

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu Negara berkembang yang sedang menggalakkan pembangunan, terutama dalam bidang industri dan program alih teknologi. Perkembangan teknologi di Indonesia, khususnya teknologi kimia mengalami peningkatan secara pesat, baik dari segi kuantitas maupun kualitas sehingga kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu semakin meningkat. Peningkatan yang pesat pada industri kimia ini sangat menunjang pertumbuhan ekonomi dan sebagai penguat struktur industri di Indonesia.

Kendala yang dihadapi oleh industri kimia di Indonesia adalah pemenuhan kebutuhan beberapa bahan baku dan bahan pembantu yang masih didatangkan dari luar negeri. Kenyataan tersebut hendaknya menjadi catatan bagi bangsa Indonesia bahwa fundamental ekonomi seharusnya dibangun dengan memperhatikan potensi serta pengolahan sumber daya alam yang melimpah secara arif dan bijaksana sehingga akhirnya peningkatan nilai ekonomisnya dapat dinikmati oleh seluruh komponen bangsa.

Pendirian pabrik kimia yang dapat mendukung industri lainnya atau bahkan dapat merangsang berdirinya industri – industri baru merupakan salah satu langkah yang perlu diambil dalam rangka proses industrialisasi. Salah satu produk yang perlu dikembangkan adalah *Propilen Glikol*.

Propilen glikol adalah suatu senyawa yang mempunyai rumus kimia  $C_3H_8O_2$ , senyawa ini mempunyai nama komersial *propylene glycol industrial* (PGI), sedangkan nama IUPAC dari senyawa ini adalah *1, 2 – propanediol*. Senyawa ini mempunyai sifat-sifat : tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan larut sempurna dalam air.

Adapun kegunaan propilen glikol dalam dunia industri cukup luas antara lain: sebagai bahan pengawet maupun pelarut dalam industri makanan, sebagai obat-obatan, dalam industri kosmetik sebagai pelembab, dan juga berguna dalam industri farmasi untuk formula obat.

Kebutuhan propilen glikol di Indonesia dapat diketahui dari besarnya impor propilen glikol yang masuk ke Indonesia karena sampai sekarang ini belum berdiri pabrik yang memproduksi propilen glikol di Indonesia. Kebutuhan propilen glikol di Indonesia cenderung mengalami peningkatan yang cukup besar, terutama setelah krisis ekonomi mengguncang Indonesia pada tahun 1999. Konsumsi propilen glikol dalam negeri dapat diketahui data impor propilen glikol yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik sebagai berikut :

Tabel. 1.1. Data impor PG di Indonesia

Tahun	Impor Propilen glikol ( ton )
1999	10.514
2000	17.678
2001	14.609
2002	14.577
2003	12.217

(Sumber : BPS, Statistik perdagangan luar negeri Indonesia)

Dari data diatas, dapat dilihat kecenderungan peningkatan konsumsi propilen glikol di Indonesia, namun sampai saat ini belum ada pabrik yang memproduksi propilen glikol di Indonesia, dan kebutuhan propilen glikol dalam negeri seluruhnya dipenuhi dari impor. Bila kebutuhan propilen glikol dalam negeri hanya dicukupi dengan impor terus-menerus, hal tersebut akan memberatkan neraca perdagangan Ekspor-Impor Indonesia, apalagi saat ini dimana nilai tukar rupiah terhadap dollar yang cukup rendah.

Dengan pendirian pabrik propilen glikol yang direncanakan berdiri pada tahun 2010, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan dapat membuka peluang mengekspor produk ini. Disamping itu, pendirian pabrik ini juga akan mendorong pendirian pabrik yang berbahan baku propilen glikol dan juga pendirian pabrik yang memproduksi propilen oksida. Dengan demikian, pendirian pabrik ini akan dapat membuka lapangan kerja

baru yang dapat mengatasi masalah pengangguran di Indonesia dan memperlancar alih teknologi.

### **1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan Pabrik**

Penentuan kapasitas perancangan pabrik didasarkan pada kebutuhan propilen glikol dari tahun ke tahun di Indonesia. Dari data impor propilen glikol Indonesia, kebutuhan propilen glikol di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus

$y = 30516x - 47143855$  dimana  $y$  adalah kebutuhan propilen glikol pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan  $x$  adalah tahun perancangan.

Dari persamaan tersebut, besarnya kebutuhan propilen glikol Indonesia untuk tahun 2010 adalah sebesar 14.193,305 kg, sehingga ditentukan kapasitas perancangan pabrik propilen glikol yang akan didirikan sebesar 20.000 ton / tahun dengan maksud untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri disamping kelebihan produksinya diproyeksikan untuk ekspor.

### **1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik**

Lokasi suatu pabrik akan mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan dan penentuan kelangsungan produksinya. Penentuan lokasi Pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi beberapa faktor, yaitu :

1. Faktor Utama
  - a. sumber bahan baku
  - b. pemasaran
  - c. utilitas
2. Faktor Khusus
  - a. jenis transportasi
  - b. kebutuhan tenaga kerja
  - c. tinggi rendahnya pajak
  - d. keadaan masyarakat
  - e. karakteristik lokasi
  - f. kebijaksanaan pemerintah

Dengan pertimbangan hal tersebut diatas, maka lokasi pabrik direncanakan berdiri di Surabaya, Propinsi Jawa Timur. Pertimbangan – pertimbangan dipilihnya lokasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Sumber bahan baku

Bahan baku memegang peranan penting, dimana dalam proses produksi pabrik sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku ini. Lokasi pabrik yang dekat dengan bahan baku akan lebih menguntungkan. Untuk bahan baku propilen oksida dapat dipenuhi dari dalam negeri, yaitu dari PT.Karya Mitra yang berlokasi di Bogor.

2. Letak pasar

Produksi propilen glikol digunakan untuk kebutuhan pabrik dalam negeri yang sebagian berada di kawasan industri Surabaya. Jadi pemasaran produk cukup dekat. Produksi juga dimaksudkan untuk ekspor dan untuk pasar di luar Jawa, sehingga pemilihan lokasi tepat karena dekat dengan pelabuhan untuk ekspor lewat laut.

3. Utilitas

Untuk kebutuhan sarana penunjang seperti listrik, dapat dipenuhi dengan adanya jaringan PLN transmisi Jawa – Bali, sedangkan untuk kebutuhan air dapat berasal dari sungai yang mengalir di sekitar Surabaya maupun sumber air tanah.

4. Jenis dan sarana Transportasi

Surabaya merupakan daerah yang sangat strategis dalam hal transportasi, karena merupakan kota terbesar kedua di Indonesia, dan juga dekat dengan pelabuhan laut dan udara. Transportasi jalan raya juga terhubung dengan baik dengan berbagai daerah.

5. Kebutuhan tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja sangat mudah tercukupi karena di Indonesia khususnya di Surabaya, memiliki tenaga kerja yang cukup banyak, baik sebagai tenaga ahli, menengah maupun sebagai buruh kasar.

6. Keadaan masyarakat

Surabaya merupakan kawasan Industri, sehingga masyarakatnya telah terbiasa untuk menerima kehadiran suatu pabrik di daerahnya. Selain itu masyarakat juga dapat mengambil keuntungan dengan pendirian pabrik ini.

#### 7. Karakteristik lokasi

Di kawasan industri Surabaya ini telah disediakan tanah yang cukup relatif luas sehingga memungkinkan adanya perluasan pabrik dimasa datang.

#### 8. Kebijakan Pemerintah

Surabaya dirancang sebagai kawasan Industri oleh Pemda Tk. I Jawa Timur. Oleh karena itu, Pemerintah Daerah tentu akan banyak memberikan kemudahan bagi industri baru yang akan didirikan di wilayahnya, terutama dalam hal perijinan untuk pendirian pabrik baru di kawasan industri ini.

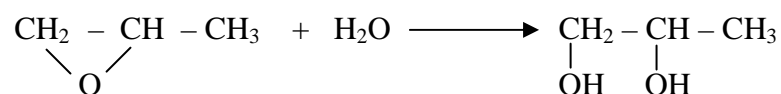
### 1.4. Tinjauan Pustaka

#### 1.4.1. Macam – macam proses

Ditinjau dari prosesnya, pembuatan propilen glikol dapat dilakukan dengan 3 proses :

##### 1. Hidrasi Propilen Oksida tanpa katalis

Reaksi :

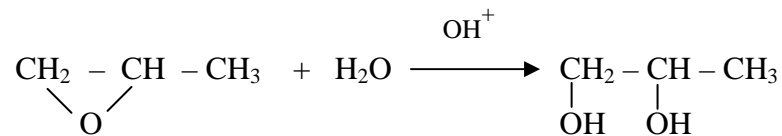


Propilen oksida dan air dicampur dan disimpan dalam *feed tank* kemudian dipompa dari *feed tank* ke dalam reaktor. Reaksi di reaktor berlangsung dalam fase cair. Hasil reaksi yang berupa propilen glikol, dan sedikit dipropilen dan tripropilen glikol serta air. Sisa reaksi dari reaktor dilakukan pemisahan awal dengan separator untuk memisahkan sebagian air sisa reaksi, kemudian campuran propilen glikol dan air dimurnikan dengan proses distilasi.

(Kirk Othmer, vol.20).

## 2. Hidrasi propilen oksida dengan katalis asam

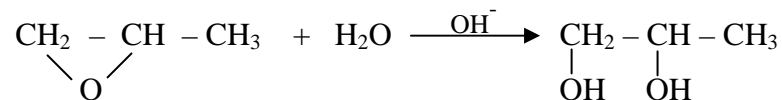
Reaksi :



Sama dengan hidrasi propilen oksida tanpa katalis, namun dalam proses ini dipakai katalis asam yang dicampur H<sub>2</sub>O yang direaksikan dengan propilen oksida di reaktor. ( *Kirk Othmer*, vol.20 . p. 275 ).

## 3. Hidrasi propilen oksida dengan katalis basa

Reaksi:



Proses ini sama dengan hidrasi propilen oksida tanpa katalis. Namun dalam proses ini digunakan katalis basa yang dicampur dengan air sampai konsentrasi tertentu kemudian direaksikan dengan propilen oksida dalam rektor hidrasi. (*Kirk Othmer*, vol.20. p.275).

Proses yang dipilih adalah hidrasi propilen oksida proses spontan / tanpa katalis dengan alasan dari segi ekonomis. Penggunaan katalis asam maupun basa akan meningkatkan biaya produksi terutama mengenai pengadaan katalis dan instalasi penghilangan atau *recycle* katalis itu sendiri. Disamping itu, proses yang biasa dipakai untuk proses komersial adalah proses hidrasi propilen oksida tanpa katalis pada suhu tinggi dan tekanan tinggi. (*Kirk Othmer* vol.20. p.275).

### 1.4.2. Kegunaan produk

Propilen glikol digunakan secara luas dalam industri kimia makanan yaitu digunakan sebagai pelarut, selain itu sebagai *softening agent*, minyak pelumas pada mesin dan juga untuk industri obat-obatan. Propilen glikol adalah pelarut yang baik untuk pewarna makanan dan zat pengharum, digunakan sebagai *humectant* untuk pembuatan tembakau, dapat juga digunakan sebagai *inhibitor* dalam fermentasi makanan,

untuk pelembut atau pelembab di bidang farmasi. Selain itu juga berguna dalam industri cat dan makanan ternak. (*Kirk Othmer* vol.12, p.721 ).

### 1.4.3. Sifat – sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk

#### 1.4.3.1. Sifat bahan baku

##### 1. Propilen oksida

Propilen oksida mempunyai rumus bangun :

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$$

Propilen oksida merupakan cairan yang tidak berwarna dan baunya tidak menyengat. Bahan kimia ini dapat dihasilkan dari propilen melalui proses khlorohidrasi menghasilkan chlorohydrin, kemudian diikuti dengan proses dehidroklorinasi dengan menggunakan *lime* untuk menghasilkan propilen oksida dan *salt*. (*Kirk Othmer* vol.20 p. 277 ).

##### a. Sifat Fisis

Berat molekul	: 58,08
Titik didih ( 1 atm), °C	: 34,23
Titik leleh, °C	: -112,22
Densitas, gr/cc	: 0,8299
Viskositas (10°C), cp	: 0,36
Refraktive indeks	: 1,3605
Spesifik Heat (20°C)	: 0,48
Panas penguapan, kal/gr	: 113

##### b. Sifat Kimia

###### ▪ Reaksi dengan air

Propilen oksida direaksikan dengan air menggunakan katalis asam, katalis basa maupun tanpa katalis menghasilkan mono-, di-, tripropilen glikol.

###### ▪ Reaksi dengan alkohol dan phenol

Dengan alkohol dan phenol, propilen oksida menghasilkan glikol eter yang akan bereaksi lebih lanjut membentuk di-, tri-, dan polipropilen glikol eter.

▪ Reaksi dengan amina

Propilen oksida direaksikan dengan amonia tanpa katalis membentuk mono-, di-, tri- iso propanolamina. Reaksi dengan amina primer menghasilkan amina sekunder dan tersier.

▪ Reaksi dengan asam organik

Propilen oksida direaksikan dengan asam organik akan menghasilkan glikol monoeter.

▪ Reaksi dengan komponen thio

Propilen oksida direaksikan dengan hidrogen sulfida dan dengan thiols (merkaptan) dan thiophenol tanpa katalis akan membentuk merkaptopropanol dan glikol trieter.

▪ Reaksi dengan produk natural

Propilen oksida jika direaksikan dengan gugus hidroksil dalam gula, selulosa dan glikol dengan katalis alkalin membentuk hidroksi propil eter dan turunan poliglikol. (*Kirk Othmer* vol. 20, p.275)

2. Air

Air mempunyai rumus kimia  $H_2O$ , adapun sifat fisis dan kimia air adalah sebagai berikut :

a. Sifat Fisis

Berat molekul	: 18,02
Titik leleh ( 1 atm), °C	: 0
Titik didih ( 1 atm), °C	: 100
Tekanan kritis, atm	: 218
Temperatur kritis, °C	: 374,2
Panas difusi, kkal/gmol	: 1,43
Panas penguapan, kkal/gmol	: 9,71



Panas pembentukan, kkal/gmol	: - 68,31
Indeks bias	: 1,333
Densitas (20°C), gr/cc	: 0,9982
Viskositas (cp)	: 0,6985

b. Sifat kimia

- Mudah melarutkan zat- zat baik cair, padat maupun gas.
- Merupakan reagen penghidrolisa pada proses hidrolisa.

### 1.4.3.2. Sifat Produk

1. Propilen Glikol

Zat yang sering disebut dengan *1,2 propanediol* merupakan salah satu bahan kimia yang mempunyai rumus  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ . Bahan kimia ini berbentuk cairan tidak berwarna, sedikit berbau khas, dan tidak berasa. Propilen glikol merupakan bahan yang dihasilkan melalui reaksi hidrasi propilen oksida .

a. Sifat fisis

Berat molekul	: 76,1
Titik leleh ( 1 atm), °C	: - 60
Titik didih ( 1 atm), °C	: 187,4
Tekanan uap (25 °C), kpa	: 0.017
Panas penguapan, kkal/gmol	: 12,94
Panas pembentukan, kkal/gmol	: 119,5
Indeks bias	: 1,4327
Densitas (25 °C), gr/cc	: 1,032
Viskositas (25 °C), cp	: 48.6
Spesifik Heat, kkal/gr°C	: 0,5934

b. Sifat kimia

- Propilen glikol diesterifikasi langsung dengan *maleic, fumaric* atau asam-asam sejenis asil halida atau asam anhidrid menghasilkan mono dan dieter dengan katalis peroksida pada tekanan rendah dengan zat adhesive.

- Propilen glikol digunakan sebagai inhibitor dalam katalis basa untuk menghasilkan mono (primer dan sekunder) dan dieter (polieter poliol).
- Eter ester dari propilen glikol dihasilkan dengan esterifikasi monoeter dari propilen glikol dengan asam, asam anhidrit atau alkil halida.
- Kondensasi propilen glikol dengan aldehyd menghasilkan siklik asetol atau 4 metil 1.3 dioksilan. (*Kirk Othmer* vol. 12 p. 715)

## 2. Dipropilen glikol

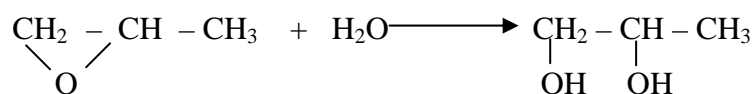
Dipropilen glikol adalah produk samping pada pembuatan propilen glikol. Memiliki rumus kimia  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_2\text{OCHCH}_2\text{OH}$  dan memiliki sifat kimia yang sama dengan propilen glikol. Kegunaan dari dipropilen glikol adalah untuk pembuatan poliester resin dan untuk ekstraksi hidrokarbon dan urethan dan juga untuk *plasticizer*. (*Kirk Othmer* Vol. 12 p. 721)

### ✓ Sifat Fisis :

Berat molekul	: 134,18
Titik leleh ( 1 atm), °C	: - 40
Titik didih ( 1 atm), °C	: 232.2
Tekanan uap (25 °C), kPa	: 0.0021
Panas penguapan, kkal/gmol	: 53,64
Indeks bias	: 1,4407
Viskositas (25 °C), Cp	: 75
Density (25 °C), gr/mL	: 1,022

### 1.4.4. Tinjauan Proses

Pembuatan propilen glikol dari propilen oksida merupakan reaksi hidrasi dalam fase cair dengan persamaan reaksi:



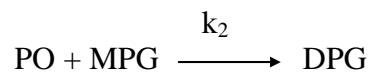
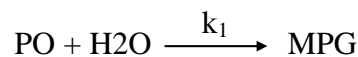
Pada reaksi ini terjadi reaksi samping yaitu satu mol propilen oksida bereaksi dengan satu mol propilen glikol membentuk satu mol

dipropilen glikol, dan satu mol propilen oksida bereaksi dengan satu mol dipropilen glikol menghasilkan satu mol tripropilen glikol.

Reaksi samping yang dihasilkan dapat dikendalikan dengan menggunakan perbandingan reaktan yaitu perbandingan propilen oksida dengan air yang tepat, sehingga untuk mendapatkan hasil yang maksimal digunakan perbandingan reaktan propilen oksida dibanding air adalah 1 : 20.

Konversi reaksi ini adalah 95%. Dengan menggunakan perbandingan 1:20 akan memberikan hasil propilen glikol 92%, dipropilen glikol 8% dan tripropilen glikol 0%. (*Kirk Othmer* vol. 12, p.716).

Reaksi hidrasi dapat dijalankan dengan menggunakan katalis asam, basa ataupun tanpa katalis. Bila reaksi dijalankan tanpa katalis, karena H<sub>2</sub>O berlebih maka reaksi hidrasi propilen oksida adalah reaksi orde satu dengan persamaan kecepatan reaksi:



$$-r_A = k_1 \cdot [\text{PO}] + k_2 \cdot [\text{PO}] \cdot [\text{MPG}]$$

dimana :

$r_A$  = kecepatan reaksi pengurangan PO

$k$  = konstanta kec. Reaksi

dimana  $k_1 = 6,61561 \cdot 10^{-6}$  / jam

$k_2 = 1,333 \cdot 10^{-5}$  / jam

(PO) = konsentrasi propilen oksida

(MPG) = konsentrasi Mono Propilen Glikol

([www.ams.usda.gov/propilen%20glikol%20design%20projects%201997.htm](http://www.ams.usda.gov/propilen%20glikol%20design%20projects%201997.htm))