



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

1.1.1 Sejarah

Etilen glikol (1,2-etanadiol) memiliki rumus molekul ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) dan biasa disebut glikol yang merupakan senyawa diol yang sederhana. Diol merupakan senyawa yang mempunyai dua gugus OH atau yang biasa disebut dengan gugus hidroksil. Senyawa ini pertama ditemukan oleh Wurtz pada tahun 1859, dengan perlakuan (reaksi) dari 1,2-dibromoetan dengan perak asetat menghasilkan etilen glikol diasetat, dilanjutkan dengan dihidrolisis menjadi etilen glikol. Etilen glikol pertama kali digunakan di industri selama perang dunia I sebagai produk antara pada pembuatan bahan peledak (etilen glikol dinitrat), tetapi kemudian dikembangkan menjadi produk utama suatu industri. Secara luas, kapasitas produksi etilen glikol melalui proses hidrolisis dari etilen oksida diperkirakan mencapai 7×10^6 ton/tahun (McKetta, 1984).

1.1.2 Alasan Pendirian Pabrik

Etilen glikol merupakan cairan jenuh, tidak berwarna, tidak berbau, berasa manis dan larut sempurna dalam air. Secara komersial, etilen glikol di Indonesia digunakan sebagai bahan baku industri poliester (tekstil) sebesar 97,34%. Sedangkan sisanya sebesar 2,66% digunakan sebagai bahan baku tambahan pada pembuatan cat, minyak rem, *solven*, alkil resin, tinta cetak, tinta *ballpoint*, *foam stabilizer*, kosmetik, dan bahan anti beku (*anti freeze*).

Selama ini Indonesia masih mengimpor dari beberapa negara. Konsumsi etilen glikol dalam negeri cenderung meningkat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1, apalagi dengan pendirian atau perluasan pabrik poliester di mana etilen glikol digunakan sebagai bahan utama, sementara industri tekstil masih mempunyai peluang besar yang cukup baik pasaran lokal atau interlokal sehingga memungkinkan pendirian industri etilen glikol yang digunakan sebagai bahan bakunya.



Etilen glikol digunakan hampir di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Pada tahun 2010 konsumsi nasional etilen glikol sebesar 545.526 ton/tahun. Namun kebutuhan etilen glikol di Indonesia, baru terpenuhi sekitar 50% oleh PT Gajah Tunggal Petrochem Tbk yang memproduksi 216.000 ton/tahun, sedangkan sisanya dipenuhi dengan melakukan impor dari beberapa Negara, yaitu Jepang, Arab Saudi, Kanada, Singapura, Amerika Serikat, Hongkong, Korea dan lain-lain.

Berdasarkan kebijakan pemerintah dalam bidang investasi, pemerintah masih membuka kesempatan investasi bagi industri etilen glikon di Indonesia. Hal ini terlihat dalam Daftar Negatif Investasi (DNI) yang tertuang dalam KepPres No. 54 tanggal 10 Juni 1993, bahwa etilen glikol tidak termasuk dalam bidang industri tertutup bagi penanaman modal, sehingga investasinya masih terbuka untuk PMDN (penanaman modal dalam negeri) maupun PMA (penanaman modal asing).

Dari pertimbangan di atas, maka pabrik etilen glikol layak didirikan di Indonesia dengan alasan sebagai berikut :

- a. Pendirian pabrik etilen glikol dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri (mengurangi kebutuhan impor sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap negara lain).
- b. Menghemat devisa negara.
- c. Membuka lapangan kerja baru sehingga menurunkan tingkat pengangguran.
- d. Membuka peluang bagi pengembangan-pengembangan industri dengan bahan baku etilen glikol, sehingga tercipta diversifikasi produk yang mempunyai nilai ekonomi lebih tinggi.
- e. Semakin banyak minat investor untuk menanamkan modalnya pada industri etilen glikol yang memang menjanjikan keuntungan yang cukup besar.

1.1.3 Kapasitas Perancangan dan Lokasi Pabrik

1.1.3.1 Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik etilen glikol ini perlu mempertimbangkan beberapa hal yang diantaranya proyeksi konsumsi etilen glikol, jumlah produksi etilen glikol yang sudah dipenuhi, oleh produsen dalam



negeri, kapasitas minimal atau maksimal yang terpasang dan ketersediaan bahan baku.

Kebutuhan etilen glikol dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan, hal ini dapat kita lihat dari data impor di bawah ini :

Tabel 1.1. Data Impor Etilen Glikol

No	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
1	2006	257093,4
2	2007	255550,7
3	2008	386161,1
4	2009	214039,5
5	2010	380599,2

(BPS, 2006 - 2010)

Produsen penghasil etilen glikol di Indonesia sampai saat ini hanya ada satu perusahaan yaitu PT Gajah Tunggal Petrochem, Tbk yang memproduksi 216.000 ton/tahun. Jumlah ini belum dapat memenuhi semua kebutuhan etilen glikol di Indonesia sehingga kebutuhan etilen glikol dipenuhi dengan mengimpor dari perusahaan luar negeri seperti yang terlihat pada Tabel 1.2.

Tabel I.2 Kapasitas Produksi Etilen Glikol

No	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1	Dow Kanada	363.000
2	Dow US	400.000
3	Dow Netherland	220.000

Berdasarkan pada pertimbangan di atas, maka ditetapkan kapasitas rancangan pabrik etilen glikol yang akan didirikan pada tahun 2015 sebesar 100.000 ton/tahun. Sedangkan untuk kebutuhan etilen oksida sampai saat ini masih bisa dipenuhi, ini dapat dilihat dari data impor etilen oksida di bawah ini :



Tabel 1.3 Data Impor Etilen Oksida

No	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
1	2006	27,649
2	2007	201,004
3	2008	166,398
4	2009	62,669
5	2010	136,306

(BPS, 2006 - 2010)

Bahan baku etilen oksida yang diperlukan diperoleh dari BASF Wyandote Amerika Serikat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun. Untuk bahan baku air diperoleh dari utilitas.

1.1.3.2 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat penting dalam menentukan keberhasilan dan kelangsungan produksi pabrik tersebut. Ada beberapa alternatif lokasi yang dapat dipilih antara lain Karawang, Cilegon, dan Tangerang. Dari ketiga alternatif di atas, maka lokasi pabrik etilen glikol ditetapkan di Cilegon dengan alasan sebagai berikut:

a. Faktor primer

Faktor primer ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas, waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau. Sedangkan pabrik masih memperoleh keuntungan yang wajar. Faktor primer ini meliputi :

- Pemasaran

Untuk pemasaran produk perlu diperhatikan letak pabrik dengan pasar yang membutuhkan produk tersebut guna menekan biaya pendistribusian ke lokasi pasar dan waktu pengiriman. Produk etilen glikol jenis poliester *grade* ditujukan terutama untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Pabrik yang memanfaatkan produk etilen glikol sebagai bahan bakunya kebanyakan berada di Propinsi Banten dan Jawa Barat, sedangkan dalam



sebagian kecil lainnya di DKI Jakarta dan propinsi Jawa Tengah. Hal ini dapat dilihat di Tabel 1.4 sampai 1.5. Pabrik-pabrik yang memanfaatkan etilen glikol (EG) sebagai bahan bakunya antara lain pabrik *polyester staple fiber* (PSF), *polyester filament yarn* (PFY), dan *polyester terephthalat resin* (PET) untuk membuat plastik, terutama botol dan film. Etilen glikol juga digunakan sebagai bahan baku *nylon filament yarn* (NFY), *nylon tirecord* (NTC), *cooling agent* dan *antifreezer*. Sementara produk samping dietilen glikol (DEG) dimanfaatkan di industri *unsaturated polyester resin* (UPR), minyak rem dan industri solven. Sedangkan produk samping trietilen glikol (TEG) dipakai untuk pengeringan gas alam dan pembersihan bahan kimia.

Tabel 1.4 Produsen Industri PSF/PFY Indonesia

No	Industri	Lokasi	Propinsi
1	PT. GT Petrochem Indonesia	Tangerang	Banten
2	PT. Teijin Indonesia Fiber Co.	Tangerang	Banten
3	PT. Panasia Indosyntec	Bandung	Jawa Barat
4	PT. Sulindafin	Tangerang	Banten
5	PT. Tri Rempoa Solo Synthetic	Jakarta	Jakarta
6	PT. Indonesia Toray Synthetic	Tangerang	Banten
7	PT. Kukuh Manunggal Fiber Industries	Tangerang	Banten
8	PT. Indorama Synthetic	Purwakarta	Jawa Barat
9	PT. Polysindo Eka Perkasa	Kerawang	Jawa Barat
10	PT. Vastex Prima Industries	Bandung	Jawa Barat
11	PT. Sungkyong Keris	Tangerang	Banten
12	PT. Kohap Indonesia	Tangerang	Banten
13	PT. Central Filamen	Bandung	Jawa Barat



Tabel 1.5 Produsen Industri PET Resin di Indonesia

No	Industri	Lokasi	Propinsi
1	PT. Indorama Synthetic	Purwakarta	Jawa Barat
2	PT. Polypet Karya Persada	Cilegon	Banten
3	PT. Bakrie Kasei PET	Cilegon	Banten
4	PT. Petnesia Resindo	Tangerang	Banten
5	PT. Sungkyong Keris	Tangerang	Banten

Tabel 1.6 Produsen Industri NFY Resin di Indonesia

No	Industri	Lokasi	Propinsi
1	PT. Filamendo	Tangerang	Banten
2	PT. Shinta Nylon Utaman	Bekasi	Jakarta
3	PT. Indachi	Purwakarta	Jawa Barat

- Sarana transportasi

Sarana transportasi diperlukan untuk mengangkut bahan baku dan memasarkan produk. Cilegon merupakan kota yang berada di tepi pantai yang memiliki pelabuhan laut sehingga mempermudah pengiriman bahan baku maupun produk.

b. Faktor sekunder

- Tenaga kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan dapat direkrut dari tenaga ahli dan berpengalaman dibidangnya dan tenaga kerja lokal yang berasal dari lingkungan masyarakat sekitar pabrik.

- Utilitas

Kebutuhan air proses dapat dipenuhi dari pengolahan air sungai Cidanau. Sedangkan sumber listrik dapat dipenuhi dari PLN, di samping itu energi listrik juga dapat diproduksi sendiri menggunakan generator.



- Sarana dan prasarana

Sebagai kawasan industri yang cukup besar di Indonesia, sarana transportasi, telekomunikasi dan prasarana penunjang lainnya di Cilegon sangat mendukung berdirinya industri-industri baru.

- Rencana pendirian pabrik yang mendukung industri lain

Salah satu terobosan yang diambil adalah pendirian pabrik kimia yang dapat mendukung industri lainnya bahkan dapat merangsang berdirinya industri-industri baru.

- Karakteristik lokasi

Karakteristik lokasi yang dimaksud adalah sikap masyarakat setempat yang sangat mendukung bagi sebuah kawasan industri terpadu.

- Kebijakan pemerintah

Sesuai dengan kebijakan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah Cilegon sebagai kawasan industri yang terbuka bagi investor asing. pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan dalam perizinan, pajak dan hal-hal lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

- Kemungkinan perluasan suatu pabrik

Untuk pengembangan ke masa depan perlu dipikirkan kemungkinan adanya perluasan pabrik. Hal ini diatur oleh dinas tata kota sebagai realisasi Cilegon menjadi kawasan industri.

- Iklim

Posisi Indonesia di daerah tropis menyebabkan iklim di Indonesia hanya mempunyai dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Hal ini menguntungkan dan memudahkan bagi pengembangan pabrik, kelancaran proses produksi dan pemasaran.

- Kemungkinan gangguan gempa bumi

Ada beberapa daerah di Indonesia yang cenderung mudah terkena gempa bumi. Cilegon merupakan daerah yang stabil dan cukup aman dari kemungkinan terkena gempa bumi.



- Polusi dan faktor ekologi

Pemerintah daerah memberlakukan beberapa peraturan mengenai polusi udara dengan cara memberi batasan jumlah emisi udara buang yang dikeluarkan pabrik-pabrik di kawasan industri tersebut.

- Kondisi tanah dan daerah

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar sangat menguntungkan. Selain itu, Cilegon merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan dan penanggulangan mengenai dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik.

- Faktor korosi

Faktor korosi sangat penting jika letak pabrik yang didirikan dekat laut sehingga konstruksi pabrik harus dirancang dengan seksama untuk memperkecil kemungkinan terjadi korosi. Karena terjadinya korosi akan mengganggu kelancaran proses produksi yang akan berhubungan langsung dengan peralatan proses.

- Penyediaan unit perbaikan dan perawatan peralatan

Saat pabrik sudah beroperasi kemungkinan terjadinya kerusakan peralatan sangat besar, jadi saat perancangan pabrik harus dipikirkan untuk membuat unit yang menangani masalah perbaikan dan perawatan peralatan.

- Sarana penunjang lain

Cilegon sebagai kawasan industri telah memiliki fasilitas terpadu seperti perumahan, sarana olah raga, sarana kesehatan, sarana hiburan dan lainnya. Walaupun nantinya perusahaan harus membangun fasilitas-fasilitas untuk karyawannya sendiri tapi untuk mengurangi biaya awal pendirian pabrik maka bisa digunakan fasilitas terpadu tersebut.

Berdasarkan faktor-faktor di atas, maka dipilih lokasi pabrik berada di kawasan industri Cilegon-Banten.



1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Macam-macam Proses Pembuatan Etilen Glikol

Sampai akhir tahun 1981, hanya ada 2 proses pembuatan etilen glikol secara komersial. Yang pertama hidrasi etilen oksida yang sejak tahun 1968 sampai 1981 merupakan dasar dari semua proses pembuatan etilen glikol. Kedua didasarkan pada reaksi formaldehid dengan karbonmonoksida yang dipakai oleh Du Pont dari tahun 1938 sampai tahun 1968, saat ini proses ini dihentikan. Meskipun dari proses formaldehid Du Pont tidak pernah melebihi 8% dari keseluruhan produksi etilen glikol di Amerika Serikat, tetapi perlu juga diketahui sebagai proses yang pernah ada. Dalam bagian ini akan membahas teknologi pembuatan etilen glikol. Diantaranya adalah proses formaldehid Du Pont, proses hidrasi etilen oksida, proses oksiklorinasi, proses *union carbide-ube signas* (McKetta, 1984).

1. Proses hidrasi etilen oksida

Pada proses hidrasi etilen oksida, distribusi produk pada reaktor tidak begitu terpegaruh oleh suhu dan tekanan pada kisaran suhu 190-200°C dan tekanan 14-22 atm. Distribusi produk secara subtansional 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 hidrasi sangat dipengaruhi oleh suhu katalis asam. Efektifitas basa sekitar 1/100 dibandingkan dengan asam pada konsentrasi yang sama dalam reaksi hidrasi. Pemakaian katalis asam dalam reaktor hidrasi memungkinkan untuk dioperasikan dalam 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 hidrasi setelah dipanaskan air panas *recycle* dan uap air. Jika unit glikol dikombinasi dengan pabrik etilen oksida akan menjadi pertimbangan ekonomi, untuk memberi umpan dari unit etilen oksida. tetapi hal ini dapat berpengaruh pada katalis glikol produk jika monoetilen glikol *fiber grade*. Dalam reaktor glikol, menetapkan waktu tinggal yang cukup untuk mereaksikan (non katalik) semua etilen oksida. Tekanan operasi



dikontrol untuk menghindari penguapan etilen oksida. Dari literatur menunjukkan reaktor komersial yang beroperasi pada suhu 190-200°C dengan tekanan 14-22 atm, tergantung pada konsentrasi etilen oksida mula-mula. Air yang teruapkan dikondensasi sebagai kondensat dan *direcycle* ke tangki pencampur umpan glikol (atau ke seksi reaksi etilen oksida jika dikombinasi dengan oksida SD/Halcon). Larutan *crude* glikol dari evaporator kemudian diumpankan ke *stripping* 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. Pembentukan dietilen glikol dan trietilen glikol dapat diperkecil dengan menggunakan air berlebih dalam jumlah besar yaitu antara 2,5-30. Proses hidrasi dengan menggunakan katalis akan dapat diopersikan dengan temperatur dan tekanan lebih rendah. Tetapi larutan asam bersifat korosif sehingga diperlukan peralatan bahan anti korosi yang mahal (McKetta, 1984).

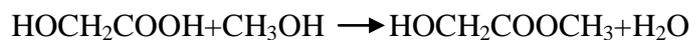
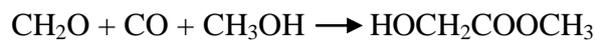
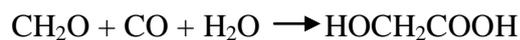
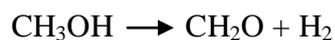
Pembentukan homolog lebih tinggi pada pembuatan etilen glikol dapat terjadi karena etilen oksida lebih cepat bereaksi dengan etilen glikol yang terbentuk daripada dengan air. *Yield* dapat ditingkatkan dengan pemberian air berlebih yaitu 20 kali lipat. Meskipun nilainya ditentukan dengan menggunakan katalis asam sulfurit juga dapat ditentukan tanpa menggunakan katalis yang dalam prakteknya hampir 90% etilen oksida dapat dirubah menjadi etilen glikol, sisa reaksi 10% bereaksi dalam bentuk homolog yang lebih tinggi. Reaktor *plug flow* lebih baik jika dibandingkan dengan CSTR (*continuous stirred tank reactor*) dan kolom reaktor (Ullman's, 1989).

Reaktor yang digambarkan adalah reaktor adiabatik yang bekerja pada suhu 190-200°C dan tekanan 14-22 atm. Setelah reaksi hasil dari reaktor kemudian dikurangi airnya dalam evaporator, air yang tidak bereaksi *direcycle* ke reaktor. Kemudian produk dimasukkan ke dalam menara distilasi berjajar untuk memisahkan monoetilen glikol, air, dietilen glikol dan trietilen glikol (McKetta, 1984).



2. Proses *Formaldehid Du Pont*

Dalam proses ini formaldehid direaksikan dengan karbon monooksida dan air pada suhu 200°C dan tekanan 700 atm untuk membentuk asam glikolat kemudian asam glikolat diesterifikasi dengan etanol atau n-propanol menghasilkan alkil glikolat. Alkil glikolat dihidrogenasi dalam fase uap pada suhu 200°C dan tekanan 30 atm menggunakan katalis kromat untuk membentuk monoetilen glikol dan alkohol. Kemudian alkohol di*recycle* untuk tahap esterifikasi lagi. Jika hidrogenasi dilakukan dalam fase cair maka tekanan yang digunakan adalah 400 atm dan menggunakan katalis magnesium kopper. *Yield* yang dihasilkan 75%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :

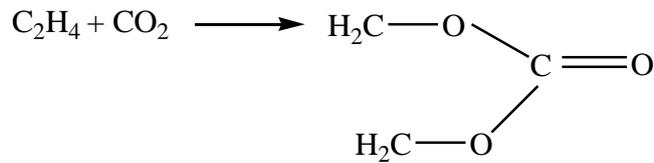


Kerugian dari proses ini adalah (McKetta, 1984):

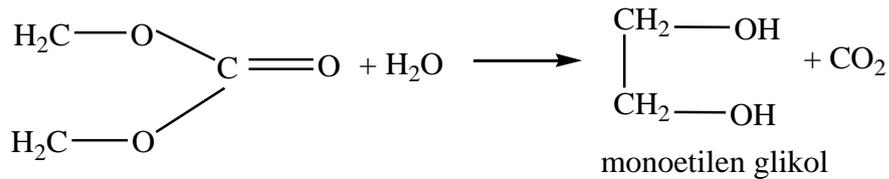
- Proses yang terjadi di reaktor memerlukan suhu dan tekanan tinggi sehingga proses menjadi tidak efisien dan mahal
- *Yield* yang dihasilkan rendah
- Biaya mahal

3. Hidrasi etilen oksida melalui etilen karbonat

Pada proses ini dibuat melalui hidrasi etilen oksida melalui etilen karbonat sebagai perantara. Pada tahap pertama etilen oksida direaksikan dengan karbon dioksida dalam keadaan bebas air untuk membentuk etilen karbonat lalu direaksikan dengan air membentuk etilen glikol. Reaksi ini berlangsung dalam fase cair dengan bantuan katalis. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Etilen karbonat



Keuntungan dari proses ini adalah jika proses dilakukan untuk membentuk dietilen glikol dalam jumlah besar, maka dibandingkan dengan proses Du Pont Formaldehid lebih menguntungkan karena biaya operasi lebih murah. Sedangkan kerugiannya adalah biaya pemurnian mahal dan akan kehilangan produk karena biaya pemurnian lebih mahal dari pada proses hidrasi (McKetta, 1984).

4. Proses oksiklorinasi teijin

Proses ini sekarang sudah tidak dikomersialkan lagi. Produk etilen glikol dengan bahan baku etilen dan garam tillium dalam air dan klorida atau ion klorida. Produk samping dari reaksi ini adalah asetaldehid. Sebagai contoh dalam literatur paten menunjukkan bahwa hasil etilen glikol dan klorohidrin dari proses ini bisa mencapai 90%. Hidrolisa dan klorohidrin mejadi etilen glikol dan proses pemisahan atau pemurnian glikol di tahap berikutnya bisa menurunkan hasil akhir yang cukup besar sehingga menjadi kira-kira 75% (McKetta, 1984).

5. Proses union carbide sygnas

Proses Du Pont berdasarkan dari proses sintesis gas (CO dan formaldehid) menjadi ekonomis karena harga etilen murah. Dengan harga minyak dan gas alam tinggi biaya operasi menjadi mahal. Di tahun 1976 Union carbide mengumumkan bahwa proses memproduksi etilen glikol dari gas sintesis telah berkembang pada tahun 1980-an. Reaksi yang ada berdasarkan penggunaan sebuah katalis *rhodium* dalam pelarut tetrahidrofuran pada suhu



190-30°C dan tekanan 3400 atm. Campuran equimolar dari CO₂ dan H₂ akan berubah menjadi etilen glikol dan produk samping gliserol dan propilen oksida. Union carbide menyatakan bahwa biaya yang tinggi dan hasil produksi yang rendah dari katalis rhodium proses ini tidak lagi dikomersialkan (McKetta, 1984).

1.2.2 Kegunaan Produk

Dalam proses hidrasi etilen oksida dihasilkan tiga produk utama monoetilen glikol dan produk samping dietilen glikol dan trietilen glikol. Kegunaan dari produk monoetilen glikol adalah sebagai bahan utama pembuat *polyester fiber*, bahan anti beku dan pendingin, *polyester film*, pelarut dan bahan pengemulsi cat, tinta cetak dan industri minyak rem (McKetta, 1984).

1.2.3 Sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk

1.2.3.1 Sifat fisis dan kimia bahan baku

a. Etilen oksida

Etilen oksida dengan rumus kimia C₂H₄O bersifat reaktif dan merupakan bahan yang sangat banyak kegunaannya. Etilen oksida dapat digunakan untuk membuat berbagai macam produk (Ullman, 1989).

Sifat fisis (McKetta, 1984) :

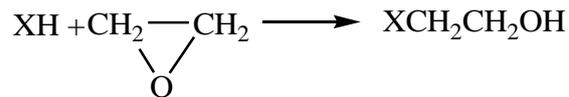
Berat molekul	: 44,05 g/mol
Bentuk	: cair
Warna	: jernih, tak berwarna
Kemurnian	: 99,97% (00,3% air)
Titik didih (1 atm)	: 0,4°C
Titik beku (1 atm)	: -112,6°C
Viskositas (20 °C)	: 0,28 cP
Densitas (20 °C)	: 0,8697 g/ml
Panas spesifik (20 °C)	: 0,44 kkal/g°C
Panas penguapan (1 atm)	: 6,1 kkal/gmol
Panas peleburan (1 atm)	: 1,236 kkal/gmol



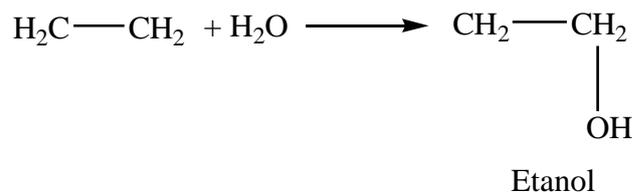
Sifat kimia (Ullman's, 1989) :

▪ Reaksi dengan atom hidrogen

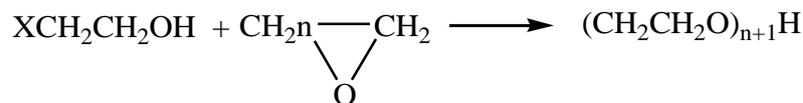
Etilen oksida bereaksi dengan atom hidrogen membentuk suatu produk yang mengandung kelompok hidroksietil.



Reaksi tersebut dipercepat dengan asam atau basa. Etilen oksida pertama kali terprotonasi untuk membentuk ion epoksonium yang setara dengan ion hidroksi karbonium. Anion X kemudian bereaksi dengan ion epoksonium atau ion hidroksi karbonium pada reaksi Sn 1 atau Sn 2 pada alkali:



Semua asam umum dan asam Lewis, termasuk zeolit *ion exchangers* dan alumunium oksida adalah katalis yang baik. Asam polimetrik padat (kation *exchanger*) didapat dari reaksi etilen oksida dengan metanol. Hasil akhir dari reaksi di atas mengandung sekurang-kurangnya satu kelompok hidroksil, selanjutnya beraksi dengan etilen oksida.

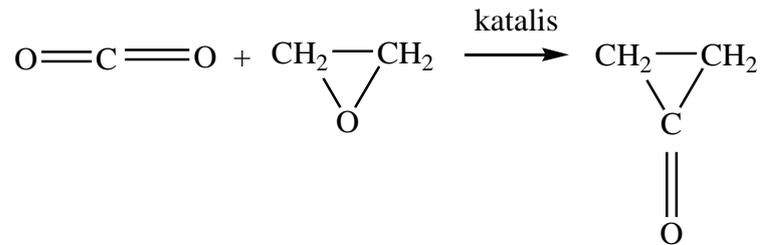


Kandungan molekul dari hasil pertama tergantung dari perbandingan reaktan, katalis yang digunakan dan kondisi reaksinya. Jenis reaksi lain bisa terjadi antara etilen oksida dengan zat pengurai yang mengandung atom hidrogen labil, oleh karena itu pengurai jenis itu sering digunakan untuk menghasikan turunannya. Secara komersial reaksi terpenting adalah hidrolisis etilen oksida untuk menghasikan etilen glikol.



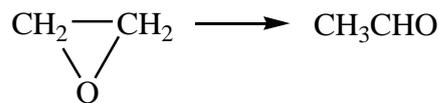
- Penambahan ikatan rangkap

Etilen oksida dapat bereaksi dengan penambahan ikatan rangkap contohnya : karbon dioksida membentuk siklik dengan adanya katalis *quartenary ammonium* pada suhu 200°C dan 8 mPa.



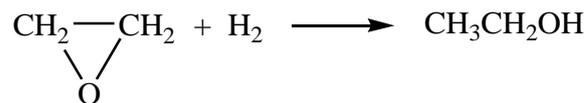
- Isomerisasi katalik menjadi asetaldehid

Dengan menggunakan katalis alumunium oksida, asam fosporik, dan fospat serta perak pada kondisi tertentu etilen oksida akan terisomerisasi menjadi asetaldehid.



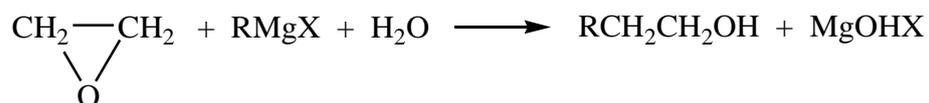
- Reaksi menjadi etanol

Etilen oksida dapat direduksi menjadi etanol dengan bantuan katalis Ni, Cu, Cr dalam almonium oksida.



- Reaksi dengan *reagent Grignard*

Reagent Grignard bereaksi dengan etilen oksida membentuk senyawa dengan group hidroksil polimer



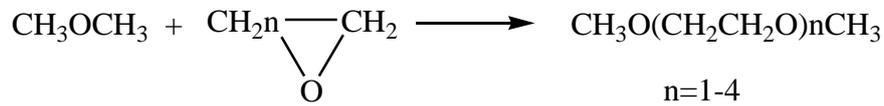
- Oligomerisasi menjadi eter siklik

Etilen oksida beroligomerisasi untuk membentuk polieter siklik yang melibatkan katalis asam Lewis.

- Reaksi dengan dimetil eter

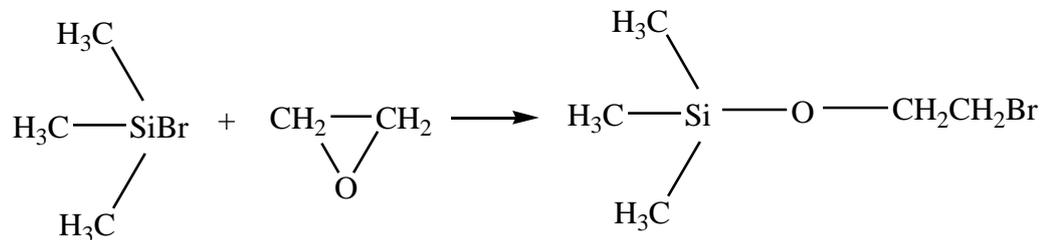


Etilen oksida bereaksi dengan dimetil eter untuk menghasilkan polietilen glikol dimetil eter (dimetil eter) reaksi ini digunakan untuk industri dengan kandungan molekul paling rendah, yang digunakan sebagai pelarut



▪ Reaksi dengan bromotrimetilsilan

Etilen oksida membentuk bromotrimetilsilan yang merupakan reaksi eksotermis dengan hasil yang memuaskan.



b. Air

Sifat Fisis (Perry and Chilton, 1984) :

Berat molekul	: 18,05 g/mol
Bentuk	: cair
Warna	: jernih, tak berwarna
Titik didih (1 atm)	: 100°C
Titik beku	: 0°C
Densitas	: 1 g/ml
Tekanan kritis	: 218 atm
Suhu kritis	: 374,2°C
Panas pembentuka	: - 68,31 kkal/ gmol
Panas penguapan	: 9,71 kkal/gmol

Sifat Kimia :

Mudah melarutkan zat-zat baik cair, padat maupun gas

Merupakan reagent penghidrolisa pada proses hidrolis



1.2.3.2 Sifat fisis dan kimia produk

a. Monoetilen glikol

Monoetilen glikol merupakan cairan yang jernih, tidak berwarna tidak berbau dengan rasa manis, dapat menyerap air dan dapat dicampur dengan beberapa pelarut polar seperti air, alkohol, glikol eter dan aseton. Kelarutan dalam larutan nonpolar rendah seperti benzen, toluen, dikloroetan, dan kloroform (Ullman's, 1989).

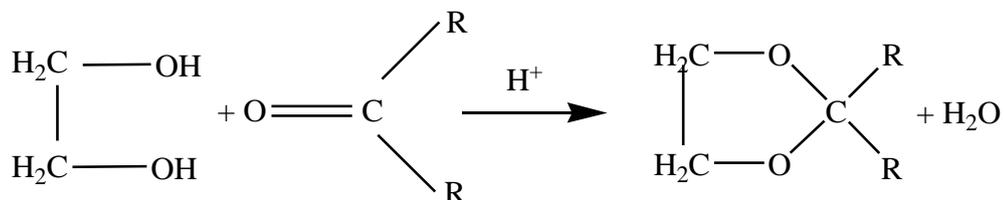
Sifat Fisis (McKetta, 1984) :

Berat molekul	: 62,07 g/mol
Bentuk	: cair
Warna	: jernih, tak bewarna
Kemurnian	: 99,8%
Titik didih (1 atm)	: 197,60°C
Titik beku (1 atm)	: - 13°C
Viskositas (20°C)	: 19,83 cP
Panas spesifik (20°C)	: 0,561 kkal/kg
Panas peleburan (1 atm)	: 44,7 kal / g
Panas penguapan (1atm)	: 202 kkal/ kg
Panas pembentukan (20°C)	: -108,1 kkal/ mol
Panas pembakaran (20°C)	: -283,1 kkal/mol

Sifat Kimia :

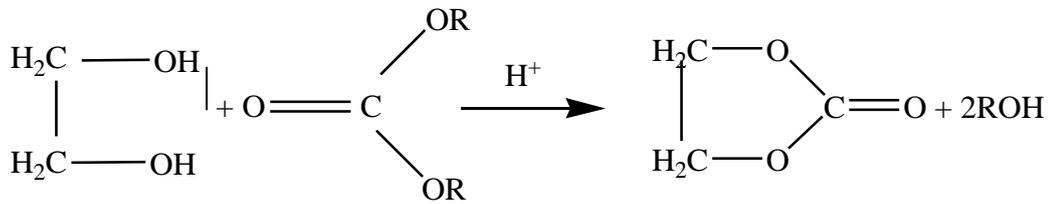
- Pembentukan 1-3 dioksolana

Reaksi antara monoetilen glikol dengan senyawa karbonil akan menghasilkan 1-3 dioksolana.



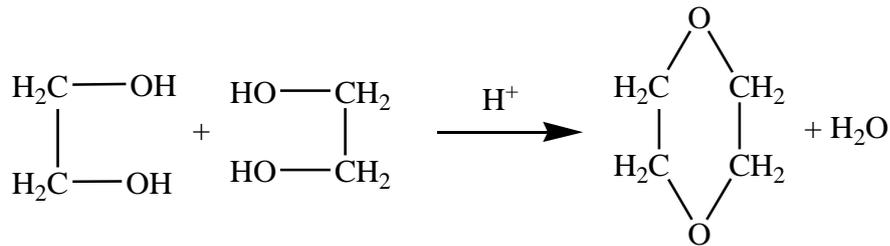
- Reaksi dengan alkil karbonat

Reaksi antara monoetilen glikol dengan alkil karbonat menghasilkan etilen karbonat.



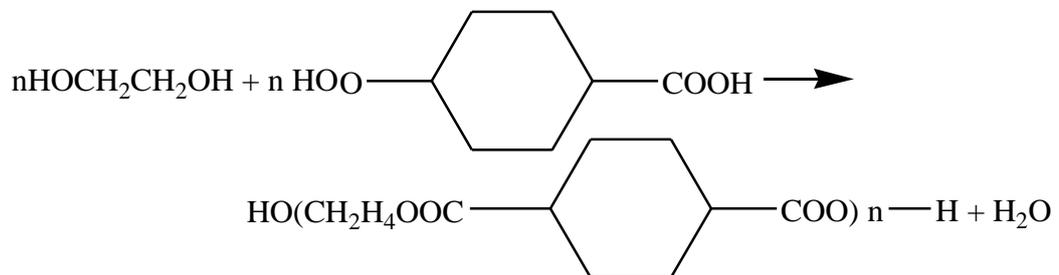
- Reaksi pembentukan 1,4 dioksan

Monoetilen glikol dapat dikonversi dengan hidrasi asam



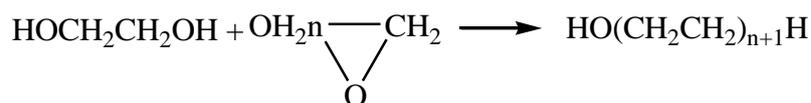
- Reaksi esterifikasi

Etilen glikol dapat dialkilasi dan diasilasi membentuk eter ataupun ester. Tetapi adanya dua kelompok hidroksil menyebabkan susunan mono dan diester tergantung dari reaksi reaktannya. Esterifikasi etilen glikol dengan asam terephthalik untuk membentuk poliester.



- Reaksi etoksilasi

Etilen glikol bereaksi dengan etilen oksida untuk membentuk di-tri- tetra, dan polietilen glikol. Proporsi atau ukuran dari glikol ini ditentukan oleh katalis yang ditentukan serta lebih dan tidaknya glikol.





b. Dietilen glikol

Sifat Fisis (McKetta, 1984) :

Berat molekul	: 106,12 g/mol
Bentuk	: cair
Warna	: jernih, tak bewarna
Impuritas	: (0,3% TEG, 0,1 EG)
Kemurnian	: 99,6%
Titik didih (1 atm)	: 245,8°C
Titik beku (1 atm)	: -6,5°C
Viskositas (20°C)	: 36 cP
Densitas (20°C)	: 1,1169 g/ ml
Panas spesifik (20°C)	: 0,561 kkal/kg
Panas penguapan (1atm)	: 129 kkal/ kg

c. Trietilen glikol

Sifat Fisis (McKetta, 1984)

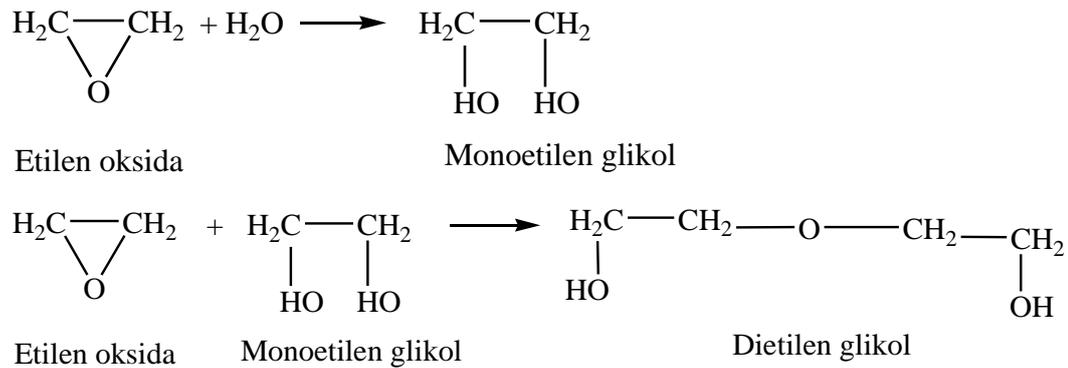
Berat molekul	: 150,175 g/mol
Bentuk	: cair
Warna	: jernih, tak bewarna
Impuritas	: 0,5%
Kemurnian	: 99,5%
Titik didih (1 atm)	: 288,35°C
Titik beku (1 atm)	: -7,36°C
viskositas (20°C)	: 35,2127cP
densitas (20°C)	: 1,1175 g/ ml

1.2.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Dalam perancangan pabrik etilen glikol ini menggunakan proses hidrasi. Hidrasi yaitu penambahan satu atau lebih molekul air ke dalam suatu molekul. Sedangkan kebalikannya pengambilan satu atau lebih molekul air kedalam senyawa atau molekul lain disebut dehidrasi. Dalam pembuatan etilen glikol ini



bahan baku yang digunakan adalah etilen oksida dan air. Etilen oksida bereaksi dengan air membentuk monoetilen glikol, kemudian terjadi reaksi lebih lanjut antara monoetilen glikol dan glikol lainnya membentuk glikol homolog berderajat tinggi, dalam reaksinya seri terlihat seperti di bawah ini (McKetta, 1984):



Variabel paling penting yang menentukan distribusi glikol yang terbentuk adalah perbandingan etilen oksida dan air yang digunakan dalam bahan baku. Etilen oksida lebih cepat bereaksi dengan etilen glikol yang terbentuk untuk membentuk glikol derajat yang lebih tinggi dari pada bereaksi dengan air untuk membentuk etilen glikol. Untuk itu dipakai air berlebih untuk menekan pembentukan glikol derajat lebih tinggi. Reaksi dalam proses ini merupakan reaksi non katalis. Apabila reaksi menggunakan katalis maka katalis yang digunakan dengan suasana asam dan basa. Distribusi produk secara substansial sama antara reaksi katalik dan nonkatalik, di mana dengan katalis basa hasil glikol derajat tinggi akan meningkat. Kecepatan reaksi hidrasi sangat dipengaruhi suhu asam. Efektifitas basa sekitar 1/100 dibandingkan dengan katalis asam pada konsentrasi sama dengan reaksi hidrasi (McKetta, 1984).

Keuntungan dari pemakaian katalis asam dalam reaktor hidrasi adalah memungkinkannya direaksikan dalam suhu dan tekanan yang relatif rendah dari pada reaksi nonkatalis. Tetapi membuat larutan sangat korosif dan memerlukan peralatan anti korosi yang harganya sangat mahal. Di samping itu proses menjadi lebih mahal lagi karena diperlukan perbandingan mol H₂O : etilen oksida yang tinggi, hal ini dimaksudkan untuk menghindari pembentukan glikol derajat tinggi, sehingga setelah reaksi harus menguapkan air dalam jumlah besar. Dengan



pertimbangan hal-hal di atas maka proses non katalis lebih menguntungkan (McKetta, 1984).