



---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Dalam era industrialisasi sekarang ini, industri kimia mengalami perkembangan yang sangat pesat, jumlahnya dari tahun ke tahun semakin meningkat pesat, seiring dengan meningkatnya jumlah industri tersebut, kebutuhan terhadap bahan baku juga semakin besar. Selain meningkatnya kebutuhan bahan baku untuk industri, meningkatnya jumlah industri tersebut berpengaruh terhadap meningkatnya kebutuhan tenaga kerja. Salah satu bahan kimia yang dibutuhkan adalah Propilen glikol.

Propilen glikol yang disebut juga 1.2-propanediol merupakan salah satu bahan kimia yang memiliki banyak fungsi dan digunakan di berbagai industri kimia, antara lain :

1. Dalam industri makanan digunakan sebagai pengawet makanan.
2. Dalam industri kosmetik berfungsi sebagai pelembut dan pelembab.
3. Sebagai salah satu formula dalam industri farmasi.
4. Sebagai *addictive* dalam industri produksi cat, yang berfungsi sebagai pengatur atau penstabil viscositas dan warna.

(Kirk dan Othmer, 1992)

Konsumsi industri dalam negeri terhadap propilen glikol dalam kurun waktu 10 tahun terakhir ini semakin meningkat, namun belum ada satupun industri kimia dalam negeri yang memproduksi Propilen glikol, sehingga untuk mencukupi kebutuhan propilen glikol Indonesia harus impor hal ini menunjukkan bahwa sangat diperlukan mendirikan pabrik propilen glikol di Indonesia.



## 1.2 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik propilen glikol memerlukan tinjauan dari berbagai aspek, antara lain kebutuhan *propylene glycol* dalam negeri selama 10 tahun terakhir dan kapasitas Industri serupa yang telah berjalan, di samping itu perlu juga meninjau tentang ketersediaan bahan baku.

Tabel 1.1 menunjukkan kebutuhan *propylene glycol* di Indonesia yang sampai saat ini masih mengimpor dari luar negeri.

Tabel 1.1. kebutuhan impor propilen glikol (tahun 2001-2010)

No	Tahun	Impor (ton)
1	2001	15.553,76
2	2002	14.609,32
3	2003	14.577,27
4	2004	11.562,96
5	2005	16.941,86
6	2006	18.602,08
7	2007	17.544,46
8	2008	20.054,11
9	2009	22.873,14
10	2010	23.667,08

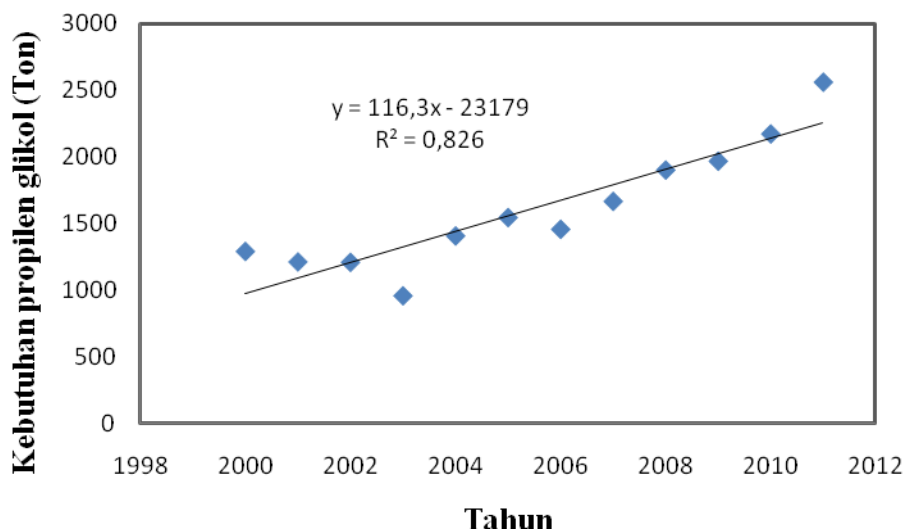
(Badan Pusat Statistik, 2011)

Tabel. 1.2 Produsen propilen glikol

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



Dari data impor propilen glikol di Indonesia, dengan mengabaikan penurunan kebutuhan propilen glikol akibat dari dampak krisis ekonomi Indonesia pada tahun 1998 tidak berpengaruh pada kebutuhan impor propilen glikol yang semakin meningkat. Seperti ditunjukkan dalam gambar 1.1 berikut :



Gambar 1.1. Grafik impor propilen glikol tiap tahun

Dari grafik diatas diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$y = 1.396x - 3E+06 \quad R^2 = 0,826 \quad (1.1)$$

Keterangan :

y = Kebutuhan propilen glikol pada tahun tertentu

x = Tahun yang dihitung

Dari Persamaan (1.1) diperoleh kapasitas sebesar 211.160 ton/tahun. Kemudian dengan mengacu pada kapasitas industri serupa yang telah berdiri dipilih kapasitas sebesar 429.000 ton/tahun.

Diharapkan dengan kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri yang terus mengalami peningkatan serta memacu berdirinya industri serupa di Indonesia dan juga dapat memenuhi kebutuhan ekspor.



### 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi merupakan aspek tinjauan yang sangat penting dalam berdirinya suatu pabrik, karena dapat menjamin kelangsungan operasi pabrik tersebut. Beberapa pertimbangan dalam memilih lokasi pabrik antara lain jika ditinjau secara teknis dan ekonomis lokasi sangat strategis terhadap sektor marketing.

Pabrik propilen glikol ini akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini dikarenakan :

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang diperlukan antara lain: Propilen Oxide yang diimpor dari Qigo, Singapura maka pemilihan pabrik di Gresik yang dekat dengan pelabuhan kota Surabaya. Sedangkan untuk bahan baku Asam Sulfat didatangkan dari PT. Petrokimia Gresik dan natrium hidroksida dari PT. Soda Waru, Surabaya. Dan methanol dari pulau Bunyu, Kalimantan. Air dari sungai Brantas dan Bengawan Solo.

2. Letak pasar

Produk propilen glikol sebagian besar akan dipasarkan di daerah industri Jawa Timur yang merupakan pusat Industri baik menengah maupun industri besar, yang semuanya merupakan pasar potensial propilen glikol.

3. Sarana Transportasi

Lokasi di Gresik akan mempermudah dalam penjualan produk di dalam maupun luar negeri, karena Gresik dilewati jalur pantura yaitu jalan utama penghubung Gresik-Surabaya. Surabaya memiliki transportasi yang sangat lengkap baik darat, laut dan udara yang sangat mendukung dari segi marketing.

4. Tenaga kerja

Jawa Timur merupakan provinsi yang padat penduduk, sehingga tenaga kerja baik tenaga kasar maupun tenaga ahli mudah terpenuhi.

5. Kondisi tanah dan daerah

Keadaan tanah yang sangat luas dan merupakan tanah datar dengan iklim yang relatif stabil dianggap sangat menguntungkan disamping sebagai



salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga manajemen dampak lingkungan dapat dikelola dengan baik.

6. Perluasan area pabrik

Kawasan industri di Gresik masih sangat luas sehingga perluasan lokasi pabrik sangat memungkinkan jika diperlukan.

7. Kebijakan pemerintah

Gresik adalah kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah, sehingga semua hal yang menyangkut kebijakan pemerintah baik perihal perijinan, lingkungan masyarakat serta faktor sosial sangat mendukung.

## 1.4 Tinjauan Pustaka

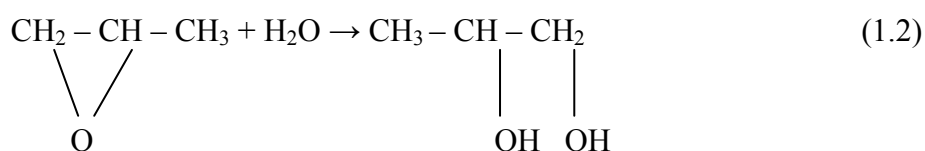
### 1.4.1 Macam-macam proses

Propilen glikol dapat diproduksi dengan cara hidrolisis propilen oksida dengan air yang berlebih. Bisa juga dengan cara menambahkan methanol pada reaktan yang berfungsi sebagai *diluent* karena propilen oksida tidak larut dalam air.

Produksi propilen glikol dapat dilakukan dengan 3 proses, antara lain :

1. Hidrasi propilen oksida tanpa katalis

Reaksi :



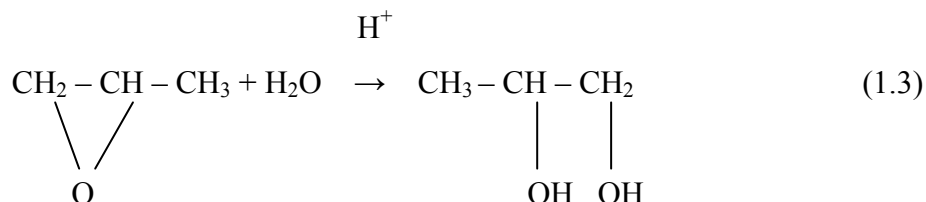
Konversi yang dihasilkan dari proses ini mencapai 90%. Proses ini berlangsung pada temperatur 120-190°C dengan tekanan 2.170 kPa.

(Chan dan Seider, 2004).



## 2. Hidrasi propilen oksida dengan katalis asam

Reaksi :

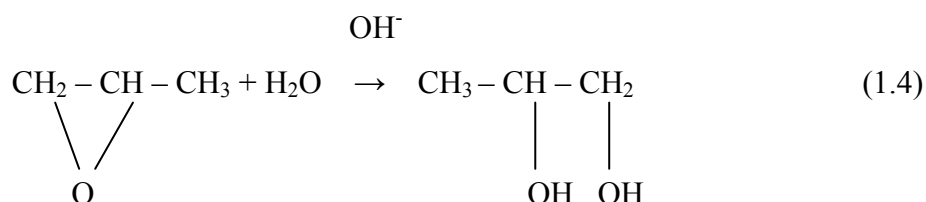


Untuk proses ini telah dilakukan penelitian oleh Chan dan Seider pada tahun 2004 dengan cara mereaksikan 43,04 lbmol propilen oksida dengan 802,8 lbmol air dan 71,87 lbmol methanol sebagai diluent serta 20 lbmol asam sulfat sebagai katalis. Proses ini berlangsung pada kondisi operasi 77-93°F dengan tekanan 1 atm. Diperoleh konversi sebesar 95,5%.

(Chan dan Seider, 2004).

## 3. Hidrasi propilen oksida dengan katalis basa

Reaksi :



Proses produksi propilen glikol dengan katalis basa berlangsung pada temperatur 70°C dengan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan 70%.

(Chan dan Seider, 2004).

Dengan memperhatikan kondisi proses (suhu dan tekanan) serta konversi yang dihasilkan dari berbagai proses pembuatan propilen glikol dipilih proses hidrasi propilen oksida dengan katalis asam.

### 1.4.2 Kegunaan Produk

Propilen glikol secara luas digunakan dalam dunia industri kimia makanan, yaitu sebagai solvent zat pewarna makanan, dan inhibitor fermentasi makanan. Pada bidang farmasi dan obat-obatan digunakan sebagai *softening agent*. Pada bidang otomotif sebagai pelumas mesin.



Dapat juga digunakan sebagai pembersih air yang membeku dalam lemari es.

### 1.4.3 Sifat Bahan Baku dan Produk

#### A. Bahan baku

##### 1. Propilen oksida

###### • Sifat fisis

Berat molekul	: 58,10 g/gmol
Kemurnian	: 99,95%
Titik didih pada 1 atm	: 38°C
Titik leleh	: -111,93°C
Densitas	: 0,82 g/cc
Viskositas pada 10°C	: 0,36 cp
Refraktif indeks pada 25°C	: 1,36
<i>Specific heat</i> pada 20°C	: 0,48 kal/g°C
Panas penguapan	: 113 kal/g

###### • Sifat kimia

###### – Reaksi dengan air

Propilen oksida bereaksi dengan air, baik dengan katalis asam maupun katalis basa bahkan tanpa katalis.

###### – Reaksi dengan amonia

Jika bereaksi dengan amonia maka propilen oksida akan membentuk mono-, di-, tri-isopropanalamina. Bereaksi dengan amina primer membentuk amina sekunder dan tersier.

###### – Reaksi dengan asam organik

Bereaksi dengan asam organik akan membentuk glikol monoeter.

###### – Reaksi dengan komponen thio

Dapat bereaksi dengan hidrogen sulfida, thio (merkaptan) dan thiopenol tanpa katalis membentuk merkaptoproponal dan glikol trieter.

###### – Reaksi dengan produk natural



Jika direaksikan dengan gugus hidroksil dalam gula selulosa dan glikol dengan katalis alkalin maka akan membentuk hidroksi propil eter dan turunan eter serta turunan glikol.

(Kirk dan Othmer, 1992)

## 2. Air

### • Sifat fisis

Berat molekul	: 18,01 g/mol
Titik leleh pada 1 atm	: 0°C
Titik didih pada 1 atm	: 100°C
Tekanan kritis	: 218 atm
Temperatur kritis	: 374,20°C
Panas fusi	: 1.43 kkal/gmol
Panas penguapan	: -68,31 kkal/gmol
Indeks bias	: 1,33
Densitas pada 25°C	: 1,02 g/cc
Viskositas	: 0,69 cp

### • Sifat kimia

- Mudah melarutkan zat cair, padat maupun gas
- Merupakan reagent penghidrolisa dalam proses hidrolisa

## B. Bahan pembantu

### 1. Asam sulfat

#### • Sifat fisis

Rumus kimia	: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Berat molekul	: 98,08 g/mol
Kemurnian	: 98%
Fase/wujud bahan	: cair
Titik didih pada 1 atm	: 340°C
Titik leleh	: 10,49°C
Kelarutan dalam 100 bagian	
– Air dingin	: ∞ (infinitive)





- Air panas :  $\infty$  (infinite)
- Other reagent : *decomposes*
- Densitas pada 20°C : 1,84 g/ml

(Perry, 1999)

• Sifat kimia

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bereaksi dengan HNO<sub>3</sub> akan menghasilkan ion nitrit/nitronium (NO<sub>2</sub><sup>+</sup>) yang berguna dalam reaksi nitrasi.
- $\text{HONO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{HSO}_4^- + \text{NO}_2^+ + \text{H}_3\text{O}^+$  (1.4)
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mempunyai gaya tarik terhadap air yang besar dan menghasilkan senyawa hidrat seperti H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dalam reaksi nitrasi mempunyai fungsi mencegah HNO<sub>3</sub> membentuk ion hidrogen (H<sup>+</sup>) dan nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) serta membentuk ion nitronium (NO<sub>2</sub><sup>+</sup>)

(Fessenden, 1992)

2. Natrium hidroksida

• Sifat fisis

- Rumus kimia : NaOH
- Berat molekul : 39,99 g/mol
- Kemurnian : 50%
- Fase/wujud bahan : cair
- Titik didih pada 1 atm : 1.388°C
- Titik leleh : 318°C
- Densitas pada 20°C : 2,13 g/ml
- Panas laten pencampuran : 167,40 kJ/mol
- Panas pembentukan ( $\Delta H_f$ ) : -102 kJ/kmol
- Panas pelarutan : -10,20 kkal/gmol
- Kelarutan dalam 100 bagian
  - air dingin pada 0°C : 71
  - air panas pada 100°C : 163,20

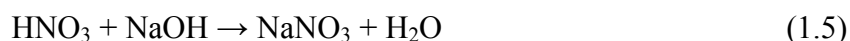
(Kirk dan Othmer, 1992)



- Sifat kimia

- Dalam proses ini NaOH sebagai penetral asam nitrat.

Reaksi:



(Fessenden, 1992)

### 3. Methanol

- Sifat fisis

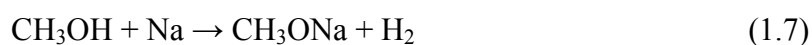
Rumus molekul	: CH <sub>3</sub> OH
Fase/wujud bahan	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 32,04 g/mol
Kemurnian	: 99,98%
Titik didih	: 64,75°C
Titik lebur	: -97°C
Temperatur kritis	: 239,43°C
Tekanan kritis	: 79,81 atm
Densitas pada 30°C	: 782,81 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas pada 30°C	: 0,51 cp
Kemurnian	: > 85% berat metanol
Impuritas	: < 15% berat 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
- $$\text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2 \quad (1.9)$$

### C. Sifat produk

#### 1. Propilen glikol

##### • Sifat fisis

Berat molekul	: 76,09 g/gmol
Kemurnian	: 99,50%
Titik leleh pada 1 atm	: -60°C
Titik didih pada 1 atm	: 187,40°C
Tekanan uap pada 20°C	: 0,09 mmHg
Panas penguapan	: 12,94 kkal/gmol
Panas pembentukan	: 119,50 kkal/gmol
Indeks bias	: 1, 43
Densitas pada 25°C	: 1,03 g/cc
Viskositas	: 0,58 cP
<i>Spesific heat</i>	: 0,59 kal/g°C

(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 skunder) dan dieter (polieter polioliol).
- Kondensasi propilen glikol dengan aldehid menghasilkan siklik asetal atau 4 metil 1.3 dioksilan.