

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam era industrialisasi, pertumbuhan industri di Indonesia khususnya industri kimia, dari tahun ke tahun cenderung mengalami peningkatan baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Seiring dengan peningkatan tersebut, maka kebutuhan akan bahan baku industri, bahan-bahan kimia maupun tenaga kerja juga akan semakin meningkat. Salah satu bahan baku yang diperlukan itu adalah propilen glikol.

Propilen glikol sering disebut juga dengan 1.2-propanediol atau 1.2-propilen glikol. Bahan kimia ini dapat dipakai dalam berbagai sektor industri kimia seperti:

1. Bahan pengawet maupun pelarut dalam industri makanan.
2. Dalam industri kosmetik digunakan sebagai bahan pelembut atau pelembab.
3. Dalam industri farmasi digunakan untuk formula obat.
4. Dalam industri cat digunakan sebagai *addictive* yang berfungsi untuk penstabil viskositas dan penstabil warna.

(Kirk dan Othmer, 1992)

Kebutuhan propilen glikol di dalam negeri dalam beberapa tahun ini terus meningkat. Namun hingga saat ini belum ada satu pun perusahaan yang memproduksi bahan ini, sehingga seluruh kebutuhan untuk industri dalam negeri masih mengandalkan dari pasokan impor. Dari keterangan di atas, propilen glikol sangat dibutuhkan di Indonesia, sehingga pendirian pabrik propilen glikol sangat diperlukan.

### 1.2. Pemilihan Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas perancangan pabrik didasarkan pada kebutuhan propilen glikol dari tahun ke tahun di Indonesia, kebutuhan propilen glikol di dunia, kapasitas pabrik yang sudah ada serta persediaan bahan bakunya.

Data kebutuhan impor propilen glikol di Indonesia dan produsen propilen glikol di dunia, ditunjukkan pada Tabel 1.1 dan 1.2.

Tabel 1.1. Kebutuhan impor propilen glikol (Tahun 1994–2000)

No	Tahun	Impor (ton)
1	1994	10.848,92
2	1995	11.503,75
3	1996	13.810,63
4	1997	13.716,342
5	1998	6.238,72
6	1999	10.514,17
7	2000	17.678,29

(Badan Pusat Statistik Indonesia, 2003)

Tabel 1.2. Produsen propilen glikol

No	Produsen	Lokasi	Kapasitas (10 <sup>-3</sup> ton)
1	Arco	Bayport, Texas, Amerika Serikat	163
2	Dow	Freeport, Texas, Amerika Serikat	113
3	Dow	Plaquemine, La	68
4	Eastman	S. Charleston, West Virginia, Amerika Serikat	36
5	Olin	Brandenburg, Kentucky, Amerika Serikat	32
6	Texaco	Beaumont, Texas, Amerika Serikat	68

(Kirk dan Othmer, 1992)

Dari data impor propilen glikol Indonesia, dengan mengabaikan penurunan kebutuhan propilen glikol akibat krisis ekonomi pada tahun 1998 yang dianggap sebagai kasus khusus, kebutuhan propilen glikol di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus  $y = 520,61 x + 1.019.000$  dimana  $y$  adalah kebutuhan propilen glikol pada tahun tertentu dalam ton, sedangkan  $x$  adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun

1999 sampai tahun yang akan dihitung. Peningkatan rata-rata kebutuhan propilen oksida setiap tahunnya adalah sebesar 520,61 ton.

Dari persamaan tersebut, besarnya kebutuhan propilen glikol Indonesia untuk tahun 2013 adalah sebesar 28.987,93 ton. Sehingga jika pabrik akan didirikan pada tahun 2013, maka kapasitas perancangan pabrik propilen glikol yang akan didirikan sebesar 30.000 ton/tahun. Disamping untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, kelebihan produksinya diproyeksikan untuk ekspor.

Dengan berdirinya pabrik propilen glikol ini diharapkan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri yang terus mengalami peningkatan konsumsi tiap tahun.
2. Membuka kesempatan berdirinya pabrik-pabrik lain yang menggunakan propilen glikol.
3. Dapat diekspor ke negara lain yang akan mendatangkan devisa bagi negara.

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

Lokasi pabrik merupakan salah satu hal yang penting dalam suatu pabrik, karena berkaitan dengan kelangsungan operasi suatu pabrik. Ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan untuk menentukan lokasi pabrik agar secara teknis dan ekonomis pabrik yang dirancang akan menguntungkan.

Pabrik propilen glikol direncanakan akan didirikan di Gresik, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan:

1. Ketersediaan bahan baku

Mengingat bahan baku yang diperlukan adalah propilen oksida yang diimpor dari Qigo, Singapura, maka letak pabrik di Gresik dapat memenuhi syarat karena terdapat pelabuhan di kota Surabaya yang letaknya berdekatan dengan Gresik. Sedangkan untuk asam sulfat diperoleh dari PT. Petro Kimia Gresik dan untuk natrium hidroksida diperoleh dari PT. Soda Waru Surabaya. Sedangkan metanol dapat diperoleh dari pulau Bunyu, Kalimantan. Kebutuhan air, diperoleh dari sumber air dari aliran sungai Brantas dan Bengawan Solo.

2. Letak pasar

Produk propilen glikol sebagian besar ditujukan bagi industri di Indonesia. Gresik merupakan kawasan industri baik industri menengah maupun industri besar yang merupakan pasar potensial bagi propilen glikol.

3. Sarana transportasi

Lokasi pabrik di Gresik akan mempermudah pemasaran baik untuk industri dalam negeri maupun luar negeri, karena kota Gresik dilalui jalur Pantura yang merupakan jalan utama yang menghubungkan Gresik-Surabaya. Surabaya mempunyai fasilitas transportasi yang lengkap, diantaranya jalur kereta api, jalan darat, pelabuhan udara, dan pelabuhan laut yang memadai untuk pemasaran di luar pulau maupun untuk ekspor.

4. Tenaga kerja

Jawa Timur merupakan salah satu propinsi yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi di Indonesia, sehingga masalah penyediaan tenaga kerja mulai dari tenaga kasar sampai tenaga ahli diharapkan mudah terpenuhi.

5. Kondisi tanah dan daerah

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar, dengan kondisi iklim yang relatif stabil sepanjang tahun sangat menguntungkan. Di samping itu Gresik telah ditetapkan sebagai salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga manajemen dampak lingkungan diharapkan dapat dikelola dengan baik.

6. Perluasan area pabrik

Gresik merupakan kawasan industri yang luas, sehingga masih memungkinkan untuk memperluas areal pabrik jika diinginkan

7. Kebijakan Pemerintah.

Daerah Gresik merupakan kawasan industri yang telah ditetapkan pemerintah, sehingga hal-hal terkait kebijakan pemerintah dalam hal perijinan, lingkungan masyarakat sekitar, faktor sosial serta perluasan pabrik sangat memungkinkan untuk berdirinya pabrik propilen glikol.

## 1.4. Tinjauan Pustaka

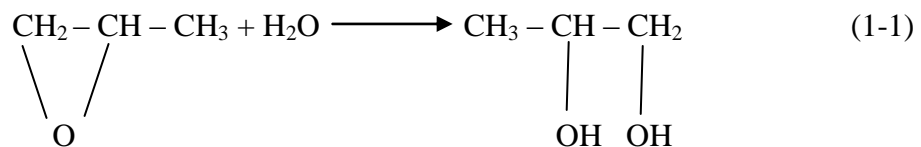
### 1.4.1. Macam-macam Proses

Propilen glikol diproduksi dengan hidrolisis propilen oksida dengan air yang berlebih. Selain reaktan ditambahkan metanol yang berfungsi sebagai *diluent*, karena propilen oksida tidak larut sempurna dalam air.

Ditinjau dari proses pembuatan propilen glikol dapat dilakukan dengan tiga proses:

#### 1. Hidrasi propilen oksida tanpa katalis

Reaksi:

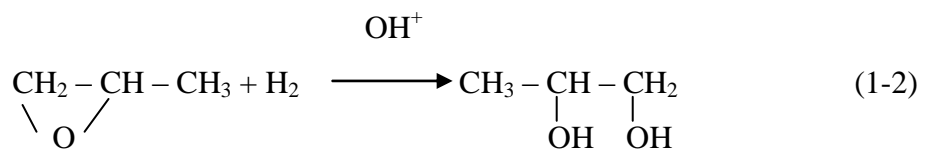


Konversi yang dihasilkan pada proses ini adalah 90%. Pada proses ini, reaksi berlangsung pada suhu 120-190°C dan tekanan 2170 kPa.

(Chan dan Seider, 2004)

#### 2. Hidrasi propilen oksida dengan katalis asam

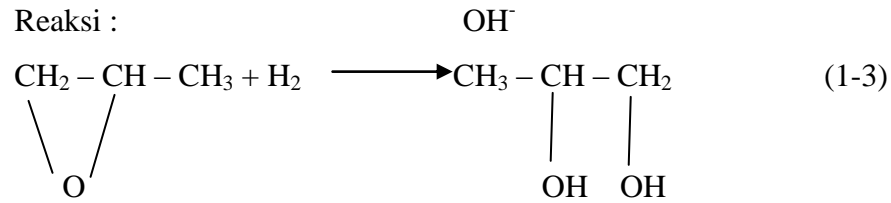
Reaksi:



Pembuatan propilen glikol dengan proses ini dilakukan dengan cara mencampurkan 43,04 lbmol propilen oksida, 802,8 lbmol air, 71,87 lbmol metanol, dan ditambahkan 20 lbmol asam sulfat. Proses ini berlangsung pada suhu 77-93°F dengan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan 95,5%.

(Chan dan Seider, 2004)

3. Hidrasi propilen oksida dengan katalis basa



Proses hidrasi propilen oksida tanpa katalis basa berlangsung pada suhu 70°C dengan tekanan 1 atm, dan konversi yang dihasilkan sebesar 70%.

(Chan dan Seider, 2004)

Dengan mempertimbangkan kondisi proses (suhu dan tekanan) dan konversi yang dihasilkan pada prarancangan pabrik propilen glikol ini dipilih proses hidrasi propilen oksida dengan katalis asam.

#### 1.4.2. Kegunaan Produk

Propilen glikol digunakan secara luas dalam industri kimia makanan, yaitu digunakan sebagai *solvent* untuk pewarna makanan, dan inhibitor dalam fermentasi makanan. Selain itu digunakan dalam bidang farmasi dan obat-obatan sebagai *softening agent*. Pada bidang otomotif, digunakan sebagai minyak pelumas pada mesin. Pada bidang polimer digunakan sebagai *polyester resins*, Propilen glikol dapat juga digunakan untuk membersihkan air yang membeku di lemari es.

#### 1.4.3. Sifat-sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku, Bahan Pembantu dan Produk

##### A. Sifat Bahan Baku

##### 1. Propilen oksida

- Sifat fisis

- Berat molekul	: 58,080 g/gmol
- Titik didih pada 1 atm	: 38°C
- Titik leleh	: -111,93°C
- Densitas	: 0,823 g/cc
- Viskositas pada 10°C	: 0,36 cp

- 
- 
- Refraktif indeks pada 25°C : 1,3605
  - *Spesific heat* pada 20°C : 0,48 kal/g°C
  - Panas penguapan : 113 kal/g
  - Kemurnian : 99,95% (persen massa, sisanya air)
  - Sifat kimia
    - Reaksi dengan air  
Propilen oksida dapat bereaksi dengan air baik menggunakan katalis asam, katalis basa maupun tanpa katalis menghasilkan propilen glikol.
    - Reaksi dengan amonia  
Propilen oksida direaksikan dengan amonia tanpa katalis membentuk mono-, di-, tri-isopropanalamina. Reaksi dengan amina primer menghasilkan amina sekunder dan tersier.
    - Reaksi dengan asam organik  
Propilen oksida bereaksi dengan asam organik akan menghasilkan glikol monoeter.
    - Reaksi dengan komponen thio  
Propilen oksida dapat bereaksi dengan hidrogen sulfida, dengan thio (merkaptan) dan thiopenol tanpa katalis menghasilkan merkaptoproponal 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 eter dan turunan poli glikol.

(Kirk dan Othmer, 1992)

## 2. Air

- Sifat fisis
  - Berat molekul : 18,015 g/gmol
  - Titik leleh pada 1 atm : 0°C

- Titik didih pada 1 atm : 100°C
- Tekanan kritis : 218 atm
- Temperatur kritis : 374,2°C
- Panas fusi : 1,43 kkal/gmol
- Panas penguapan : -68,31 kkal/gmol
- Indeks bias : 1,333
- Densitas pada 25°C : 1,027 g/cc
- Viskositas : 0,6985 cp
- Kemurnian : 100%
- Sifat kimia
  - Mudah melarutkan zat-zat baik cair, padat maupun gas
  - Merupakan *reagent* penghidrolisa pada proses hidrolisa

## B. Sifat Bahan Pembantu

### 1. Asam sulfat

- Sifat fisis
    - Rumus kimia : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
    - Berat molekul : 98,078 g/mol
    - Fase/wujud bahan : cair
    - Titik didih pada 1 atm : 340 °C
    - Titik leleh : 10,49 °C
    - Kelarutan dalam 100 bagian
      - air dingin : ∞ (*infinite*)
      - air panas : ∞ (*infinite*)
      - *other reagent* : *decomposes*
    - Densitas pada 20°C : 1,84 g/ml
    - Kemurnian : 98% (persen massa, sisanya air)
- (Perry, 1999)



- Sifat kimia
  - $\text{H}_2\text{SO}_4$  bereaksi dengan  $\text{HNO}_3$  membentuk ion nitrit/nitronium ( $\text{NO}_2^+$ ) yang sangat penting dalam suatu reaksi nitrasi.  
$$\text{HONO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{HSO}_4^- + \text{NO}_2^+ + \text{H}_3\text{O}^+ \quad (1-4)$$
  - $\text{H}_2\text{SO}_4$  mempunyai gaya tarik yang besar terhadap air dan membentuk senyawa-senyawa hidrat seperti  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
  - Dalam reaksi nitrasi, sifat  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ini mencegah  $\text{HNO}_3$  membentuk ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) dan ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan hanya membentuk ion nitronium ( $\text{NO}_2^+$ ).

(Fessenden, 1992)

## 2. Natrium hidroksida

- Sifat fisis :
  - Rumus kimia : NaOH
  - Berat molekul : 39,997 g/mol
  - Fase/wujud bahan : cair
  - Titik didih pada 1 atm : 1388 °C
  - Titik leleh : 318 °C
  - Densitas pada 20°C : 2,13 g/ml
  - Panas laten pencampuran : 167,4 kJ/mol
  - Panas pembentukan ( $\Delta H_f$ ) : -102 kJ/kmol
  - Panas pelarutan : -10,2 kkal/gmol
  - Kelarutan dalam 100 bagian
    - air dingin pada 0°C : 71
    - air panas pada 100°C : 163,2
  - Kemurnian : 60% (persen massa, sisanya air)
- Sifat kimia
  - Dalam proses ini NaOH sebagai penetral asam nitrat.  
Reaksi:



(Fessenden, 1992)

### 3. Metanol

#### • Sifat fisis

- Rumus molekul : CH<sub>3</sub>OH
- Fase/wujud bahan : cair
- Warna : tidak berwarna
- Berat molekul : 32,04 g/mol
- Titik didih : 64,75°C
- Titik lebur : -97°C
- Temperatur kritis : 239,43°C
- Tekanan kritis : 79,81 atm
- Densitas pada 30°C : 782,8067 kg/m<sup>3</sup>
- Viskositas pada 30°C : 0,5059 cp
- Kemurnian : 85% (persen massa, sisanya air)

#### Sifat kimia

Metanol merupakan alkohol alifatik dengan rumus molekul CH<sub>3</sub>OH yang reaktivitasnya ditentukan oleh gugus hidroksinya. Reaksi dengan metanol terjadi melalui pecahnya gugus C-O dan ikatan -H.

Reaksi-reaksi yang penting dalam industri:

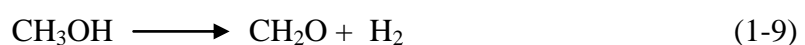
- Dengan logam Na membentuk sodium metilat dan gas H<sub>2</sub>



- Dengan asam akrilat membentuk metil akrilat



- Dehidrogenasi metanol akan menghasilkan formaldehid



### C. Sifat produk

#### 1. Propilen glikol

- Sifat fisis

- Berat molekul : 76,095 g/gmol
- Titik leleh pada 1 atm : -60°C
- Titik didih pada 1 atm : 187,4°C
- Tekanan uap pada 20°C : 0,091 mmHg
- Panas penguapan : 12,94 kkal/gmol
- Panas pembentukan : 119,5 kkal/gmol
- Indeks bias : 1,4327
- Densitas pada 25°C : 1,033 g/cc
- Viskositas : 0,581 cp
- *Spesific heat* : 0,5934 kal/g°C
- Kemurnian : 99,95% (persen massa sisanya air)

(Kirk dan Othmer, 1992)

- Sifat kimia

- Propilen glikol diesterifikasi dengan maleik, fumarik atau asam-asam sejenis hasil halida atau asam anhidrid menghasilkan mono dan diester dengan katalis peroksida pada tekanan rendah dengan zat *adhesive*.
- Propilen glikol digunakan sebagai inisiator dalam katalis basa untuk menghasilkan mono (primer dan sekunder) dan dieter (polieter polioliol).
- Kondensasi propilen glikol dengan aldehyd menghasilkan siklik asetal atau 4 metil 1.3 dioksilan.