



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. Indonesia dengan jumlah penduduk yang cukup besar harus mampu mengikuti perkembangan tersebut, sehingga Indonesia tidak hanya bertindak sebagai konsumen. Salah satu industri yang cukup menjanjikan adalah industri pembuatan propilen glikol yang dalam kurun waktu 10 tahun ini kebutuhan propilen glikol terus meningkat. Data terakhir dari Badan Pusat Statistik Indonesia rata-rata kebutuhan propilen glikol tahun 2013 mencapai 3.750 ton/bulan atau sekitar 45.000 ton/tahun. Semua kebutuhan ini masih diperoleh dengan mengimpor dari luar negeri, sebab hingga saat ini Indonesia belum memiliki industri pembuatan propilen glikol, sehingga perlulah dilakukan pengembangan industri propilen glikol di Indonesia.

Propilen glikol (1,2-propanediol) memiliki banyak fungsi dan juga digunakan di berbagai industri kimia, antara lain: dalam industri makanan digunakan sebagai pengawet makanan, dalam industri kosmetik berfungsi sebagai pelembut dan pelembab, digunakan juga sebagai salah satu formula dalam industri farmasi, sebagai *additive* dalam industri produksi cat, dan juga berfungsi sebagai pengatur atau penstabil viscositas dan warna.

(Kirk dan Othmer, 1992)

1.2 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Kapasitas produksi dapat diartikan sebagai jumlah maksimal yang diproduksi dalam satuan waktu tertentu. Pabrik yang didirikan harus mempunyai kapasitas produksi yang optimal yaitu jumlah dan jenis produk yang dihasilkan harus dapat menghasilkan laba yang maksimal dengan biaya minimal.



Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik propilen glikol antara lain:

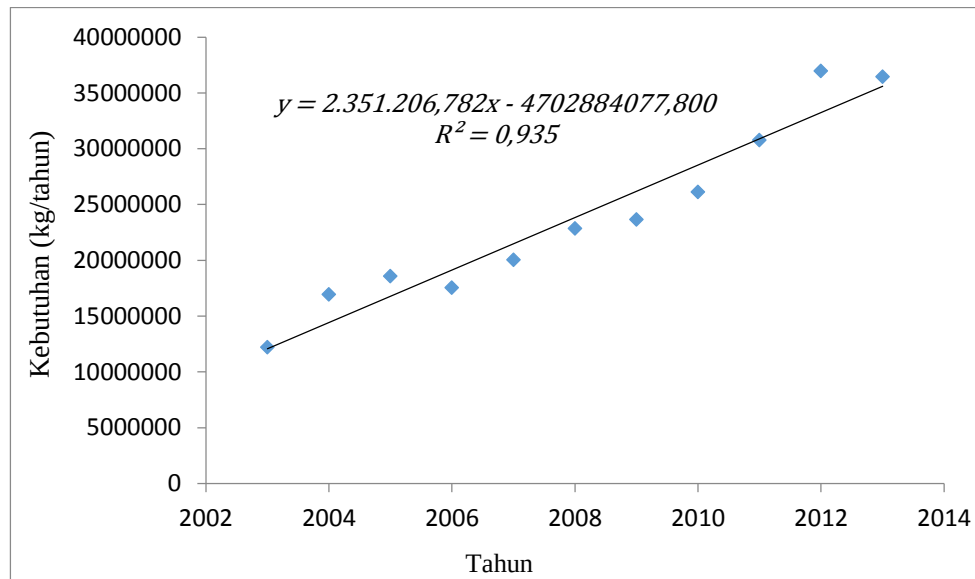
1.2.1 Kebutuhan propilen glikol di Indonesia

Untuk memenuhi kebutuhan propilen glikol di Indonesia, selama ini Indonesia masih mengimpor propilen glikol dari berbagai negara. Kebutuhan akan propilen glikol di Indonesia pada tahun 2003 sampai dengan tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 1.1, dan peningkatan impor propilen glikol di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.1.

Tabel 1.1, Kebutuhan propilen glikol Indonesia tahun 2003-2013.

Tahun	Kebutuhan (kg/tahun)
2003	12217255
2004	16941857
2005	18602076
2006	17544457
2007	20054114
2008	22873143
2009	23667078
2010	26119673
2011	30770939
2012	36983281
2013	36456668

(Badan Pusat Statistik, 2014)



Gambar 1.1, Grafik kebutuhan propilen glikol di Indonesia.

Kenaikan impor propilen glikol sesuai dengan persamaan garis lurus:

$$y = 2.351.206,782x - 4702884077,800 \quad (1.1)$$

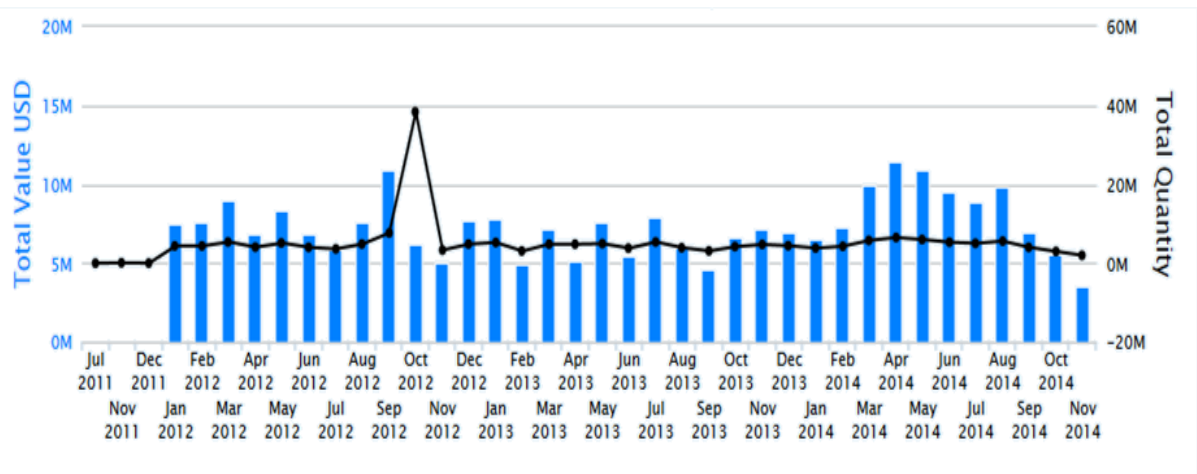
Dari persamaan tersebut dapat diperkirakan besarnya impor propilen glikol pada tahun 2020 adalah sebesar 45.000 ton/tahun. Dengan perkiraan kebutuhan propilen glikol di atas maka ditetapkan kapasitas pabrik sebesar 50.000 ton/tahun. Dengan makin banyaknya kegunaan dari propilen glikol, maka pangsa pasarnya cukup baik dan dapat juga diekspor ke luar negeri.

1.2.2 Kebutuhan propilen glikol di luar negeri

Kebutuhan rata-rata per tahun propilen glikol dunia dari tahun ke tahun cukup stabil dan disertai dengan sedikit peningkatan. Hal ini dapat dibuktikan dengan data kegiatan impor yang dilakukan di dunia pada 3 tahun terakhir ini.



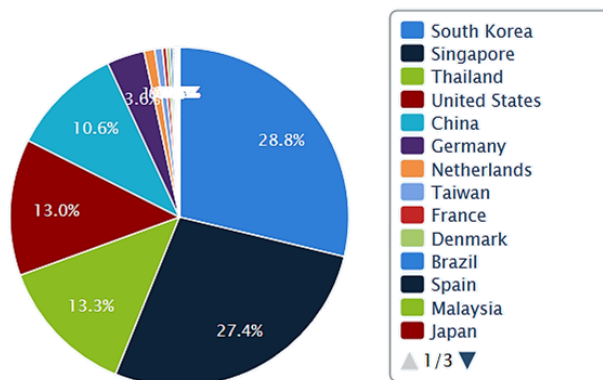
Prarancangan Pabrik Propilen Glikol dari Propilen Oksida dan Air
Kapasitas 50.000 Ton Per Tahun



Gambar 1.2, Data kegiatan impor dunia pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2014

Dari semua kegiatan impor ini, importir terbesar datang dari Korea Utara, Singapura dan Thailand. Berikut ini adalah diagram dari negara-negara yang melakukan impor selama tahun 2013, (www.Zauba.com, 2014):

Total Quantity of Imports by Countries



Gambar 1.3, Persentase negara peng-impor propilen glikol pada tahun 2013

1.2.3 Kapasitas rancang minimum

Beberapa pabrik yang memproduksi propilen glikol mempunyai kapasitas minimum 70.000 ton/tahun (Olin Corporation) dan kapasitas maksimum 374.000 ton/tahun (ARCO Chemical Co.). Kapasitas rancangan minimum pabrik propilen glikol dapat diketahui dari data kapasitas pabrik propilen glikol yang telah berdiri di luar negeri pada Tabel 1.2.



Tabel 1.2, Data kapasitas produksi pabrik propilen glikol di luar negeri

No.	Produsen	Lokasi	Kapasitas (10 ³ ton/tahun)
1	ARCO Chemical Company	Bayport, Texas USA	374
2	Dow Chemical USA	Freeport, Texas USA	250
		Plaquemine, Los Angeles	150
4	Eastmen Chemical Company	S. Charleston, West Virginia, USA	72
5	Olin Corporation	Brandenburg, Kentucky, USA	70
6	Texaco Chemical Company	Beaumont, Texas, USA	120

Dengan melihat faktor-faktor di atas dan proyeksi berdasarkan perhitungan kenaikan impor propilen glikol per tahun, maka dipilih kapasitas rancangan produksi pada tahun 2020 sebesar 50.000 ton/tahun dengan harapan:

- Dapat memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri.
- Dapat mengurangi ketergantungan impor propilen glikol, dan
- Dapat mengeksport propilen glikol karena mengingat kebutuhan propilen glikol yang cukup besar di dunia.

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 Tuban, Jawa Timur. Pemilihan lokasi ini dikarenakan:



a. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku yang diperlukan antara lain: propilen oksida yang diimpor dari Qigo, Singapura maka pemilihan pabrik di Tuban yang dekat dengan pelabuhan kota Surabaya. Sedangkan untuk bahan baku asam sulfat didatangkan dari PT Petrokimia Gresik dan natrium hidroksida dari PT PAKERIN, Surabaya. Dan methanol dari PT Kaltim Methanol Industri, Kalimantan. Air dari sungai Bengawan Solo.

b. 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.

c. Sarana transportasi

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

d. Tenaga kerja

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

e. 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.

f. Perluasan area pabrik

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

g. Kebijakan pemerintah



Tuban 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

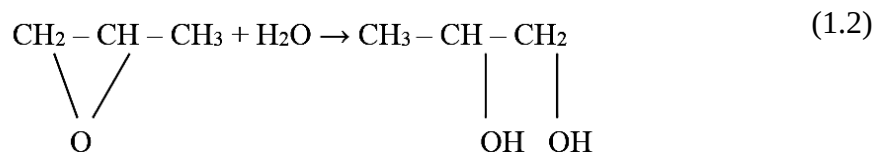
1.4.1 Macam-macam proses

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

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

- a. Hidrasi propilen oksida tanpa katalis

Reaksi :

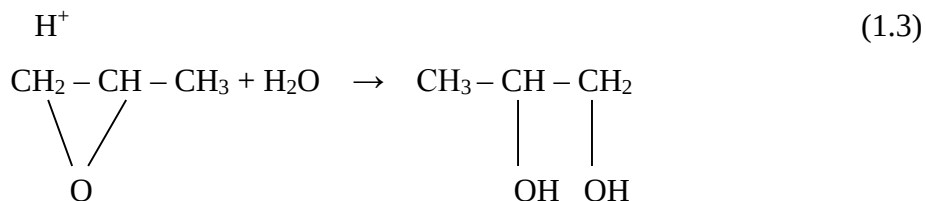


Konversi yang dihasilkan dari proses ini mencapai 90%. Proses ini berlangsung pada temperatur 120-190°C dengan tekanan 2.170 kPa.

(Chan dan Seider, 2004).

- b. 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

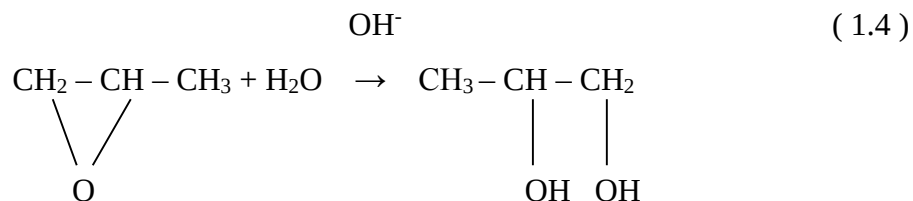


20 lbmol asam sulfat sebagai katalis. Proses ini berlangsung pada kondisi operasi 77-93⁰F dengan tekanan 1 atm. Diperoleh konversi sebesar 99%.

(Chan dan Seider, 2004).

- c. Hidrasi propilen oksida dengan katalis basa

Reaksi :



Proses produksi propilen glikol dengan katalis basa berlangsung pada temperatur 70⁰C 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.

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	: 34,2778 °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>Spesific 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/gmol
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_2SO_4
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	: ∞ (infinitive)
– Other reagent	: <i>decomposes</i>
Densitas pada 20°C	: 1,84 g/ml

(Perry, 1999)

• Sifat kimia

- H_2SO_4 bereaksi dengan HNO_3 akan menghasilkan ion nitrit/nitronium (NO_2^+) 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_2SO_4 mempunyai gaya tarik terhadap air yang besar dan menghasilkan senyawa hidrat seperti $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- H_2SO_4 dalam reaksi nitrasi mempunyai fungsi mencegah HNO_3 membentuk ion hidrogen (H^+) dan nitrat (NO_3^-) serta membentuk ion nitronium (NO_2^+)

(Fessenden, 1992)

2) Natrium hidroksida

- Sifat fisis

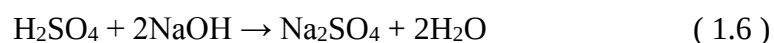
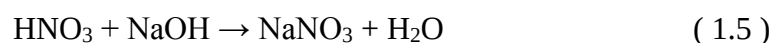
Rumus kimia	: NaOH
Berat molekul	: 39,99 g/mol
Kemurnian	: 50%
Fase/wujud bahan	: cair
Titik didih pada 1 atm	: 1.388°C
Titik leleh	: 318°C
Densitas pada 20°C	: 2,13 g/ml
Panas laten pencampuran	: 167,40 kJ/mol
Panas pembentukan (ΔH_f)	: -102 kJ/kmol
Panas pelarutan	: -10,20 kkal/gmol
Kelarutan dalam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

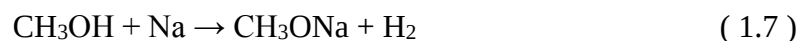


Rumus molekul	: CH ₃ OH
Fase/wujud bahan	: cair
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 32,04 g/mol
Kemurnian	: 99,98%
Titik didih	: 64,75°C
Titik lebur	: -97°C
Temperatur kritis	: 239,43°C
Tekanan kritis	: 79,81 atm
Densitas pada 30°C	: 782,81 kg/m ³
Viskositas pada 30°C	: 0,51 cp
Kemurnian	: > 85% berat metanol
Impuritas	: < 15% berat air

- Sifat kimia

Metanol merupakan alkohol alifatik dengan rumus molekul CH₃OH 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 H₂



- Dengan asam akrilat membentuk metil akrilat



- Dehidrogenasi metanol akan menghasilkan formaldehid



c. Sifat produk

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
Spesific heat`	: 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 poliol).
- Kondensasi propilen glikol dengan aldehyd menghasilkan siklik asetal atau 4 metil 1.3 dioksilan.