

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di dunia yang harus siap dalam menghadapi era globalisasi dan perdagangan bebas. Sebagai negara berkembang, Indonesia banyak melakukan pembangunan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah bidang industri. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi menuntut bangsa Indonesia menuju arah industrialisasi. Sampai saat ini pembangunan sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan, salah satunya adalah industri kimia yang menghasilkan produk jadi maupun produk antara (*intermediate*) untuk diolah lebih lanjut.

Pembangunan dan pengembangan industri kimia di Indonesia merupakan salah satu dari usaha pembangunan nasional jangka panjang. Pembangunan ini diarahkan untuk mencapai struktur ekonomi yang lebih kuat, meningkatkan kemampuan nasional dalam memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri, serta dapat memecahkan masalah ketenaga kerjaan. Selain itu, upaya ini juga dapat mengurangi pengeluaran devisa negara yang digunakan untuk mengimpor bahan-bahan kimia.

Berdasarkan proses produksinya, industri diklasifikasikan menjadi dua macam yaitu industri hulu dan industri hilir. Dimana dalam pengolahannya menjadi produk, kedua industri ini saling berkaitan. Sebagian produk dari industri

hulu merupakan bahan baku dalam industri hilir. Salah satu contoh produk dari industri hulu adalah propilen glikol.

Propilen glikol banyak digunakan sebagai pengawet dan pelarut dalam industri makanan, bahan baku resin poliester tak jenuh, bahan pelembut dan pelembab pada industri kosmetik, campuran obat, sebagai *plastisizer* dan *antifreeze*, serta sebagai bahan aditif dalam industri pembuatan cat. Dari data terakhir, yaitu pada tahun 2017 kebutuhan propilen glikol di Indonesia sebesar 39.816.222 kg/tahun atau sekitar 39.816 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2018). Berdasarkan aplikasinya propilen glikol memiliki peranan yang cukup penting dalam menunjang kehidupan sehari-hari. Sampai saat ini, untuk memenuhi kebutuhan tersebut Indonesia harus mengimpor dari luar negeri.

Di Indonesia sendiri belum ada pabrik yang memproduksi propilen glikol. Sehingga pendirian pabrik propilen glikol memiliki peluang yang besar terhadap pasar dalam negeri. Pendirian pabrik propilen glikol berarti membuka lapangan kerja baru dan menekan angka impor, sehingga mengurangi jumlah pengangguran di Indonesia serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi negara. Selain itu juga untuk memenuhi pasar di luar negeri yang di harapkan dapat meningkatkan devisa negara.

1.2. Kapasitas Perancangan Pabrik

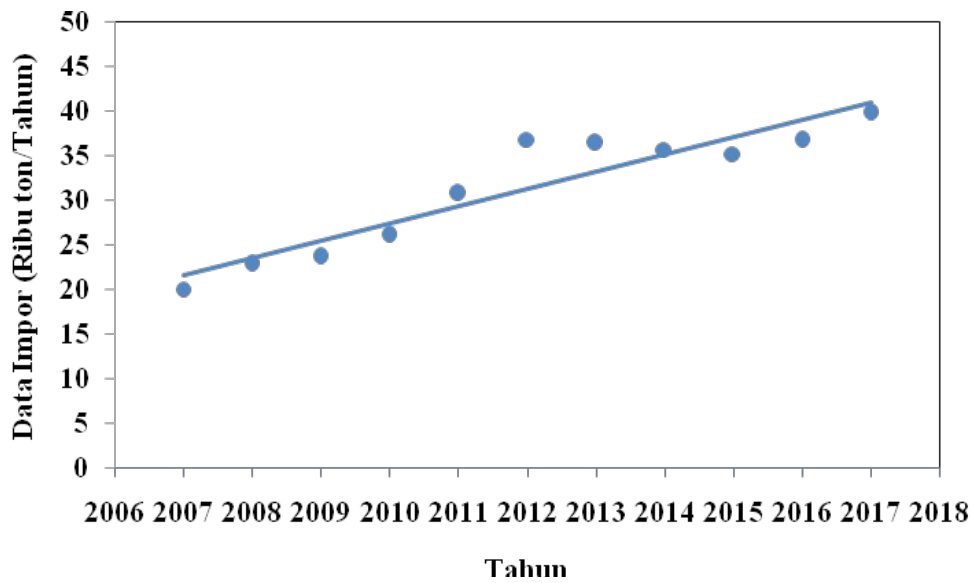
Ada beberapa pertimbangan dalam menentukan kapasitas pabrik propilen glikol ini. Penentuan kapasitas tersebut meliputi beberapa faktor sebagai berikut:

1.2.1. Proyeksi Kebutuhan Propilen Glikol di Indonesia

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan propilen glikol dalam kurun waktu 10 tahun terakhir terus meningkat. Data impor propilen glikol di Indonesia dari tahun 2007 sampai 2017 dapat dilihat pada Tabel 1.1 (Badan Pusat Statistik, 2018) :

Table 1.1. Data impor propilen glikol di Indonesia

Tahun	Jumlah impor (kg/Tahun)
2007	20.054.114
2008	22.873.143
2009	23.667.078
2010	26.119.673
2011	30.770.939
2012	36.883.281
2013	36.456.668
2014	35.743.138
2015	35.217.807
2016	36.748.374
2017	39.816.224



Gambar 1.1. Grafik Impor Propilen Glikol di Indonesia Tahun 2007-2017

Dari Gambar 1.1, diperoleh persamaan:

$$y = 2.000x - 4.000.000 \quad (1.1)$$

dengan $R^2 = 0,8703$

Kebutuhan propilen glikol di Indonesia tiap tahunnya mengalami kenaikan sesuai dengan persamaan garis lurus: $y = 2.000x - 4.000.000$, dimana y adalah kebutuhan propilen glikol pada tahun tertentu dalam kg, sedangkan x adalah jumlah tahun yang dihitung dari tahun 2017 sampai tahun yang akan dihitung. Sehingga kebutuhan impor propilen glikol di Indonesia pada tahun 2023 diperkirakan sebesar 46.000 ton/tahun.

1.2.2. Kapasitas Pabrik Propilen Glikol yang Sudah Berdiri

Kapasitas pabrik yang memproduksi propilen glikol di dunia berkisar dari 20.000 ton/tahun sampai 410.000 ton/tahun. Data kapasitas produksi ini dapat dilihat pada Tabel 1.2. Untuk pasar di luar negeri, Lyondellbasell Industries n.v memiliki peran yang cukup besar dalam memenuhi kebutuhan propilen glikol dunia. Hal ini dapat dilihat dari kapasitas produksi Lyondellbasell Industries n.v yang cukup besar, yaitu sebesar 410.000 ton/tahun.

Tabel 1.2. Daftar pabrik yang memproduksi propilen glikol di dunia

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	ARCO Chemical Company	Bayport, Texas	375.000
2	Dow Chemical	Texas	250.000
3	Eastmen Chemical Company	S.charleston, West Virginia	72.000
4	Olin Corporation	Brandenburg, Kentucky	70.000
5	Texaco Chemical Company	Beaumont, Texas	120.000
6	Archer Daniels Midland Company	Decatur, Amerika Serikat	100.000
7	Arrow Chemical Group Corp	China	80.000
8	Haike Chemical Group	China	60.000
9	Lyondellbasell Industries n.v	Rotterdam, Belanda	410.000
10	Qingdao Shida Chemical Co, Ltd.	China	80.000
11	Asahi Glass Co, Ltd.	Jepang	42.000
12	Dow Chemical Company	Thailand	150.000
13	Huntsman Corporation	Texas	66.000
14	Manali Petrochemicals Limited	India	20.000

1.2.3. Kebutuhan Propilen Glikol di Dunia

Pertumbuhan ekonomi yang kuat diberbagai negara, ditambah dengan meluasnya sektor manufaktur diperkirakan akan mendorong pertumbuhan pasar propilen glikol. Pada tahun 2013 kebutuhan propilen glikol di dunia melebihi 2,12 juta ton, sedangkan pada tahun 2017 sebesar 2,56 juta ton. Kebutuhan ini akan terus meningkat sebesar 4,5% setiap tahunnya (Anonymous, 2017).

Sebagian besar permintaan propilen glikol berasal dari industri otomotif yang berada di negara-negara berkembang seperti India, Brazil, dan Thailand, Cina. Pada industri otomotif propilen glikol digunakan sebagai *antifreeze* (anti beku) pada mesin kendaraan. Karena memiliki sifat *non toxic*, produk ini lebih banyak dipilih dibandingkan dengan etilen glikol.

1.2.4. Penentuan Kapasitas Perancangan Pabrik

Berdasarkan proyeksi kebutuhan propilen glikol dari perhitungan impor, kapasitas pabrik yang telah berdiri, serta kebutuhan di dunia, dipilih kapasitas rancangan produksi pada tahun 2023 sebesar 75.000 ton/tahun. Pemilihan kapasitas perancangan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan propilen glikol dalam negeri yaitu dari total kapasitas, dan sisa dari total kapasitas dapat di ekspor ke luar negeri. Kegiatan ekspor dilakukan karena kebutuhan propilen glikol yang cukup besar di dunia.

1.3. Tinjauan Pustaka

Propilen glikol merupakan produk industri *intermediate*. Propilen glikol adalah salah satu senyawa turunan dari propilen yang mempunyai rumus kimia $C_3H_8O_2$ dengan nama IUPAC 1,2-Propanediol. Senyawa ini mempunyai sifat jernih, cair, kental, sedikit berbau, sedikit pahit, dan memiliki tekanan uap rendah (Kirk dan Othmer, 1983).

Mono, di- dan tri-propilen glikol adalah tiga penyusun utama dari propilen glikol. Senyawa ini larut dalam air dan etanol, bercampur dengan kebanyakan pelarut organik termasuk aseton, kloroform dan beberapa minyak esensial. Propilen glikol memiliki titik didih 188°C , titik beku -59°C . Propilen glikol biasanya dibuat dengan hidrolisis propilen oksida.

1.3.1. Macam-macam Proses

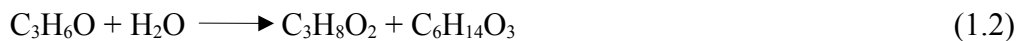
Ditinjau dari proses pembuatannya propilen glikol dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

a. Hidrasi propilen oksida tanpa katalis

Propilen oksida dan air dicampur dan disimpan dalam *feed tank* kemudian dipompa menuju reaktor. Reaksi dalam reaktor berlangsung pada fase cair, namun sebelumnya dalam reaktor ditambahkan etanol sebagai pelarut propilen oksida. Hasil reaksi berupa propilen glikol, sedikit dipropilen glikol serta air sisa reaksi. Pemisahan awal dengan separator dilakukan untuk memisahkan sebagian air sisa reaksi, kemudian dimurnikan lebih lanjut dengan proses distilasi. Reaksi terjadi pada suhu 120°C - 190°C dan tekanan

hingga 2170 kPa. Meskipun proses komersial biasanya menggunakan panas dan tekanan tanpa katalisator, katalis asam atau basa dapat digunakan untuk meningkatkan laju reaksi atau selektivitas produk (Kirk dan Othmer, 1983).

Reaksi :



b. Hidrasi propilen oksida dengan katalis asam

Proses ini sama dengan proses hidrasi propilen oksida tanpa katalis, perbedaannya adalah pada penggunaan katalis asam. Rasio mol H_2O dan $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ sebesar 20 : 1 dengan katalisator asam sulfat atau metil format. Fase reaksi adalah cair - cair (Kirk dan Othmer, 1983).

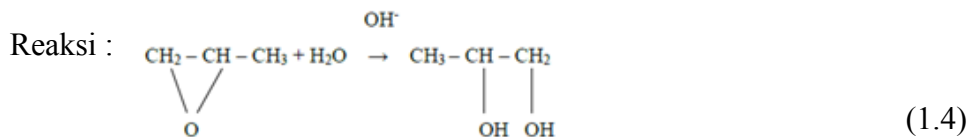
Pada pembuatan propilen glikol, hal yang harus diperhatikan selama proses adalah suhu operasi tidak boleh melebihi 52°C pada tekanan 1 atm, karena propilen oksida mempunyai titik didih yang relatif kecil yaitu $34,23^\circ\text{C}$. Apabila suhu operasi terlalu tinggi dapat mengakibatkan propilen oksida menguap.

Reaksi :



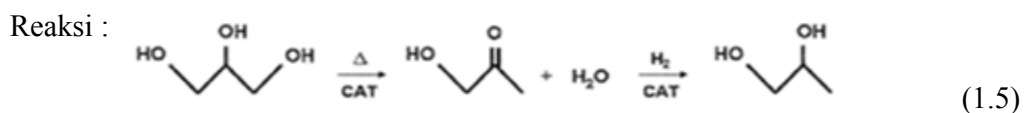
c. Hidrasi propilen oksida dengan katalis basa

Dalam proses ini digunakan katalis basa dan air dicampur sampai konsentrasinya tertentu, kemudian direaksikan dengan propilen oksida dalam reaktor hidrasi (Kirk dan Othmer, 1983). Proses produksi propilen glikol dengan katalis basa berlangsung pada temperatur 70°C dengan tekanan 1 atm. Konversi yang dihasilkan 70% (Chan dan Seider, 2004).



d. Hidrogenolisis gliserol

Proses hidrogenolisis gliserol untuk menghasilkan propilen glikol sebagai produk utama dapat diperoleh melalui reaksi antara gliserol dan hidrogen dengan adanya katalis heterogen. Propilen glikol yang terbentuk memiliki selektivitas sekitar 90%. Katalis heterogen yang digunakan terdiri dari campuran Cu, Cr, Zn dan Zr dengan rasio molar unsur 3 : 2 : 1 : x, dimana x =1 sampai 4. Proses ini memiliki keunggulan kompetitif tersendiri dibandingkan proses tradisional, misalnya kemampuan menggunakan gliserol mentah yang diperoleh dari proses biodiesel untuk menghasilkan propilen glikol dengan hasil tinggi 93%.

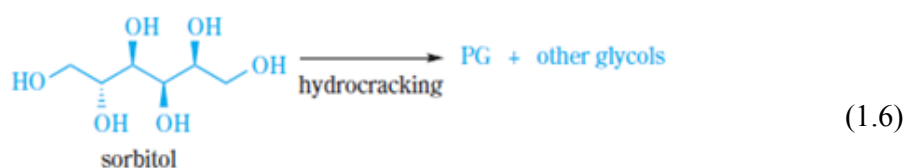


Pada percobaan yang telah dilakukan [Ajay Kumar Dalai](#), [Rajesh Vishnudev Sharma](#), [Pardeep Kumar](#), katalis hanya menunjukkan penurunan aktivitas 10 - 15% bahkan setelah empat putaran tanpa mempengaruhi selektivitas propilen glikol. Reaksi kontinu dilakukan dalam reaktor katalitik dengan larutan gliserol sebesar 80% berat. Pada suhu 235°C, dengan tekanan hidrogen 800 psi, katalis Cu : Zn : Cr : Zr dengan perbandingan molar unsur 3 : 2 : 1 : 3 menghasilkan propilen glikol sebesar 64% ([Dalai et al, 2014](#)).

e. *Hydrocracking* sorbitol

Proses *hydrocracking* sorbitol dapat dilakukan pada suhu kisaran 150°C sampai 250°C dan tekanan 500 sampai 5000 psig dengan hidrogen dan katalis. Sistem katalis yang digunakan terdiri dari logam mulia golongan VIII dari tabel periodik yang digabungkan pada suatu pendukung padat ditambah oksida logam alkali tanah. Contoh katalis yang digunakan untuk menjalankan reaksi ini terdiri dari sekitar 1-10% berat rutenium yang dicampur dengan alumina titan dan 5-50% berat barium oksida. Proses ini dapat dijalankan dalam sistem *batch* maupun *continue* dengan waktu tinggal sekitar 0,5 sampai 10 jam (Arena dan Plaines, 1985).

Reaksi :



Dari proses-proses yang telah di uraikan, dapat dibuat perbandingan untuk setiap proses. Perbandingan ini bertujuan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari setiap proses. Perbandingan setiap proses dapat dilihat pada Tabel 1.3 :

Tabel 1.3. Perbandingan proses pembuatan propilen glikol

Kriteria	Hidrasi propilen oksida tanpa katalis	Hidrasi propilen oksida dengan katalis asam	Hidrasi propilen oksida dengan katalis basa	Hidrogenolisis gliserol	Hydrocracking sorbitol
Tekanan (atm)	21,42	1 - 13,61	1	54,44	217,75
Suhu (°C)	120 - 190	50 - 150	70	235	150 - 180
Katalis	Tanpa katalis	Asam (H ₂ SO ₄ , C ₂ H ₄ O ₂)	Basa (NaHCO ₃ , Mo)	Campuran Cu, Cr, Zn dan Zr	Logam mulia grup VIII ditambah oksida logam alkali
Fase reaksi	Cair-cair	Cair-cair	Cair-cair	Cair-cair	Cair-cair
Reaktor	CSTR	CSTR	CSTR	Fixed bed	Fixed bed
Konversi (%)	90	92	70	>90	57,6
Waktu reaksi (jam)	>2	0,5	1 - 2	0,75 - 1,5	>2
Kekurangan	- Kebutuhan air untuk proses sangat banyak. - Tekanan dan temperatur tinggi. - Waktu reaksi berjalan lambat.	- Katalis asam sebaiknya dihilangkan dahulu sebelum masuk menara distilasi untuk mencegah korosi. - Suhu harus di jaga agar fase reaksi tetap cair-cair.	- Katalis basa dapat menghasilkan isomer diglikol yang tidak diinginkan. - Basa kuat membutuhkan pengolahan yang signifikan. - Konversi produk rendah.	- Katalis yang digunakan cukup mahal. - Tekanan dan temperatur tinggi. - Biaya produksi lebih mahal.	- Katalis yang digunakan mahal. - Tekanan dan temperatur tinggi. - Biaya produksi mahal. - Konversi rendah. - Waktu reaksi lama.
Kelebihan	- Limbah yang dihasilkan dalam proses ini sedikit. - Biaya produksi rendah.	- Kecepatan reaksi meningkat sehingga waktu reaksi berjalan cepat. - Tekanan dan temperatur operasi rendah. - Konversi tinggi.	- Kecepatan reaksi meningkat - Sehingga waktu reaksi berjalan cepat. - Teakan dan temperatur operasi rendah.	- Bahan baku (gliserol) mudah diperoleh. - Waktu reaksi berjalan cepat.	- Bahan baku (sorbitol) mudah diperoleh dan harganya terjangkau.

Berdasarkan Tabel 1.3, dipilih proses hidrasi propilen oksida dengan katalis asam. Hal ini karena reaksi dapat berlangsung dengan cepat pada suhu dan tekanan yang rendah, yaitu 50 - 150°C dan 1 - 13,61 atm. Selain itu dihasilkan konversi yang cukup tinggi sebesar 92%. Proses hidrogenolisis

gliserol tidak dipilih karena membutuhkan investasi yang mahal dibanding proses lainnya.