

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LatarBelakang

Sodium hipoklorit (NaOCl) adalah larutan dengan konsentrasi 12% yang berwarna sedikit kuning dengan bau menyengat karena adanya kandungan hipoklorit. Sodium hipoklorit memiliki massa molekul 74,44 dan titik didih 111°C pada kondisi 1 atm. Sodium hipoklorit memiliki nilai kelarutan 29.3 g/100 g di dalam air pada suhu 0°C. Sodium hipoklorit diperoleh dengan cara mereaksikan larutan sodium hidroksida dan gas klorin ^[7]. Sodium hipoklorit telah digunakan selama berabad-abad untuk pemutihan dan desinfektan. Saat ini, sodium hipoklorit (biasa disebut pemutih klorin) diproduksi secara massal dengan klorinasi soda ash dan digunakan di banyak produk rumah tangga^[9].

Kebutuhan sodium hipoklorit di Indonesia belum dapat terpenuhi secara keseluruhan dikarenakan jumlah penduduk yang sangat banyak sehingga pabrik sodium hipoklorit sangat dibutuhkan di Indonesia dalam upaya penyediaan larutan pemutih. Sampai saat ini sodium hipoklorit di Indonesia sebagian besar masih dilakukan dengan cara mengimpor dari luar negeri diantaranya adalah Singapura, Malaysia, Switzerland, Jerman, dan Korea. Data impor menunjukkan bahwa konsumsi sodium hipoklorit di Indonesia sangat tinggi per tahunnya sebesar 2,12 %^[2]. Salah satu di Indonesia yang memproduksi sodium hipoklorit adalah PT. Tjiwi Kimia di Mojokerto dengan kapasitas produksi 10.000 ton/tahun^[8].

Berdasarkan pada kebutuhan dan kegunaan produk sodium hipoklorit maka pendirian pabrik sodium hipoklorit di Indonesia perlu dilakukan untuk mengurangi jumlah impor dan memanfaatkan sumber daya manusia yang ada di Indonesia.

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Hipoklorit pertama kali diproduksi pada tahun 1789 di Javelle, Prancis, dengan melewati gas klorin melalui larutan natrium karbonat. Cairan yang dihasilkan, yang dikenal sebagai "Eau de Javelle" atau "air Javelle" adalah larutan natrium hipoklorit yang lemah. Namun, proses ini tidak terlalu efisien^[9].

Pada tahun 1799 C. Tennant dan C.McIntosh mengembangkan proses untuk produksi bubuk pemutih dengan menyerap klorin ke kalsium hidroksida kering. Bubuk pemutih ini jauh lebih stabil daripada produk pemutih yang diperoleh sebelumnya^[12].

Hipoklorit dibuat dengan elektrolisis natrium klorida pada awal tahun 1801. Namun,

produksi elektrokimia komersial tidak dimulai untuk waktu yang lama^[12]. Menjelang akhir abad kesembilan belas, E. S. Smith mematenkan metode produksi hipoklorit yang melibatkan hidrolisis air garam untuk menghasilkan soda kaustik dan gas klorin yang kemudian bercampur membentuk hipoklorit^[9].

Saat ini, proses Hooker adalah satu-satunya metode industri skala besar untuk memproduksi sodium hipoklorit^[9]. Dalam proses tersebut, natrium hipoklorit (NaOCl) dan natrium klorida (NaCl) terbentuk ketika klorin dilewatkan ke dalam larutan natrium hidroksida encer dingin^[4].

1.3. Kegunaan Produk

Sodium hipoklorit banyak digunakan sebagai pemutih dan desinfektan^[9]. Berikut beberapa aplikasi penggunaan sodium hipoklorit :

- Produk rumah tangga, termasuk pemutih cucian, pembersih permukaan keras, jamur dan penghilang jamur, dan pembersih saluran air^[9].
- Untuk pemutihan pulp^[11].
- Inaktivasi penicillin pada industri farmasi.

1.4. Sifat Fisika, Kimia, dan Termodinamika Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku Utama

A. Sodium Hidroksida 48%^[11]

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : NaOH
- Massa molekul : 39,998
- Fase : Cair
- Bentuk : Larutan
- Warna : Putih
- Densitas (20 °C) : 2,130 g/cm³
- Titik didih : 1388 °C

Sifat Kimia

- Sodium hidroksida bereaksi dengan gas klorin membentuk zat pemutih seperti NaOCl



Sifat Termodinamika

- Panas spesifik (20 °C) : 1,48 J/g
- Entropi (25 °C) : 64,45 J/mol.K

B. Gas Klorin^{[10][11]}

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : Cl₂
- Massa molekul : 70,9054
- Fase : Gas
- Warna : Kuning kehijauan
- Densitas (20 °C) : 3,124 kg/m³
- Titik lebur : -101,03 °C
- Titik didih : -33,9 °C

Sifat Kimia

- Klorin bereaksi dengan hidroksida logam alkali dan alkali tanah membentuk zat pemutih seperti NaOCl



Sifat Termodinamika

- Panas spesifik pada tekanan konstan : 0,481
- Panas spesifik pada volume konstan : 0,357

1.4.2. Produk Utama

A. Natrium Hipoklorit^{[7][11][12]}

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : NaOCl
- Massa molekul : 74,44
- Bentuk : Cair
- Warna : Sedikit kuning
- Densitas (20 °C) : 1,1 g/cm³
- Titik lebur : 18 °C
- Titik didih : 111 °C
- Kemurnian : 12%
- Impurities : NaOH, NaCl, dan H₂O

Sifat Kimia

- Sebagai *bleaching agent* di industri kertas dan tekstil untuk pemutihan karena kandungan klorin dioksida (OCl) nya.

Sifat Termodinamika

- $\Delta H_f^\circ = -107,1 \text{ kJ/mol}$
- $\Delta G_f^\circ = -36,8 \text{ kJ/mol}$

1.4.3. Hasil Samping

Natrium Klorida^{[10][11]}

Sifat-sifat fisik

- Rumus molekul : NaCl
- Massa molekul : 58,44
- Fase : Cair
- Bentuk : Larutan
- Warna : Putih
- Densitas : 2,165 g/cm³
- Titik lebur : 801 °C
- Titik didih : 1413 °C

Sifat Kimia

- Larut dalam air

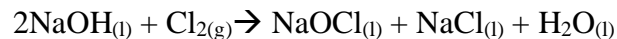
Sifat Termodinamika

- Panas spesifik : 0,853 J/gK
- Panas larutan (25 °C) : 3,757 kJ/mol

1.5. Analisa Pasar

1.5.1. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk sodium hipoklorit untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri tersebar di seluruh Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah terpenuhi maka produk sodium hipoklorit dapat diekspor ke luar negeri. Untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.



Konversi :93 %

Tabel 1.1 Daftar Harga Bahan dan Produk^[1]

No	Bahan	Berat Molekul	Harga (\$/kg)
1	NaOH 48 %	39,998	0,278
2	Cl ₂	70,9054	0,200
3	NaOCl	74,44	4,7
4	NaCl	58,44	0,47
5	H ₂ O	18,015	0,05

Tabel 1.2. Analisa Kebutuhan dan Hasil Reaksi pada Sodium Hipoklorit

Reaksi	Komponen				
	NaOH	Cl ₂	NaOCl	NaCl	H ₂ O
1	-2	-1	+0,93	+0,93	+0,93
Total	-2	-1	+0,93	+0,93	+0,93

$$\begin{aligned}
 \text{Economic Potential} &= \{(+0,93 \times 74,44 \times \text{US\$ } 4,7) + \{(+0,93 \times 58,44 \times \text{US\$ } 0,47) + (+0,93 \times \\
 &18,015 \times \text{US\$ } 0,05) + (-2 \times 39,998 \times \text{US\$ } 0,278) + \{(-1 \times 70,9054 \times \text{US\$ } \\
 &0,200)\} \\
 &= \text{US\$ } 315,3391 / \text{kmol NaOCl}
 \end{aligned}$$

Kurs dollar (USD) per tanggal 05 Agustus 2021, Bank Indonesia^[5] = Rp. 14.395,00

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan kesimpulan bahwa pabrik Sodium hipoklorit untung dan dapat didirikan pada tahun 2026.

1.5.2. Menentukan Kapasitas Produksi

Dalam mendirikan suatu pabrik diperlukan suatu perencanaan kapasitas produksi yang dihasilkan. Jumlah ini dapat mengatasi kebutuhan sodium hipoklorit di dalam negeri maupun luar negeri. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya.

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2026. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2015-2020, sehingga perkiraan penggunaan sodium hipoklorit pada tahun 2026 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Dimana:

M = jumlah impor pada tahun 2026 (ton/tahun)

P = jumlah impor pada tahun 2020 (ton/tahun)

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

n = jangka waktu pabrik berdiri (2020-2026) = 6 tahun

Tabel 1.3. Data Impor Sodium Hipoklorit di Indonesia^[2]

No	Tahun	Jumlah (kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan
1	2015	22.192.919	22.192,919	-
2	2016	25.010.224	25.010,224	12,69%
3	2017	24.939.276	24.939,276	-0,28%
4	2018	25.804.390	25.804,390	3,47%
5	2019	27.001.735	27.001,735	4,64%
6	2020	22.034.778	22.034,778	-18,39%
Rata-rata				2,12%

Berdasarkan data kebutuhan sodium hipoklorit di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor sodium hipoklorit pada tahun 2026 adalah

$$\begin{aligned}
 M &= P (1 + i)^n \\
 &= 22.034,778 (1 + 0,0212)^6 \\
 &= 24.997,68016 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Pada umumnya kegiatan ekspor dapat memperlancar kegiatan operasional dari suatu pabrik, dimana pada umumnya asumsi ekspor pendirian pabrik sekitar 40-60 %. Oleh karena itu pendirian pabrik ini dapat diasumsikan ekspor sebesar 50% dari kapasitas pabrik baru untuk menaikkan devisa negara, sehingga kebutuhan impor dapat diminimalisir , maka $M_{\text{ekspor}} = 0,50 M$

Dari hasil diatas dapat dihitung kapasitas pabrik sodium hipoklorit pada tahun 2026 yang ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

Sehingga kapasitas pabrik baru,

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas pabrik baru (M)} &= M_{\text{ekspor}} + M_{\text{impor}} \\
 M &= 0,50M + 24.997,68016 \\
 0,50 M &= 24.997,68016 \\
 M &= 49.995,36032 \text{ ton/tahun} \\
 M &= 50.000 \text{ ton/ tahun}
 \end{aligned}$$

Dengan pertimbangan ketersediaan bahan baku dan permintaan ekspor yang besar, maka dapat diambil untuk kapasitas produksi pada tahun 2026 adalah sebesar 50.000 ton/tahun.

1.6. Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri pada saat sekarang dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik.

Sedangkan untuk tata letak pabrik dan tata letak peralatan proses merupakan faktor penting dalam kelancaran operasional pabrik, oleh karena itu lokasi tata letak pabrik dan tata letak peralatan pabrik merupakan dua faktor yang tidak terpisahkan untuk menjadi sangat ekonomis dan menguntungkan. Hal ini akan menentukan lancar atau tidaknya operasi pabrik yang bersangkutan.

Beberapa faktor yang dianggap penting dalam penentuan lokasi :

1. Faktor utama :

A. Penyediaan bahan baku

Tersedianya bahan baku merupakan penentu pemilihan lokasi suatu pabrik.

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku yang ada apakah sesuai dengan syarat kualitas yang diinginkan
- Cara memperoleh bahan baku dan pengangkutannya

B. Pemasaran (marketing)

Pemasaran merupakan salah satu syarat penting dalam suatu pabrik atau industri kimia karena berhasil tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri atau pabrik tersebut.

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah :

- Dimana hasil produksi akan dipasarkan
- Kemampuan daya serap pasar dan prospek pasar dimasa yang akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Ada atau serta jumlah tenaga listrik
- Kemungkinan pengadaan listrik dan bahan bakar

- Harga listrik dan bahan bakar
- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Pusat Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar

D. Persediaan air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu :

- Dari air sungai / sumber air
- Dari air kawasan industri
- Dari perusahaan air minum (PDAM)

Jika kebutuhan air cukup besar, pengambilan air sumber / air sungai lebih ekonomis.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Ongkos (harga air dan biaya pengolahan air)

E. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Keadaan alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksi bangunan
- Kelembaban dan temperatur udara
- Sering tidaknya terjadi bencana alam

2. Faktor khusus:

A. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran *supply* bahan baku, bahan bakar, dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui kendaraan bermuatan besar
- Sungai dan laut yang dapat dilalui oleh kapal pengangkut
- Pelabuhan yang ada

B. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah/sukarnya mendapatkan tenaga kerja disekitar lokasi pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut
- Perburuhan dan serikat buruh

C. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah industri
- Ketentuan mengenai penggunaan jalan umum yang ada
- Ketentuan umum lain bagi industri di daerah lokasi pabrik

D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Struktur tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik dan kondisi pabrik
- Kondisi jalan, serta pengaruh air
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau pembangunan unit baru
- Harga tanah

E. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Adat istiadat / kebudayaan didaerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik, dan tempat ibadah
- Fasilitas kesehatan, tempat hiburan dan biayanya

F. Pembuangan limbah

Hal ini berkaitan dengan upaya pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh unit buangan pabrik berupa gas, cair, maupun padat dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor diatas maka pabrik Sodium Hipoklorit di Indonesia direncanakan berlokasi di daerah Desa Citangkil, kawasan industri Krakatau (KIEC) Kota Cilegon, Provinsi Banten dengan luas lahan sebesar 250 ha . Alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut adalah

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam pembuatan sodium hipoklorit adalah sodium hidroksida dan gas klorin. Kebutuhan sodium hidroksida dan gas klorin didatangkan dari PT. Asahimas Chemical dimana kapasitas produksinya adalah 700.000 ton/tahun . Sebagai kawasan industri yang baik kawasan industri Krakatau memiliki sarana transportasi yang memadai, baik melalui darat (jalur kereta api, dan jalan tol ke berbagai daerah lain), laut (Pelabuhan Merak), Bandara, pusat pemerintahan Provinsi Banten.

2. Transportasi

Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalur laut, udara

maupun darat. Kawasan Industri Krakatau (KIEC) merupakan daerah yang dekat dengan pelabuhan dan jalan tol dan kawasan industri lain sehingga memudahkan pemasaran produk.

3. Kebutuhan Air

Air kawasan dipilih untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik dengan terlebih dahulu mengalami pengolahan untuk selanjutnya digunakan dalam keperluan proses dan kebutuhan lainnya (kantor, laboratorium, kantin dan tempat ibadah serta poliklinik). Selain itu pemilihan air kawasan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik juga disebabkan karena kebutuhan air tidak terlalu besar, baik sebagai air proses, air pendingin, maupun sebagai air sanitasi.

4. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

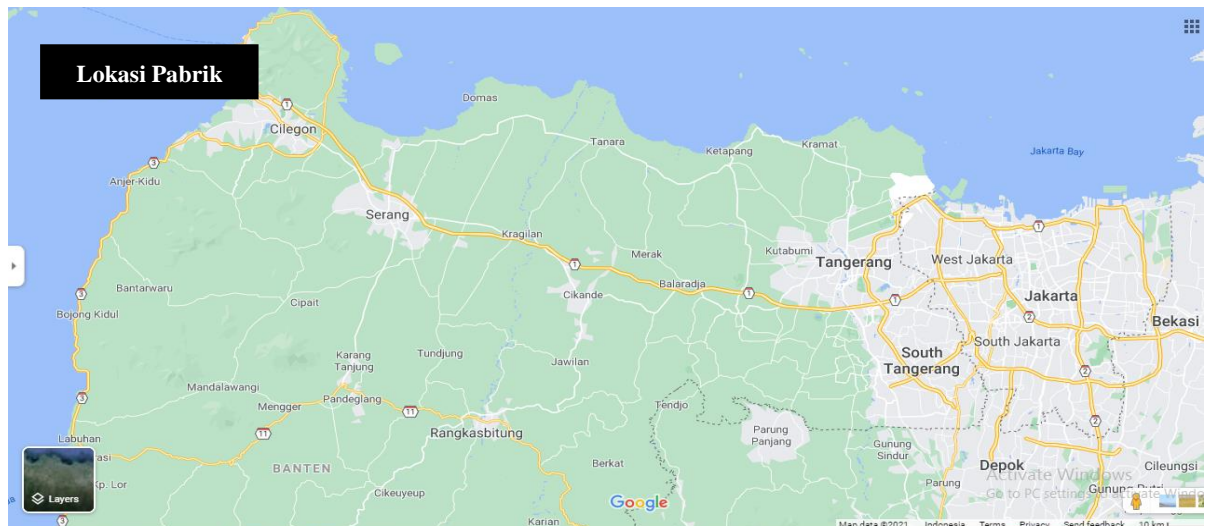
Pembangkit listrik utama untuk pabrik diperoleh dari PLN dan generator solar yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina Tanjung Gerem.

5. Tenaga Kerja

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja yang produktif dari berbagai tingkatan baik yang terdidik maupun yang belum terdidik.

6. Biaya untuk Tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dengan harga yang terjangkau.



Gambar 1.1. Peta Cilegon – Banten



Gambar 1.2. Lokasi Pabrik Sodium Hipoklorit



Gambar 1.3. Lokasi Pabrik Sodium Hipoklorit (Perbesaran)