



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Industri yang mengolah bahan mentah menjadi bahan *intermediate* maupun bahan jadi merupakan jenis industri yang berkembang pesat. Salah satu bagian dalam industri ini adalah industri kimia, baik yang memproduksi bahan baku kimia hulu maupun hasil olahannya. Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan akan bahan-bahan kimia semakin besar sehingga pembangunan industri kimia perlu ditumbuhkembangkan.

Salah satu bahan kimia yang banyak digunakan adalah etilen oksida. Bahan kimia yang juga dikenal sebagai epoksietan atau *oxirane* ini banyak digunakan dalam industri kimia dan farmasi. Di bidang kedokteran biasa memanfaatkan etilen oksida untuk mensterilkan peralatan-peralatan bedah, plastik dan alat-alat lain yang tidak tahan panas yang tidak dapat disterilkan dengan uap.

Dalam bidang industri, penggunaan etilen oksida juga cukup luas. Derivatif etilen oksida banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan deterjen, kosmetik, farmasi dan sebagainya.

Proyeksi kebutuhan etilen oksida dalam negeri semakin meningkat seiring dengan peningkatan industri-industri yang menggunakannya. Pendirian pabrik etilen oksida akan membawa dampak positif karena di Indonesia belum ada industri kimia yang memproduksi etilen oksida. Selama ini etilen oksida diimpor dalam jumlah besar dari Singapura, Cina, Jerman, Amerika Serikat, Italia, Spanyol, Jepang dan Perancis. Selain itu, pendirian pabrik ini juga didasarkan pada hal-hal berikut:

- Terciptanya lapangan pekerjaan
- Memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku etilen oksida.
- Menurunkan ketergantungan impor sehingga menghemat devisa negara
- Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri
- Meningkatkan sumber daya manusia melalui proses alih teknologi.



1.2. Kapasitas Rancangan

Kapasitas produksi suatu pabrik akan mempengaruhi perhitungan teknis maupun ekonomis dalam perancangan pabrik. Beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas produksi antara lain :

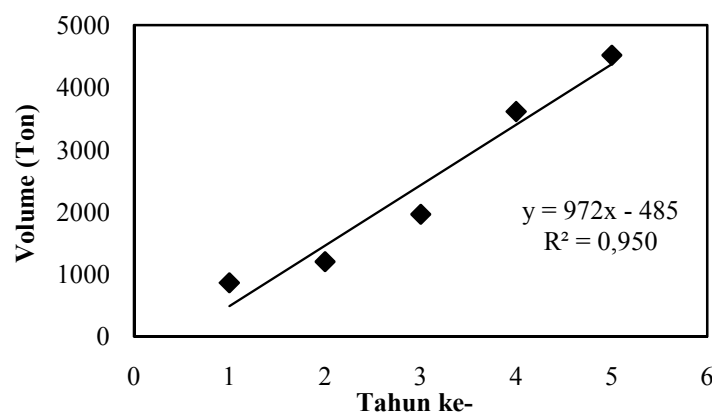
1.2.1. Proyeksi kebutuhan pasar etilen oksida

Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik, proyeksi kebutuhan etilen oksida diperkirakan akan semakin meningkat. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 1.1 berikut :

Tabel 1.1 Data impor etilen oksida di Indonesia

Tahun	Volume (Ton)
2006	862,669
2007	1.201,004
2008	1.962,669
2009	3.610,721
2010	4.517,954

Berdasarkan data diatas dibuat persamaan dengan pendekatan linier, dengan X sebagai fungsi tahun (tahun 2006 sebagai tahun pertama dan seterusnya) dan Y sebagai fungsi volume.



Gambar 1.1 Grafik kebutuhan etilen oksida per tahun

Dari pendekatan linier seperti pada Gambar 1.1 didapatkan persamaan $y = 972x - 485$, sehingga dapat diperkirakan kebutuhan etilen oksida pada tahun 2017 sebesar 11.179 ton.



Pendahuluan

Selain di Indonesia, etilen oksida banyak dibutuhkan negara-negara di dunia. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.2 yang menunjukkan peningkatan impor etilen oksida setiap tahun.

Tabel 1.2. Negara-negara pengimpor etilen oksida

Negara	2008	2009	2010	Rata-rata (Ton)
Algeria	50,836	84,925	65,457	68,083
Australia	87,067	87,424	126,396	76,244
Austria	155,138	160,986	209,200	154,513
Azerbaijan	399,600	200,040	199,821	320,019
Belgium	31.838,605	40.854,699	42.657,690	37.203,13
Kanada	152,610	230,146	161,952	1.757,829
Cina	11,153	18,592	14,779	99,226
Kolombia	73,259	82,126	66,256	76,528
Mesir	12,910	97,679	181,346	62,970
Perancis	22.937,300	37.254,300	38.884,300	31.265,36
Jerman	182.510,257	140.498,900	145.861,100	144.912,4
India	252,163	512,720	-	249,183
Italia	99.701,038	88.990,861	99.720,929	100.821,8
Jepang	85,469	111,577	132,191	90,0924
Malaysia	562,981	760,962	724,365	836,4732
Filipina	191,549	418,162	409,373	227,227
Romania	8.438,518	8.001,966	4.835,177	6.710,843
Singapur	681,017	474,695	265,592	518,976
Switzerland	22.337,344	10.241,963	15.330,139	14.707,88
Thailand	455,473	521,342	530,695	472,766
Turki	434,775	153,444	180,522	212,926
Ukraina	7.751,404	7.872,925	9.097,409	8.432,375
USA	1.344,376	4.560,322	13,187	3.154,977
Vietnam	89,383	2,792	-	19,168

(http://data.un.org/Data.aspx?d=ComTrade&f=_11Code%3A32)



1.2.2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku etilen oksida adalah etilen dan oksigen. Etilen dapat diperoleh dengan kerja sama dengan PT. Chandra Asri Petrochemical Center yang memiliki kapasitas produksi etilen sebanyak 522.000 ton per tahun. Sebagai cadangan *supply* dapat dilakukan kerjasama dengan *Petrochemical Corporation of Singapore, Pte. Ltd.* yang mempunyai kapasitas produksi etilen sebanyak 1.010.000 ton/tahun. Sedangkan bahan baku oksigen diperoleh dari udara langsung. Pabrik lokal tersebut berada di kawasan industri Cilegon, sedangkan bahan baku impor dapat diperoleh dari pelabuhan di sekitar Cilegon.

1.2.3. Kapasitas pabrik yang menguntungkan

Kapasitas pabrik yang didirikan harus lebih besar dari kapasitas minimal. Kapasitas pabrik baru yang menguntungkan adalah berkisar antara 50.000 hingga 250.000 ton per tahun (Mc. Ketta *and* Cuningham, 1976).

Tabel 1.3. Kapasitas pabrik etilen oksida

Negara	Produsen	Kapasitas (10 ³ ton/tahun)
Kanada	Dow	208
	Union Carbide	68
United State	BASF Wyandotte	218
	Celanese	227
	Olin	50
	Shell	317
	Sunolin	45
	PPG	73
Belgium	BASF Antwerpent	160
	PB Chemicals	120
Italia	Anic	40
Spain	Quimicas (IQS)	70
United Kingdom	ICI	240
	Shell U.K.	120
Jepang	BP Chemicals	25
	Mitsubishi Petrochemical	195
	Nisso Petrochemical	72

(Mc. Ketta *and* Cuningham, 1976)



Pendahuluan

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, maka pabrik akan didirikan pada tahun 2017 dengan kapasitas sebesar 65.000 ton per tahun yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik merupakan salah satu faktor penting dalam proses pendirian sebuah industri. Beberapa pertimbangan yang dijadikan dasar penentuan letak pabrik antara lain adalah letak pabrik dengan sumber bahan baku maupun bahan penunjang, transportasi, tenaga kerja, letak pabrik dengan pasar, kondisi sosial politik dan kemungkinan pengembangan di masa yang akan datang.

Pabrik etilen oksida direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilegon, tepatnya di Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC), Jalan Raya Anyer, Cilegon, Banten. Pemilihan ini dimaksudkan untuk mendapatkan keuntungan baik secara teknis maupun ekonomis, berdasarkan pertimbangan :

1.3.1. Penyediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Bahan baku etilen direncanakan diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Center yang terletak di kawasan industri Cilegon, sedangkan oksigen diperoleh dari udara langsung. Letak antara pabrik dan bahan baku yang dekat, diharapkan penyediaan bahan baku dapat tercukupi dengan lancar. Kalaupun bahan baku harus diimpor dari luar negeri, pelabuhan yang ada di Cilegon cukup dekat dengan lokasi pabrik.

1.3.2. Letak pabrik dengan daerah pemasaran

Pabrik etilen oksida terutama ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Sebagian besar industri di Indonesia masih terpusat di pulau Jawa, maka pasar potensial adalah pulau Jawa. Hal ini didukung dengan adanya beberapa industri etilen glikol yang memerlukan bahan baku etilen oksida, seperti PT. Prima Ethycolindo dan PT. Yasa Ganesha Putra di daerah Merak, yang berjarak tidak jauh dari lokasi pabrik.



1.3.3. Sarana transportasi

Cilegon berada dalam jalur transportasi Merak-Jakarta, yang merupakan pintu gerbang pulau Jawa dari Sumatera. Kawasan industri KIEC ini juga telah memiliki fasilitas jalan kelas satu, dengan demikian transportasi darat dari sumber bahan baku dan pasar tidak lagi menjadi masalah. Posisi kawasan industri yang strategis juga akan memudahkan transportasi laut, baik untuk kebutuhan pengiriman antar pulau maupun untuk ekspor.

1.3.4. Tenaga kerja

Pulau Jawa, khususnya provinsi Banten merupakan daerah dengan kepadatan penduduk yang cukup tinggi sehingga penyediaan tenaga kerja, baik tenaga kerja terlatih maupun kasar tidak akan menjadi masalah. Selain itu, penyediaan tenaga ahli juga akan lebih mudah karena berdekatan dengan ibukota negara.

1.3.5. Utilitas

Kebutuhan sarana penunjang seperti listrik dapat dipenuhi dengan adanya transmisi dari PLN dan cadangan generator yang dimiliki pabrik. Sedangkan untuk kebutuhan air dapat diperoleh dari sumber air sungai Cidanau.

1.3.6. Kondisi tanah dan daerah

Kondisi tanah relatif masih luas dengan struktur tanah yang kuat dan datar. Selain itu, didukung dengan iklim yang stabil sepanjang tahun, maka pemilihan lokasi di tempat ini akan sangat menguntungkan.

1.3.7. Kebijakan pemerintah

Kebijakan pemerintah, khususnya perhatian pemerintah daerah Banten terhadap industri cukup baik. Hal ini ditandai dengan kebijaksanaan pengembangan industri dalam hubungannya dengan pemerataan kesempatan kerja dan hasil-hasil pembangunan yang berhasil menumbuhkan iklim investasi yang baik di Banten.



1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam proses

Etilen oksida pertama kali disintesis oleh Wurtz tahun 1859 dan kemudian dikenal dengan proses klorohidrin. Produksi pertama etilen oksida secara komersial dimulai tahun 1914 hingga sekarang. Tahun 1931, Lefort mengembangkan proses oksidasi langsung yang menggeser keberadaan proses klorohidrin hingga sekarang.

a. Proses klorohidrin

Proses klorohidrin terdiri atas dua reaksi utama yaitu reaksi pembentukan etilen klorohidrin dan reaksi pembentukan etilen oksida dari etilen klorohidrin. Reaksinya adalah :



Reaksi pertama berlangsung pada tekanan 2-3 atm dan suhu 27-43°C dengan *yield* teoritis antara 85-90%. Pada reaktor pertama ini perlu pengendalian yang cermat untuk menekan terbentuknya produk reaksi samping, yaitu etilen diklorida.

Produk dari reaktor pertama berupa cairan etilen klorohidrin yang keluar dari dasar reaktor selanjutnya direaksikan dengan *slurry* $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dalam reaktor hidrolisa pada 100°C. *Yield* reaksi kedua 90-95%. Hasil reaktor kedua berupa uap etilen oksida kemudian dikondensasikan untuk diembunkan, dan selanjutnya dialirkan ke inti pemurnian (Mc. Ketta and Cuningham, 1976).

b. Proses oksidasi langsung

Proses oksidasi katalitik etilen menjadi etilen oksida didasarkan pada penemuan Lefort yang telah diterapkan untuk produksi skala besar.

1. Oksidasi langsung dengan oksigen murni

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



Reaksi utama :



Reaksi samping :



Reaksi dijalankan dalam reaktor *fixed bed multitube* dengan kondisi tekanan 10-20 atm dan suhu 220-280°C dengan menggunakan katalis perak. Konversi per *pass* dijaga rendah sekitar 15% untuk mendapatkan selektivitas yang tinggi, yaitu 75% (Kirk and Othmer, 1978). Selain terbentuk etilen oksida, juga terbentuk produk samping berupa gas CO₂ dan H₂O dengan kandungan CO₂ yang tinggi. Hal ini menyebabkan diperlukannya rangkaian CO₂ absorber dan CO₂ *stripper* untuk mengurangi kadar CO₂ sebelum gas keluar dapat *direcycle* kembali ke dalam reaktor. Selain itu untuk mencegah efek eksplosivitas etilen terhadap oksigen, maka perlu penambahan nitrogen dalam siklus reaktor (Kirk and Othmer, 1978).

2. Oksidasi langsung dengan udara

Dari segi reaksi, pada dasarnya sama dengan menggunakan oksigen murni, yaitu dijalankan pada suhu 220-280°C dan tekanan 10-30 atm dengan katalis perak. Konversi per *pass* bisa lebih tinggi, yaitu sekitar 65% dengan selektivitas 75%.

Dengan digunakannya udara dengan kadar nitrogen tinggi, maka tidak memerlukan gas diluen khusus karena nitrogen dalam udara berfungsi sebagai diluen untuk mencegah eksplosivitas dan juga pendingin selama reaksi. Namun, dengan digunakannya udara sebagai oksidan yang mengandung banyak nitrogen, maka diperlukan *purging* sebagian reaktan yang tidak bereaksi sebelum *direcycle* dalam reaktor untuk mencegah akumulasi nitrogen dalam reaktor (Kirk and Othmer, 1978).

Dari ketiga proses di atas dipilih proses oksidasi langsung karena proses yang paling sederhana dan bahan baku oksigen dapat langsung diperoleh dari udara. Kelemahan proses ini adalah konversi etilen keluar reaktor yang rendah. Hal ini dapat diatasi dengan *recycle* gas keluar reaktor yang telah diambil etilen oksidanya, kemudian dicampur dengan umpan segar.



1.4.2. Kegunaan produk

Etilen oksida umumnya digunakan sebagai bahan pensteril yang baik. Dalam kehidupan sehari-hari digunakan untuk mensterilkan bahan-bahan seperti pakaian, perabot rumah tangga, dan bahkan bulu binatang. Etilen oksida juga digunakan sebagai pestisida. Di dunia kedokteran etilen oksida dikenal luas sebagai desinfektan peralatan bedah, bahan-bahan plastik, dan alat-alat lain yang tidak tahan panas yang tidak dapat disterilkan dengan uap pada suhu tinggi (Huang *et al.*, 1999).

Etilen oksida selain untuk penggunaan langsung, juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan (Vogel, 2007) :

- a. *Monoetilen glycol*, merupakan hasil reaksi etilen oksida dengan air, agen antibeku yang digunakan pada mesin-mesin, bahan baku produksi polietilen terephthalate (PET), dan sebagai cairan penukar panas.
- b. *Dietilen glycol*, merupakan agen pelunak yang digunakan pada gabus, lem, dan kertas. Selain itu, juga digunakan sebagai solven dan agen *de-icing* pada pesawat terbang maupun bandara.
- c. *Trietilen glycol*, merupakan agen *humectant* yang juga digunakan sebagai solven, pernis dan pengering gas. Sering digunakan sebagai *drying agent* pada pengolahan gas alam.
- d. *Tetraetilen glycol*, merupakan agen ekstraksi yang digunakan dalam ekstraksi hidrokarbon aromatik.
- e. *Polietilen glycol*, digunakan sebagai bahan baku pembuatan kosmetik, farmasi, pelumas, solven, bahan penunjang pembuatan keramik dan bahan pembuat perekat maupun tinta cetak.
- f. *Polietilen oksida (Polyox)*, dihasilkan dengan reaksi polimerisasi dengan melibatkan logam golongan IIA dan IIIA. Digunakan dalam bidang pertanian, agen koagulasi dan bahan pengemas.
- g. *Etilen glycol ether*, dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan alkohol. Digunakan sebagai minyak rem, detergen, solven cat. Sering juga digunakan untuk bahan pengekstrak bagi SO₂, H₂S, CO₂, dan merkaptan dari gas alam.



Pendahuluan

- h. *Ethanolamine*, dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan amonia, yang digunakan sebagai bahan kimia dalam proses akhir tekstil, kosmetik, sabun, detergen dan pemurnian gas alam.
- i. *Nonionic surfactant*, dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan alkilphenol, alkilmerkaptan atau polipropilen glikol. *Nonionic surfactant* digunakan sebagai bahan pengemulsi pada proses polimerisasi, bahan dasar industri surfaktan, pembuatan kertas dan daur ulang.
- j. Akrilonitril yang dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan etilen cyanohidrin atau urethane yang dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan propilen oksida.

Hasil produksi dari pabrik ini terutama ditujukan pada industri etilen glikol sehingga etilen oksida yang diproduksi akan memiliki spesifikasi seperti etilen oksida yang digunakan untuk pembuatan etilen glikol.

1.4.3. Sifat-sifat fisis dan kimia bahan baku dan broduk

a. Etilen

1. Sifat fisik (Perry's, 1983) :

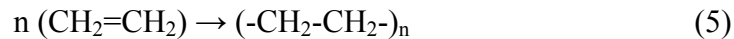
Rumus molekul	: C_2H_4
Berat molekul (g/mol)	: 28,05
Titik didih pada 1 atm ($^{\circ}C$)	: -103,9
Titik lebur pada 1 atm ($^{\circ}C$)	: -169,1
Suhu kritis ($^{\circ}C$)	: 9,9
Tekanan kritis (atm)	: 50,5
Berat jenis (kg/L)	: 0,5684
Viskositas cairan (cP)	: 0,715
Panas laten penguapan (kcal/g)	: 113,39
Panas laten peleburan (kcal/g)	: 28,547
Panas pembakaran (kcal/g)	: 12.123,70
Konduktivitas termal (Btu/h.ft ² . $^{\circ}F$)	: 0,011



2. Sifat kimia

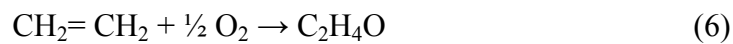
o Polimerisasi

Etilen dapat dipolimerisasikan dengan cara memutuskan ikatan rangkapnya dan bergabung dengan molekul etilen yang membentuk molekul yang lebih besar pada tekanan dan suhu tertentu.

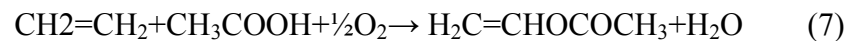


o Oksidasi

Etilen dapat dioksidasi sehingga akan menghasilkan senyawa-senyawa etilen oksida, etilendioksida, etilen glikol.

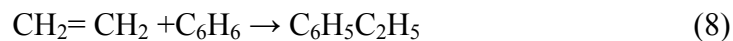


Etilen dapat juga dioksidasi oleh asam asetat dan oksigen menghasilkan vinil asetat dengan katalis palasium, alumina-silika pada temperatur 175-200°C dan tekanan 0,4-1 Mpa.



o Alkilasi

Etilen dapat dialkilasi dengan katalis tertentu, misalnya alkilasi *fiedel-craft*, mereaksikan etilen dengan benzena untuk menghasilkan produk etilbenzen dengan katalis AlCl_3 pada suhu 400°C.



o Klorinasi

Etilen dapat diklorinasi oleh klorin menjadi dikloro etan dan dengan klorinasi lanjutan akan terbentuk trikloroetan.



o Oligomerisasi

Etilen dapat dioligomerisasi, misalnya menjadi Linear Alfa Olefini (LAO), C_{10} - C_{14} dengan rantai lurus dan alifatik alkohol. Reaksi dijalankan pada suhu 80-120°C dengan tekanan 20 Mpa.





o Hidrogenasi

Etilen dapat dihidrogenisasi secara langsung dengan katalis nikel pada suhu 300°C.



Atau direaksikan dengan katalis platina atau paladium pada suhu kamar.

o Adisi

Etilen klorohidrin terbentuk melalui reaksi adisi antara etilen dengan asam hipoklorit pada suhu 20-30°C dan tekanan 2,5 atm.



b. Udara

1. Sifat fisik

Data sifat fisik udara ditunjukkan pada Tabel 1.4 sebagai berikut (Perry's, 1983) :

Tabel 1.4 Sifat fisik udara

Sifat Gas	Nitrogen	Oksigen
Berat molekul (g/mol)	28,08	31,99
Kenampakan	Gas, tidak berbau, tidak berwarna	Gas, tidak berbau, tidak berwarna
Titik lebur pada 1 atm (°C)	-209,9	-218,8
Titik didih pada 1 atm (°C)	-195,8	-183
Suhu kritis (°C)	-146,9	-118,6
Tekanan kritis (atm)	33,94	50,14
Volume kritis (m ³ /mol)	0,090	0,073
Liquid density (kg/m ³)	805	1149

2. Sifat kimia

Oksigen bereaksi dengan etilen pada suhu 200-280°C dan tekanan 10-30 atm membentuk etilen oksida





Bereaksi dengan hidrokarbon membentuk CO₂ dan H₂O.



Dalam keadaan oksigen minim terjadi reaksi tidak sempurna :



c. Etilen oksida

1. Sifat fisik (Perry's, 1983) :

Rumus molekul	: C ₂ H ₄ O
Berat molekul (g/mol)	: 44,054
Wujud dalam kondisi kamar	: Gas
Titik didih pada 1 atm (°C)	: 10,4
Titik lebur pada 1 atm (°C)	: -112,5
Suhu kritis (°C)	: 196,18
Tekanan kritis (atm)	: 70,99
Volume kritis (m ³ /mol)	: 0,140
Kapasitas panas, cair 20°C (kJ/kg.K)	: 2
Kapasitas panas, gas 20°C (kJ/kg.K)	: 1,1
Panas laten peleburan (kJ/kg)	: 117,5
Panas pembakaran (kJ/kg)	: -27.649

2. Sifat kimia

Etilen oksida adalah senyawa yang reaktif. Biasanya reaksinya dimulai dari terbakarnya struktur cincin dan pada umumnya bersifat eksotermis. Suatu ledakan dapat terjadi jika etilen oksida dalam bentuk uap mendapatkan pemanasan yang berlebihan.

o Dekomposisi

Etilen oksida dalam bentuk gas akan mulai terdekomposisi pada suhu 400°C membentuk CO, CH₄, C₂H₂, H₂ atau CH₃COH. Langkah pertama yang terjadi adalah isomerisasi menjadi asetaldehid.



Pendahuluan

- o Adisi oleh atom hidrogen labil

Etilen bereaksi dengan senyawa yang mengandung atom hidrogen yang labil dan membentuk gugus hidroksi etil

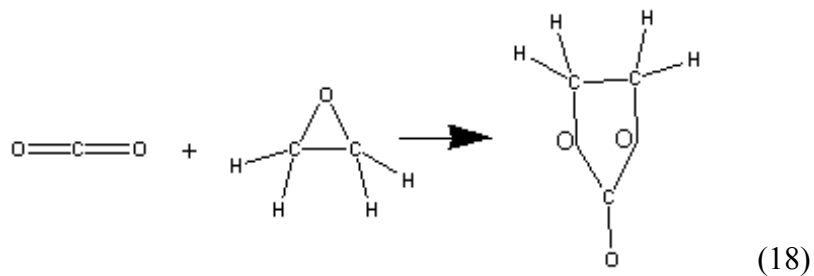


Contoh senyawa XH ini adalah HOH, H₂NH, HRNH, R₂NH, RCOOH, RCONH₂, HSH, ROH, NCH dan B₂H₆ (R= aril, alkil). Reaksi berlangsung makin cepat dengan adanya asam atau basa.

- o Adisi menjadi ikatan rangkap

Etilen oksida dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa berikatan rangkap membentuk senyawa siklis, misalnya dengan CO₂.

Reaksi :



- o Isomerisasi katalitik

Etilen oksida dapat bereaksi membentuk asetaldehid dengan bantuan katalis perak pada suhu 170-300°C.



- o Reduksi menjadi etanol

Etilen oksida dapat direduksi menjadi etanol dengan katalis Ni, Cu dan Cr pada Al₂O₃.



- o Reaksi dengan pereaksi *grignard*

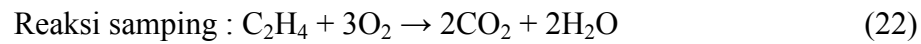
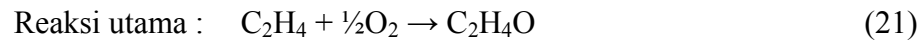
Etilen oksida dapat bereaksi dengan pereaksi *grignard* membentuk senyawa dengan gugus hidrosil primer





1.5. Tinjauan Proses Secara Umum

Proses pembuatan etilen oksida dengan bahan baku etilen dan oksigen merupakan reaksi oksidasi dengan reaksi sebagai berikut :



Dalam industri kimia organik, proses oksidasi merupakan salah satu sarana yang efektif dalam sintesa senyawa kimia. Proses oksidasi etilen ini berlangsung dalam reaktor *fixed bed multitube* dan reaksi dapat berjalan optimum pada kondisi tekanan 10-30 atm dan suhu 220-280°C dengan bantuan katalis perak.