

## BAB 2

### TEKNOLOGI PROSES

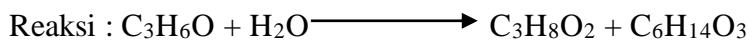
#### 2.1 Teknologi yang Tersedia

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

##### 2.1.1 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.

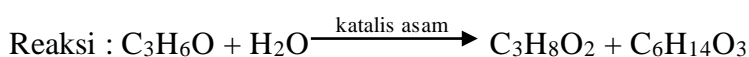
Pemisahan awal dengan separator dilakukan untuk memisahkan sebagian air sisa reaksi, kemudian dimurnikan lebih lanjut dengan proses distilasi. Reaksi terjadi pada suhu 120°C-190°C dan tekanan hingga 2170 kPa. Meskipun proses komersial biasanya menggunakan panas dan tekanan tanpa katalisator, katalis asam atau basa dapat digunakan untuk meningkatkan laju reaksi atau selektivitas produk (Kirk & Othmer, 1983).



##### 2.1.2 Hidrasi propilen oksida dengan katalis asam

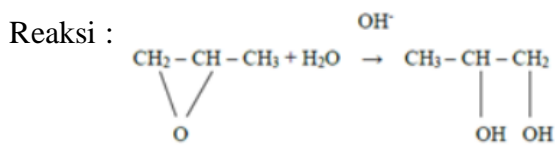
Proses ini sama dengan proses hidrasi propilen oksida tanpa katalis, perbedaannya adalah pada penggunaan katalis asam. Rasio mol H<sub>2</sub>O dan C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O sebesar 20 : 1 dengan katalisator asam sulfat atau metil format. Fase reaksi adalah cair – cair (Kirk & Othmer, 1983).

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°C. Apabila suhu operasi terlalu tinggi dapat mengakibatkan propilen oksida menguap.



### 2.1.3 Hidrasi propilen oksida dengan katalis basa

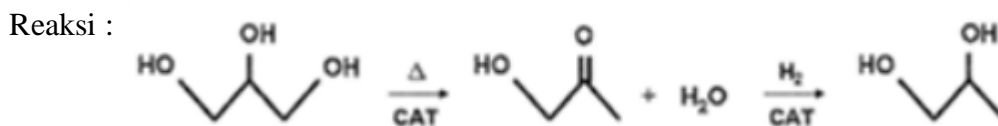
Dalam proses ini digunakan katalis basa dan air dicampur sampai konsentrasinya tertentu, kemudian direaksikan dengan propilen oksida dalam reaktor hidrasi (Kirk & Othmer, 1983). Proses produksi propilen glikol dengan katalis basa berlangsung pada temperatur 70°C dengan tekanan 1 atm dan konversi yang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



Gambar 2. 1 Reaksi Hidrasi Propilen Oksida

### 2.1.4 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%. 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% (Dalai, 2016)

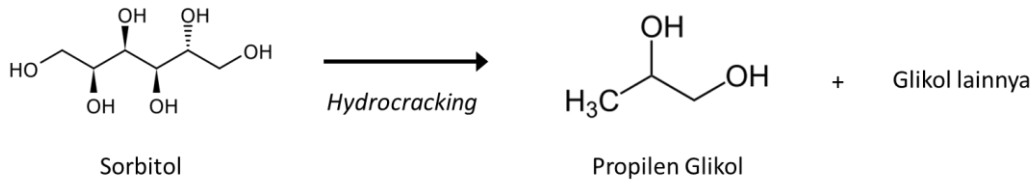


Gambar 2. 2 Reaksi Hidrogenolisis Gliserol

### 2.1.5 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:



Gambar 2.3 Reaksi Hydrocracking sorbitol

## 2.2 Seleksi Proses

Dari kelima proses tersebut, proses yang dipilih yaitu hidrogenolisis gliserol dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut.

### 2.2.1 Efisiensi Proses

#### a. Teknologi

Teknologi yang digunakan pada proses hidrogenolisis gliserol sudah banyak digunakan oleh pabrik-pabrik yang sudah berdiri di dunia. Sehingga keberhasilan memproduksi propilen glikol memiliki peluang yang besar. Dilihat dari produk yang dihasilkan oleh pabrik yang memproduksi propilen glikol menggunakan hidrogenolisis gliserol memiliki kualitas yang baik.

#### b. Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan yaitu gliserol yang tersedia di Indonesia terutama di Gresik. Dengan terpenuhinya bahan baku yang melimpah maka kegiatan proses produksi kecil untuk terjadi hambatan.

#### c. Limbah Yang Dihasilkan

Melihat reaksi yang terjadi, limbah dari proses hidrogenolisis gliserol yaitu hidrogen yang dapat di *recycle* dan air sisa yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Air tersebut dapat diolah secara mandiri di pabrik.

#### d. Penggunaan Katalis

Proses hidrogenolisis gliserol menggunakan campuran katalis  $\text{CuO}:\text{ZnO}:\text{SiO}_2$ . Katalis ini terdiri dari 38,0 gram *copper nitrate trihydrate*, 36,6 gram *zinc nitrate hexahydrate*, dan 12,5 gram *colloidal silica 20% by weight* (diproduksi oleh Nissan Chemical Industries, Ltd.,) seluruh bahan dilarutkan dengan air suling hingga volume 500 mL dan diaduk hingga homogen. Kemudian buat larutan *anhydrous sodium carbonate* dengan cara melarutkan sebanyak 32,7 gram *anhydrous sodium carbonate* ke dalam air suling hingga volume 500 mL. Kedua larutan tersebut diteteskan dedalam air suling sebanyak 300 mL dengan kecepatan 3 mL/menit sambil terus diaduk. Endapan yang dihasilkan dikeringkan dengan suhu 110 °C selama 3 jam, lalu dilakukan proses kalsinasi pada temperatur 400 °C selama 3 jam. Hasil berupa padatan *cooper oxide/zinc oxide/silica* dengan perbandingan 50:40:10 *by weight*.

### **2.2.2 Keamanan Teknologi**

Keamanan proses produksi propilen glikol menggunakan gliserol dan hidrogen tentunya mempertimbangkan faktor keamanan proses teknologi tersebut. Beberapa faktor dipertimbangkan saat memilih proses yang menggunakan gliserol dan hidrogen, yaitu:

a. Kondisi operasi

Pada proses produksi propilen glikol menggunakan teknologi hidrogenolisis gliserol, alat beroperasi pada kondisi suhu yang relatif lebih rendah dibanding teknologi lainnya. Dengan konsidi ini tentu dapat menekan tingkat kecelakaan pada pabrik.

b. Zat berbahaya

Bahan baku yang digunakan pada proses produksi propilen glikol menggunakan teknologi hidrogenolisis gliserol adalah gliserol dan hidrogen. Diantara kedua bahan tersebut, hidrogen memiliki simbol hazard dalam MSDS. Hazard dari hidrogen merupakan gas yang sangat mudah terbakar dan memungkinkan meledak apabila dipanaskan.

### **2.2.3 Biaya**

Proses hidrogenolisis mempunyai fokus biaya pada investasi pada rangkaian unit yang direncanakan. Namun hal ini memiliki nilai ekonomis, berhubung proses yang dilakukan adalah

*continuous* serta memiliki kapasitas produksi yang maksimal dibandingkan proses lainnya. Bahan baku yang digunakan pun tergolong bahan yang mudah ditemukan di Indonesia dan harganya yang relatif murah.

**Tabel 2. 1 Perbandingan Pemilihan Proses**

	<b>Epoxidasi dan Hidrasi</b>	<b>Hidrolisis</b>	<b>Hidrogenolisis</b>
<b>Nomor Paten</b>	US 10214471B2	US 2004/0220433 A1	EP 2 281 795 A1
<b>Tahun</b>	2019	2004	2011
<b>Alat Utama</b>	<i>Loop Reactor</i>	<i>High-pressure Autoclave Reactor</i>	<i>Fixed Bed Multitube Reactor</i>
<b>Bahan Baku</b>	1. Propena 2. Hidrogen Peroksida 3. Epoxidized Soy Fatty Acid Metil Ester	1. Propilen Oxide 2. CO <sub>2</sub> 3. Air 4. Propilen Karbonat	1. Gliserol 2. Hidrogen
<b>Reaksi Kimia</b>	Hidrasi	Hidrolisis	Hidrogenolisis
<b>Katalis</b>	Sodium tungstate dihydrate, Phosporic Acid	Magnesium oksida	(CuO/ZnO/SiO <sub>2</sub> ) 50:40:10
<b>Yield/Conversion</b>	93 %	80 %	99,8 %
<b>Limbah</b>			
<b>Senyawa</b>	Propana Oksida	Karbon Dioksida	Hidrogen, Air
<b>Jenis</b>	Berbahaya	Berbahaya	Tidak Berbahaya
<b>Recycle/Reuse</b>	Tidak	Tidak	Ya
<b>Kondisi Operasi</b>			
<b>Tekanan</b>	41,4 atm	30 atm	29,61 atm
<b>Suhu</b>	78°C	50-200°C	220°C

Berdasarkan beberapa aspek pertimbangan diatas, pabrik propilen glikol yang akan didirikan akan menggunakan proses **hidrogenolisis** dengan bahan baku gliserol dan hidrogen dan acuan yang digunakan adalah **Europe Patent No. 2 281 795 A1**. Pertimbangan utama dimana proses hidrogenolisis memberikan konversi gliserol menjadi propilen glikol yang paling tinggi yaitu 99,8% sehingga untuk menghasilkan produk dengan jumlah yang sama membutuhkan jumlah bahan baku yang lebih sedikit, hal ini mempengaruhi aspek ekonomi

yaitu pada biaya pembelian bahan baku yang lebih rendah serta biaya investasi pembuatan tangki penyimpanan bahan baku yang lebih rendah.

Pertimbangan lain memilih proses hidrogenolisis adalah tidak adanya limbah berbahaya yang dihasilkan karena hasil samping reaksi adalah sisa hidrogen dan air yang tidak berbahaya dan bahkan dapat dimanfaatkan kembali dengan *me-recycle* hidrogen serta dapat dilakukan pengolahan air.