



## **BAB II PEMILIHAN DAN URAIAN PROSES**

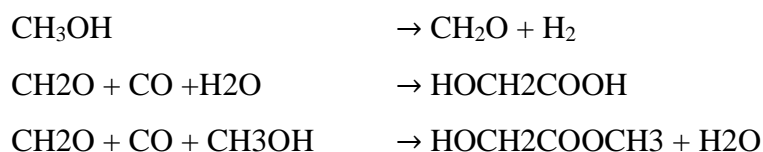
### **II.1. Macam – Macam Proses**

Proses produksi Etilen Glikol terdiri dari berbagai macam proses diantaranya sebagai berikut.

1. Proses Karbonasi menggunakan Karbon Dioksida
2. Etilen Glikol dari Transesterifikasi Etilen Karbonat
3. Proses Oksidasi dilanjutkan Hidrolisis
  - a. Oksidasi Langsung dengan Oksigen
  - b. Oksidasi Langsung dengan Udara
  - c. Hidrolisis Etilen Oksida

#### **II.1.1. Proses Du Pont Formaldehid**

Pada proses Du Pont, formaldehid bereaksi dengan karbon monoksida dan air yang dijalankan pada suhu sekitar 200°C dan tekanan 700 atm untuk memproduksi glycolic acid (90-95%). Glycolic acid diesterifikasi dengan metanol (atau n-propanol), dan alkyl glycolate dihidrogenasi pada fase uap pada suhu 200°C dan tekanan 30 atm menggunakan katalis kromat untuk menghasilkan etilen glikol dan alkohol. Alkohol kemudian dikembalikan ke langkah esterifikasi. Reaksi hidrogenasi dapat juga dijalankan pada fase padat tekanan sampai dengan 40 atm menggunakan katalis magnesia-copper oxide, produk yang diperoleh minimal sebanyak 75%. Langkah- langkah dalam Du Pont Formaldehid adalah sebagai berikut



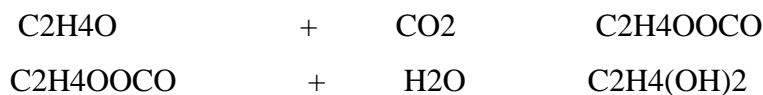
*(Mc Ketaa, Vol. 20, Hal. 238)*

#### **II.1.2. Etilen Glikol dari Transesterifikasi Etilen Karbonat**

---

**Bab II Pemilihan Dan Uraian Proses**

Proses transesterifikasi etilen karbonat ini didasarkan pada reaksi dari etilen karbonat dengan metanol untuk menjadi dimetil karbonat dan etilen glikol yang digambarkan dalam paten Texaco. Selektivitas etilen glikol sangat baik dengan sedikit dietilen glikol sehingga produksi glikol tinggi. Secara luas kisaran katalis yang dikembangkan termasuk resin ion exchange, zirconium dan titanium, senyawa tin, asam, protein, dan basa. Reaksi yang terjadi adalah:



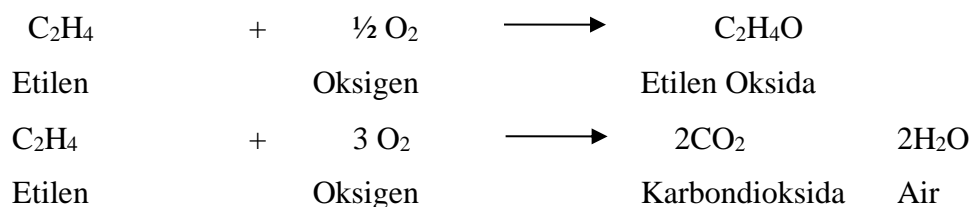
Pada reaksi ke dua merupakan reaksi hidrogenasi yang memerlukan katalis tembaga (Kirk-Othmer, 1999).

Temperatur operasi pada reaksi ini adalah 90-200°C dan tekanan operasi sebesar 3-97 atm dengan yield yang rendah dan konversi total sebesar 75%

(Mc.Ketta, 1984).

**II.1.3. Proses Oksidasi dilanjutkan Hidrolisis****II.1.3.1. Proses Oksidasi****II.1.3.1.1. Oksidasi Langsung dengan Oksigen**

Dalam proses ini terjadi reaksi pembentukan etilen oksida dan reaksi samping menghasilkan karbondioksida dan air.



Reaksi dijalankan dalam reaktor fixed bed multitube pada tekanan 1-2,2 MPa dan suhu 220-275°C dengan menggunakan katalis perak. Konversi per pass dijaga rendah sekitar 8%-12% untuk mendapatkan selektivitas yang tinggi yaitu 80%-90%. Selain terbentuk etilen oksida, juga terbentuk produk samping yang berupa gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan 15% mol sehingga perlu rangkaian CO<sub>2</sub> absorber dan CO<sub>2</sub> stripper untuk pengurangan kandungan CO<sub>2</sub> sebelum gas keluar dapat di recycle ke reaktor lagi. Selain itu guna mencegah



efek eksplosivitas etilen terhadap oksigen, maka perlu penambahan nitrogen dalam siklus reaktor. (McKetta, 1985).

#### **II.1.3.1.2. Oksidasi Langsung dengan Udara**

Proses ini terdiri dari reaksi utama dan reaksi samping menghasilkan produk yang sama. Proses ini dijalankan pada suhu 220-277°C dan tekanan 1-3 MPa dengan katalis perak. Konversi produk yang dihasilkan bisa lebih tinggi, yaitu sekitar 20%-30% dengan selektivitas 80%.

Dengan digunakannya udara dengan kadar nitrogen tinggi, maka tidak memerlukan gas diluen khusus karena nitrogen berfungsi sebagai diluen untuk pencegahan eksplosivitas. Namun demikian, dengan digunakannya udara sebagai oksidator yang mengandung banyak nitrogen, maka diperlukan pemurnian sebagian reaktan yang tidak bereaksi sebelum di recycle dalam reaktor untuk mencegah akumulasi nitrogen dalam reaktor (McKetta, 1985).

#### **II.1.3.2. Hidrolisis Etilen Oksida**

Pada proses hidrolisis etilen oksida, distribusi produk pada reaktor tidak begitu terpengaruh oleh suhu dan tekanan pada kisaran suhu 90oC-200oC dan tekanan 1-30 bar. Distribusi produk secara substansional sama antara reaksi katalik dan reaksi nonkatalik. Di mana bila dengan katalis basa hasil glikol derajat tinggi akan meningkat atau lebih tinggi bila dibandingkan dengan katalis asam. Kecepatan reaksi hidrolisis sangat dipengaruhi oleh suhu katalis asam. Efektifitas basa sekitar 1/100 dibandingkan dengan asam pada konsentrasi yang sama dalam reaksi hidrolisis. Pemakaian katalis asam dalam reaktor hidrolisis memungkinkan untuk dioperasikan pada suhu dan tekanan relatif lebih rendah dibandingkan reaksi non katalis, tetapi membuat larutan sangat korosif dan membutuhkan peralatan anti korosif yang harganya mahal. Bahan baku etilen oksida dan air dicampur bersama-sama dengan recycle dan dipompa ke reaktor hidrolisis setelah dipanaskan dengan menggunakan air panas recycle dan uap air. Jika unit glikol dikombinasi dengan pabrik etilen oksida, maka akan menjadi pertimbangan ekonomi, untuk memberi



## Bab II Pemilihan Dan Uraian Proses

---

umpan dari unit etilen oksida. Akan tetapi, hal ini dapat berpengaruh pada katalis reaktor etilen glikol jika produk yang dihasilkan monoetilen glikol fiber grade.

Dengan menggunakan proses non katalik, waktu tinggal dalam reaktor cukup lama. Tekanan operasi dikontrol untuk menghindari penguapan etilen oksida. Reaktor yang beroperasi pada suhu 190oC-200oC dengan tekanan 14-22 atmn tergantung pada konsentrasi etilen oksida mula-mula. Campuran air-glikol dari reaktor diumpankan ke evaporator untuk memekatkan konsentrasi dengan menggunakan steam tekanan tinggi. Satu evaporator terakhir beroperasi dengan tekanan vakum. Air yang teruapkan dikondensasi sebagai kondensat. Larutan crude glikol dari evaporator kemudian diumpankan ke distilasi untuk memisahkan air dan fraksi ringan. Campuran glikol yang telah bebas air kemudian difraksinasi dalam kolom distilasi untuk mendapatkan produk utama berupa monoetilen glikol, dan produk samping berupa dietilen glikol dan trietilen glikol. Variabel yang penting dalam proses ini adalah perbandingan air dan etilen oksida. Pada reaksi ini tidak terjadi pembentukan polietilen glikol karena menggunakan air dalam jumlah besar, dengan perbandingan molar rasio air dengan etilen oksida yaitu antara 2,5-30. Proses hidrolisis dengan menggunakan katalis akan dapat dioperasikan dengan temperatur dan tekanan lebih rendah. Tetapi katalis asam bersifat korosif sehingga diperlukan peralatan bahan anti korosi yang mahal (McKetta, 1985).

Pembentukan homolog lebih tinggi pada pembuatan etilen glikol dapat terjadi karena etilen oksida lebih cepat bereaksi dengan etilen glikol daripada dengan air. Yield dapat ditingkatkan dengan pemberian air berlebih yaitu 20 kali lipat. Selain nilainya dapat ditentukan dengan menggunakan katalis asam sulfat dapat juga ditentukan tanpa menggunakan katalis yang dalam prakteknya hampir 90% etilen oksida dapat dikonversi menjadi etilen glikol, sisa reaksi 10% bereaksi dalam bentuk homolog yang lebih tinggi. Untuk penggunaan reaktor etilen glikol lebih baik menggunakan reaktor jenis plug flow dibandingkan dengan reaktor jenis CSTR. (Ullman's, 1989).



## II.2. Seleksi Proses

Mengikuti uraian macam proses pembuatan etilen glikol di atas, maka dapat dilakukan seleksi pemilihan suatu proses dengan mempertimbangkan beberapa parameter pada tabel berikut.

Tabel II.1. Perbandingan Proses Produksi Etilen Glikol

Parameter	Proses		
	Du Pont Formaldehid	Transesterifikasi Etilen Karbonat	Oksidasi Etilen dengan Udara dan Hidrolisis Etilen Oksida
Bahan baku utama	Formaldehid	Etilen Oksida	Etilen
Bahan baku pembantu	Carbon Monoksida	Air	Udara
Produk samping	-	Dietilen Glikol Trietilen Glikol	Dietilen Glikol Trietilen Glikol
Kondisi Operasi	Tekanan : 30 atm Temperatur : 200 °C	Tekanan : 15 atm Temperatur : 100 °C	Tekanan : 1 – 2,2 atm Temperatur : 190 - 275 °C
Konversi	75%	94%	90%
Proses Produksi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menggunakan tekanan yang tinggi sehingga perlu biaya lebih mahal</li><li>• Bahan baku mahal</li><li>• Konversi rendah</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konversi tinggi</li><li>• Kondisi operasi lebih rendah daripada tanpa katalis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kondisi operasi dengan tekanan rendah sehingga biaya murah</li><li>• Konversi tinggi</li></ul>



## PRA RENCANA PABRIK

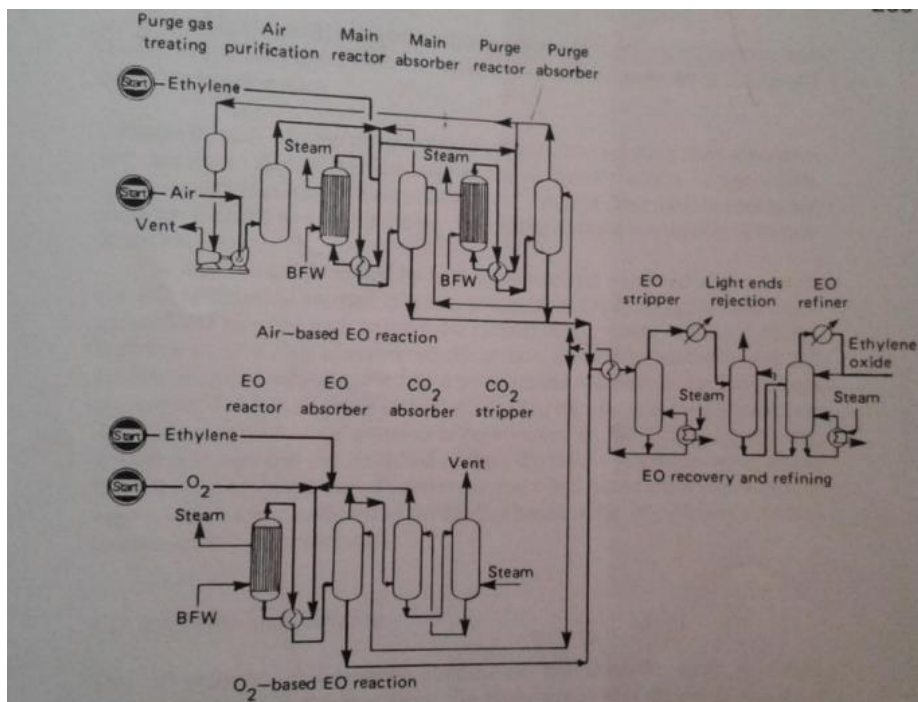
“Etilen Glikol dari Etilen dengan Proses Oksidasi  
Langsung dengan Udara dilanjutkan Hidrolisis Etilen Oksida”

### Bab II Pemilihan Dan Uraian Proses

Dari beberapa macam proses yang dapat digunakan untuk menghasilkan etilen glikol, dengan berbagai pertimbangan, maka ditentukan dalam perencanaan produksi etilen glikol menggunakan proses hidrasi katalitik fase cair. Pemilihan proses ini ditentukan berdasarkan pertimbangan berikut.

1. Biaya mulai dari bahan baku sampai dengan operasional jauh lebih murah dibandingkan dengan proses lain
2. Kondisi operasi lebih rendah sehingga menekan biaya operasional
3. Proses yang digunakan tidak rumit
4. Konversi yang dihasilkan cukup besar yakni 80%
5. Bahan baku sangat mudah didapatkan.
6. Dari segi keuntungan produk samping berupa dietilen glikol, dan trietilen glikol dapat dipasarkan/dijual sehingga menambah nilai ekonomi yang lebih tinggi/profitable.

### II.3. Uraian Proses



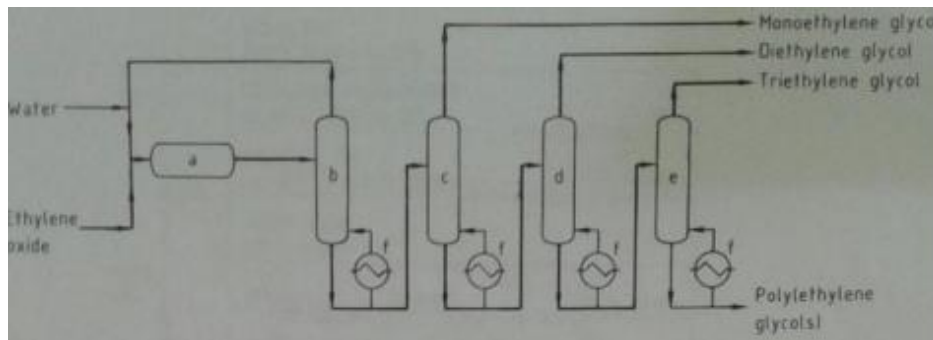
(a)



## PRA RENCANA PABRIK

“Etilen Glikol dari Etilen dengan Proses Oksidasi  
Langsung dengan Udara dilanjutkan Hidrolisis Etilen Oksida”

### Bab II Pemilihan Dan Uraian Proses



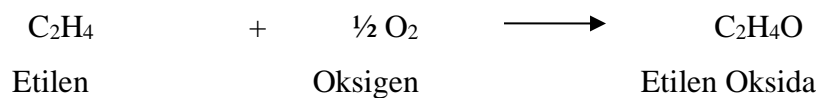
(b)

Gambar II.1 Diagram Alir Proses Produksi Etilen Glikol dengan Oksidasi  
Langsung dengan Udara (a) dilanjutkan Hidrolisis Etilen Oksida (b)

#### 1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Gas etilen dikirimkan melalui pipa bawah tanah yang terhubung langsung ke pabrik etilen glikol. Gas etilen dengan tekanan 25 kg/cm<sup>2</sup> menuju mixing tee. Bahan baku udara dengan temperatur ruang dialirkan melalui blower untuk menghilangkan impurities udara. Kemudian udara dimasukkan ke dalam mixing tee untuk dicampur dengan gas etilen.

#### 2. Tahap Pembentukan Etilen Oksida



Campuran udara dan gas etilen keluar dari mixing tee pada temperatur 34°C dialirkan ke heater dengan temperatur keluar 58°C kemudian masuk ke heat exchanger untuk dipanaskan hingga temperatur 200°C. Campuran umpan kemudian dialirkan ke bagian bawah reaktor untuk pembentukan gas etilen oksida dan reaksi samping seperti pembentukan CO<sub>2</sub>. Gas-gas hasil reaksi ini kemudian turun mengalir ke dengan temperatur keluar 200°C kemudian masuk ke heat exchanger untuk didinginkan hingga temperaturnya turun menjadi 48°C.

Gas-gas hasil pendinginan dari heat exchanger dengan temperatur 47°C mengalir ke absorber. Di dalam absorber ini gas etilen oksida diserap dari aliran gas oleh air. Etilen oksida yang terserap dikumpulkan di bagian bawah absorber dengan temperatur 46°C, sedangkan gas-gas seperti CO<sub>2</sub> mengumpul di bagian atas kolom

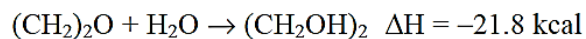


## Bab II Pemilihan Dan Uraian Proses

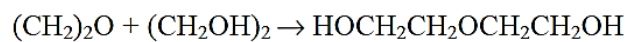
---

dengan temperatur 40°C. Gas CO<sub>2</sub> dialirkan ke pengolahan limbah sedangkan gas etilen dan udara dikembalikan ke dalam mixing tee. Selanjutnya etilen oksida dan air dialirkan ke stripper dengan menggunakan pompa untuk dipisahkan dengan menggunakan steam di stripper.

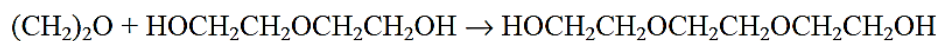
### 3. Tahap Sintesis Etilen Oksida



Monoethylene Glycol



Diethylene Glycol



Triethylene Glycol

Etilen oksida dengan komposisi berat 10% keluar dari stripper dengan temperatur 55°C menuju ke heater untuk dipanaskan hingga temperatur 145°C. Selanjutnya umpan ini masuk ke dalam reaktor untuk pembentukan etilen glikol. Sedangkan etilen oksida yang terpisah dengan air dikembalikan ke absorber dengan temperatur 48°C.

Produk yang keluar dari reaktor bertemperatur 190°C mengalir ke evaporator untuk mengurangi kadar air sehingga konsentrasi glikol meningkat menjadi 90% berat. Keluaran dari evaporator diumpankan ke dalam MEG column untuk dipisahkan monoetilen glikol dan glikol fraksi berat yang terkandung dalam umpan. Uap berkontak dengan cairan umpan sehingga monoetilen glikol sebagai fraksi paling ringan dari glikol menguap ke puncak kolom dan keluar dengan temperatur 139,5°C.

Keluaran bagian bawah MEG column diumpankan ke dalam DEG Column untuk dipisahkan dietilen glikol dan trietilen glikol. Produk dietilen glikol keluar dari bagian atas kolom, sedangkan trietilen glikol keluar dari bagian bawah kolom.