrium disulfid) (Air)

## 1.5. Analisa Pasar

### 1.5.1. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk natrium hidroksida bertujuan untuk memenuhi kebutuhan industri dalam negeri di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah terpenuhi, maka dapat dipasarkan ke luar negeri (ekspor). Maka untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Persamaan reaksi:



Tabel 1.1. Daftar Harga Bahan dan Produk

No.	Bahan	BM	Harga Rp/kg	Hasil
1	NaCl	58,44	10.000	584.400
2	H <sub>2</sub> O	18	0	0
3	NaOH	40	32.956	1.318.240
4	H <sub>2</sub>	2	28.889	57.778
5	Cl <sub>2</sub>	70,91	29.630	2.101.063

Tabel 1.2. Analisa Kebutuhan dan Hasil Reaksi Pada Natrium Hidroksida

Reaksi	Komponen				
	NaCl	H <sub>2</sub> O	NaOH	H <sub>2</sub>	Cl <sub>2</sub>
1	-2	-2	+2	+1	+1

$$\begin{aligned}
 \text{Economic Potential} &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\
 &= \{(1.318.240 \times 2) + (57.778 \times 1) + (2.101.063 \times 1)\} \\
 &\quad + \{(584.400 \times (-2)) + (0 \times (-2))\} \\
 &= 4.795.321 - 1.168.800 \\
 &= \text{Rp } 3.626.521 / \text{kgmol natrium hidroksida}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik natrium hidroksida dari natrium klorida dan air dapat memperoleh keuntungan Rp3.626.521/kgmol natrium hidroksida.

### 1.5.2. Menentukan Kapasitas Produksi

Dalam mendirikan suatu pabrik, perlu dilakukan penentuan kapasitas produksi. Dengan mengetahui kapasitas produksi dapat mengatasi masalah permintaan kebutuhan natrium hidroksida di dalam negeri maupun luar negeri. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumen setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Direncanakan pebrik akan berdiri pada tahun 2027. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2017 – 2021, sehingga perkiraan penggunaan natrium hidroksida pada tahun 2022 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$M = P (1 + i)^n$$

m = jumlah impor pada tahun 2027 (ton/tahun)

P = jumlah impor pada tahun 2021 (ton/tahun)

i = rata – rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = selisih tahun

Tabel 1.3. Data Impor Natrium Hidroksida Beberapa Tahun Terakhir<sup>[7]</sup>

No.	Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan (%)	Ekspor (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2017	59.017	0,00	48.648	0,00
2	2018	49.940	-18,17	64.113	24,12
3	2019	67.032	25,50	48.764	-31,48
4	2020	72.450	7,48	65.902	26,00

5	2021	56.395	-28,47	616.451	89,31
Rata – rata pertumbuhan per tahun (%)			16,30		5,39

Tabel 1.4. Data Produksi Pabrik Natrium Hidroksida di Indonesia<sup>[2]</sup>

Pabrik Natrium Hidroksida	Kapasitas Produksi (Ton/tahun)
PT. ASAHIMAS CHEMICAL	700.000
PT. SULFINDO ADIUSAHA	215.000

Dari tabel 1.3 dapat diketahui rata-rata impor natrium hidroksida pertahun adalah 16,30% sehingga,

Nilai konsumsi pada tahun 2027 adalah:

$$\begin{aligned}
 m_5 &= P(1+i)^n \\
 &= 56.395 (1+0,163)^6 \\
 &= 139.546 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dengan diketahui perkiraan impor pertahun sebanyak 139.546 ton/tahun maka kapasitas pabrik dapat ditentukan dengan persamaan:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

dimana:

$m_1$  = nilai import tahun 2027

$m_2$  = produksi pabrik dalam negeri

$m_3$  = kapasitas pabrik yang akan didirikan

$m_4$  = nilai ekspor tahun 2027

$m_5$  = nilai konsumsi dalam negeri tahun 2027

diperkirakan ekspor tahun 2027 adalah:

$$\begin{aligned}
 m_4 &= P(1+i)^n \\
 &= 616.451 (1+0,053)^6 \\
 &= 844.688 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Maka perkiraan kapasitas pabrik baru adalah:

$$\begin{aligned}
 m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\
 &= (844.688 + 139.546) - (0+915.000) \\
 &= 69.234 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku, dan permintaan ekspor yang besar, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2027 adalah 70.000 ton/tahun.

## 1.6. Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup suatu pabrik, maka dalam menentukan tempat berdirinya perlu didasarkan pada faktor utama dan faktor khusus sehingga lokasi pabrik diharapkan dapat menguntungkan baik dari segi teknis maupun segi ekonominya. Faktor utama meliputi penyediaan bahan baku, pemasaran, serta utilitas. Sedangkan faktor khusus meliputi tenaga kerja, transportasi, pembuangan limbah pabrik dan peraturan perundang – undangan.

Rencana pembangunan pabrik natrium hidroksida akan didirikan di daerah Permisan Kec. Jabon yang terletak di Sidoarjo, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini bertujuan agar mendapat keuntungan dari segi teknis maupun ekonomi. Ada dua faktor pemilihan lokasi pabrik di Sidoarjo, yaitu:

### a. Faktor utama

#### - Bahan baku

Bahan baku utama untuk memproduksi natrium hidroksida adalah natrium klorida yang diperoleh dari PT. Unichem Candi Indonesia yang berlokasi dekat dengan lokasi perancangan pabrik natrium hidroksida. Dengan mendekatkan lokasi pabrik dengan sumber bahan baku maka ketersediaan bahan baku akan terjaga dan kemungkinan adanya defisit bahan baku dapat terkontrol.

#### - Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor utama dalam pemilihan lokasi pabrik, karena semakin dekatnya lokasi pabrik dengan konsumen akan memudahkan konsumen untuk mendapatkan produk. Selain itu dekatnya lokasi produsen dengan konsumen dapat memotong biaya transportasi.

#### - Utilitas

Utilitas yang terdiri dari air, listrik, dan bahan bakar merupakan faktor yang penting karena akan berhubungan dengan kelancaran produksi. Untuk air berasal dari kali porong dan listrik berasal dari PLN dan generator, sehingga kelancaran produksi dapat tetap terjamin.

### b. Faktor khusus

#### - Tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan faktor yang berperan penting untuk kelangsungan produksi dalam industri. Tenaga kerja dapat direkrut dari masyarakat di sekitar pabrik atau

masyarakat dari luar kota. Sedangkan tenaga kerja profesional didapat dari lulusan universitas maupun perguruan tinggi yang berdekatan dengan lokasi pabrik.

- Transportasi

Pembelian bahan baku maupun penjualan produk dapat melalui jalur laut, udara, maupun darat. Lokasi pabrik natrium hidroksida merupakan daerah yang dekat dengan pelabuhan, bandara, jalan tol, maupun kawasan industri lain sehingga memudahkan proses transportasi produk.

- Pembuangan limbah

Pembuangan limbah pabrik perlu diperhatikan dengan baik karena akan berkaitan dengan upaya pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh buangan pabrik. Limbah yang diperoleh akan diolah oleh pihak ketiga.

- Kebijakan pemerintah dan peraturan perundang – undangan

Kebijakan pemerintah yang menguntungkan tentu saja akan menciptakan suasana kerja yang kondusif. Adapun aspek umum yang diatur undang – undang adalah jam kerja maksimum, upah minimum, dan kondisi lingkungan kerja.

