

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Etilen Oksida ( $C_2H_4O$ ) adalah gas tidak berwarna dan mudah terbakar pada suhu ruangan serta memiliki bau manis. Etilen Oksida memiliki massa molekul 44,054 kg/kmol dan titik didih  $10,8^{\circ}C$  pada kondisi 1 atm. Senyawa etilen oksida merupakan epoksida paling sederhana karena struktur molekulnya banyak dipakai pada reaksi adisi, seperti polimerisasi. Etilen Oksida dapat diperoleh dengan proses oksidasi etilen dengan oksigen. Etilen Oksida memiliki kemurnian 90%.<sup>[17]</sup>

Etilen oksida banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan monoetilen glikol untuk produksi bahan anti beku dan poliester. Etilen oksida juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan polietilen glikol yang digunakan untuk memproduksi parfum, kosmetik, paint thinners dan plasticizers.<sup>[17]</sup>

Etilen oksida di Indonesia sebagian besar digunakan dalam proses produksi etilen glikol untuk pembuatan poliester. Kebutuhan tersebut semakin meningkat tiap tahunnya, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut Indonesia masih melakukan impor.<sup>[3]</sup> Pabrik yang memproduksi Etilen Oksida di Indonesia hanya ada satu yaitu PT Prima Ethycolindo dengan kapasitas 22.000 ton/tahun. Sedangkan kebutuhan Etilen Oksida di Indonesia dari tahun 2014-2020 rata-rata impor Etilen Oksida sebanyak 42.000 ton, sehingga kebutuhan Etilen Oksida di Indonesia masih belum mencukupi. Data impor menunjukkan bahwa kebutuhan etilen oksida di Indonesia sangat tinggi pertahunnya sebesar 1,67%.<sup>[4]</sup>

Berdasarkan pada kebutuhan dan kegunaan produk etilen oksida maka pendirian pabrik etilen oksida di Indonesia perlu dilakukan untuk mengurangi jumlah impor serta melakukan ekspor untuk meningkatkan pendapatan devisa negara. Selain itu berdirinya pabrik etilen oksida diharapkan dapat memberikan lapangan pekerjaan untuk masyarakat Indonesia.

### **1.2. Sejarah Perkembangan Industri**

Etilen oksida pertama kali dibuat oleh ilmuwan Perancis Charles-Adolphe Wurtz pada tahun 1859. Etilen oksida dibuat dengan cara mereaksikan 2 – kloroetanol dengan senyawa basa. Proses ini dikenal sebagai proses klorohidrin. Penemuan tersebut

merupakan keberhasilan yang sangat penting, karena sebagai pelopor pembuatan senyawa etilen glikol<sup>[14]</sup>

Pada tahun 1931, ilmuwan Perancis Lefort mengembangkan proses pembuatan etilen oksida dengan mereaksikan etilen dan oksigen menggunakan katalis perak. Metode ini kemudian dikenal sebagai metode oksidasi langsung yang sampai saat ini masih digunakan untuk memproduksi etilen oksida dalam skala industri.<sup>[14]</sup>

### 1.3. Kegunaan Produk

Aplikasi utama etilen oksida adalah sebagai bahan baku utama dari berbagai industri kimia serta sebagai bahan *Intermediate*. Berikut ini merupakan beberapa industri yang menggunakan bahan baku etilen oksida:

- a. Etilen Glikol digunakan dalam produksi bahan anti beku, poliester, dan *polietilen tereftalat* (PET)
- b. Dietilen glikol digunakan dalam produksi *softeners*, *plasticizers* dan pelarut
- c. Polietilen Glikol digunakan dalam industri parfum, kosmetik, *paint thinners* dan *plasticizers*
- d. Etoksilat digunakan dalam produksi surfaktan dan emulsifier.<sup>[17]</sup>

## 1.4. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

### 1.4.1. Bahan Baku Utama

#### a. Etilen<sup>[15]</sup>

Sifat fisik

- |                        |  |
|------------------------|--|
| - Rumus Molekul        | : C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>  |
| - Berat Molekul        | : 28,054 g/mol   |
| - Densitas             | : 1,18 kg/m <sup>3</sup>   |
| - Wujud                | : Gas  |
| - Titik didih          | : -103,8 °C  |
| - Titik leleh          | : -169,2 °C  |
| - Temperatur kritis    | : 282,4 K  |
| - Tekanan kritis       | : 50,4 bar   |
| - Kapasitas Panas (Cp) | : 3,806 T + 15,659x10 <sup>-2</sup> T <sup>2</sup><br>+ (-8,348x10 <sup>-5</sup> T <sup>3</sup> )<br>+17,551x10 <sup>-9</sup> T <sup>4</sup> (J/mol.K) |

Sifat kimia

- Bereaksi dengan oksigen membentuk etilen oksida



- Bereaksi dengan air membentuk etanol



#### b. Oksigen<sup>[15]</sup>

Sifat fisik

- Rumus Molekul :  $\text{O}_2$
- Berat Molekul : 31,999 g/mol
- Densitas : 1,429 g/l
- Wujud : Gas
- Titik didih :  $-183,0\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik leleh :  $-218,8\text{ }^\circ\text{C}$
- Temperatur kritis : 154,6 K
- Tekanan kritis : 50,5 bar
- Kapasitas Panas (Cp) :  $28,106\text{ T} + (-3,680 \times 10^{-6}\text{ T}^2) + 17,459 \times 10^{-6}\text{ T}^3 + (-1,065 \times 10^{-8}\text{ T}^4)$  (J/mol.K)

Sifat kimia

- Dapat bereaksi dengan Etilen membentuk Etilen Oksida



### 1.4.2. Bahan Pembantu

#### b. Silver Oksida<sup>[15]</sup>

Sifat fisik

- Rumus Molekul :  $\text{Ag}_2\text{O}$
- Berat Molekul : 231,735 g/mol
- Densitas :  $7,14\text{ g/cm}^3$
- Wujud : Padat
- Titik didih :  $1950\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik leleh :  $960\text{ }^\circ\text{C}$
- Kapasitas Panas (Cp) :  $5,6 + 0,0015\text{T}$  (J/mol.K)

### 1.4.3. Produk Utama

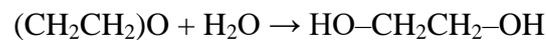
#### a. Etilen Oksida<sup>[14]</sup>

Sifat fisika

- Rumus Molekul : C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O
- Berat Molekul : 44,054 g/mol
- Densitas : 899 kg/m<sup>3</sup>cairan
- Wujud : Gas
- Titik didih : 10,8 °C
- Titik leleh : -112,2 °C
- Temperatur kritis : 469 K
- Tekanan kritis : 71,9 bar
- Kapasitas Panas (Cp) :  $-7,519 T + 22,224 \times 10^{-2} T^2 + (-1,256 \times 10^{-4} T^3) + 25,916 \times 10^{-9} T^4$  (J/mol.K)

Sifat kimia

- Reaksi dengan Air menghasilkan etilen glikol dengan katalis asam sulfat



- Polimerisasi etilen oksida membentuk poli etilen glikol



## 1.5. Analisa Pasar

### 1.5.1. Analisa Ekonomi

Pemasaran produk Etilen Oksida bertujuan untuk memenuhi kebutuhan industri kimia dalam negeri yang tersebar diseluruh Indonesia. Apabila kebutuhan dalam negeri telah terpenuhi maka produk akan dipasarkan keluar negeri (ekspor). Oleh karena itu untuk mengetahui analisa pasar perlu mengetahui potensi produk terhadap pasar.



Kemurnian : 90%<sup>[14]</sup>

**Tabel 1.1.** Daftar Harga Bahan dan Produk<sup>[4]</sup>

No	Bahan	Berat Molekul	Harga (\$/kg)
1.	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28	0,8809
2.	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	44	3,3531
3.	CO <sub>2</sub>	44	0,2817

**Tabel 1.2.** Analisa Kebutuhan Dan Hasil Reaksi Pada Etilen Oksida

Reaksi	Komponen				
	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	O <sub>2</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
1.	-4,55	-3,9	3,9	1,3	1,3

$$\begin{aligned}
 EP &= \Sigma(\text{koef reaksi} \times \text{BM} \times \text{harga})_{\text{produk}} - \Sigma(\text{koef reaksi} \times \text{BM} \times \text{harga})_{\text{reaktan}} \\
 &= (-4,55 \times 44 \times 0,8809) + (3,9 \times 28 \times 3,3531) + (1,3 \times 44 \times 0,2817) \\
 &= \text{US\$ } 176,45/\text{kmol}
 \end{aligned}$$

Kurs dollar pada tanggal 14 Januari 2022, Bank Indonesia = Rp. 14.289,-

Dari hasil hitungan diatas didapatkan bahwa pabrik Etilen Oksida memiliki nilai ekonomi dan dapat didirikan pada tahun 2026

### 1.5.2. Menentukan Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi dalam perencanaan suatu pabrik sangat penting. perencanaan digunakan untuk mengetahui jumlah produk yang dibutuhkan dalam negeri dan juga luar negeri. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan dengan mengetahui nilai permintaan/konsumsi setiap tahunnya dengan melihat perkembangan industri dalam skala kurun waktu berikutnya.

Direncanakan pabrik etilen oksida akan berdiri pada tahun 2026. Sebagai acuan perkiraan data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2014-2020, sehingga perkiraan penggunaan etilen oksida pada tahun 2026 dapat diketahui dengan hitungan rumus sebagai berikut :

$$M = P (1+i)^n \dots\dots\dots(1.1)$$

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 Etilen Oksida di Indonesia[4]

No.	Tahun	Jumlah Impor (ton)	Pertumbuhan
1	2014	42.669,41	-
2	2015	40.408,48	-5,29%
3	2016	58.510,33	44,79%
4	2017	39.047,86	-33,26%
5	2018	36.162,78	-7,38%
6	2019	37.144,53	2,71%
7	2020	40.308,54	8,51%
Rata – rata			1,67%

Dari data diatas dapat diketahui kapasitas impor etilen oksida pada tahun 2026 yakni :

$$\begin{aligned}
 M &= P (1 + i)^n \\
 &= 40.308,54 \times (1 + 0,0167)^6 \\
 &= 44.545,9216 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan rata-rata kenaikan impor sebesar 1,67% per tahun dan kebutuhan etilen oksida dalam negeri pada tahun 2026 yaitu sebesar 44.545,9216 ton, maka kapasitas produksi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$M1 + M2 + M3 = M4 + M5 \dots\dots\dots(1.2)$$

Dimana :

M1 = nilai impor = 0 (pabrik berdiri sehingga impor diberhentikan)

M2 = produksi produk dalam negeri = 22.000 ton/tahun

M3 = kapasitas pabrik baru

M4 = jumlah ekspor pada tahun produksi

M5 = Konsumsi dalam negeri 44.545,9216 ton/tahun

$$M3 = (M4 + M5) - (M1 + M2)$$

$$M3 = (0,65M3 + 44.545,9216) - (0 - 22.000)$$

$$M3 = 70.000 \text{ ton/tahun}$$

Dengan mempertimbangkan permintaan ekspor yang besar dan ketersediaan bahan baku, maka dapat ditentukan kapasitas produksi pada tahun 2026 sebesar 70.000 ton/tahun

## 1.6. Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangatlah menentukan kemajuan dan keberlangsungan industri pada masa kini dan pada masa mendatang. Hal tersebut dipengaruhi beberapa faktor, salah satunya faktor lokasi pabrik tersebut beroperasi. Faktor lokasi meliputi biaya produksi dan distribusi serta pertimbangan sosial dan budaya masyarakat sekitar. Berikut beberapa faktor penting dalam penentuan lokasi pabrik :

### 1. Faktor utama :

#### A. Penyediaan bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait bahan baku yaitu :

- Letak sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku yang ada
- Kapasitas sumber bahan baku
- Cara mendapatkan bahan baku serta distribusinya

#### B. Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait daerah pemasaran yaitu :

- 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 terkait tenaga listrik dan bahan bakar yaitu:

- 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)

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

E. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan terkait iklim yaitu :

- Keadaan alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksinya
- Humidity dan temperatur udara
- Adanya badai, topan, dan gempa bumi

2. Faktor khusus:

A. Transportasi

Meliputi pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan. Selain itu terdapat beberapa terkait fasilitas lain yakni jalan raya, sungai dan laut yang dapat dilalui oleh kapal pengangkut dan pelabuhan yang ada.

B. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu:

- Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah itu
- Perburuhan dan serikat buruh
- Mudah/sukarnya mendapatkan tenaga kerja disekitar pabrik

C. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau :

- Ketentuan-terkait daerah industri
- Ketentuan terkait jalan umum yang ada
- Ketentuan terkait jalan umum bagi industri yang ada didaerah tersebut

D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu:

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

#### E. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

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

#### F. Pembuangan limbah

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

Rencana pembangunan pabrik Etilen Oksida akan didirikan di Kawasan Industri Cilegon. Pemilihan lokasi ini bertujuan agar mendapat keuntungan dari segi teknis maupun ekonomis. Ada beberapa faktor pemilihan lokasi pabrik di Kawasan Industri Cilegon meliputi:

##### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam produksi etilen oksida dapat diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk, Cilegon yang memiliki kapasitas 600.000 ton/tahun, dan udara diperoleh langsung dari lingkungan.

##### 2. Transportasi

Sarana transportasi pada daerah kawasan ini sangatlah mudah diakses baik darat ataupun laut karena tersedianya jalan tol serta pelabuhan yang dekat dengan lokasi pabrik yang akan direncanakan.

##### 3. Utilitas

Kebutuhan pendukung seperti air ,energi dan bahan bakar dilingkungan kawasan Industri Cilegon tersedia cukup memadai. Kebutuhan air dapat diperoleh dari Water Treatment Plant dari pihak pengelola. Kebutuhan energi listrik dipenuhi oleh PT. PLN Rayon Cilegon. Dan kebutuhan bahan bakar berupa solar untuk menjalankan generator diperoleh dari Pertamina.

##### 4. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja dapat tercukupi dari masyarakat sekitar maupun dari berbagai daerah di Indonesia.

5. Biaya untuk Tanah

Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau



**Gambar 1.1.** Lokasi Kawasan Industri KIEC Cilegon