

LAPORAN TUGAS PERANCANGAN PABRIK

PRARANCANGAN PABRIK

ETILEN OKSIDA DARI ETILEN DAN UDARA

DENGAN PROSES OKSIDASI LANGSUNG

KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Oleh :

RIYAN CAHYONO

D 500 040 055

Pembimbing :

Denny Vitasari, S.T, M.EngSc

Ir. H. Haryanto, A.R, M.S

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2009

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan etilen oksida akhir-akhir ini meningkat karena didirikannya pabrik etilen glycol di kawasan industri Merak. Penggunaan etilen oksida selain sebagai bahan baku etilen glycol adalah sebagai bahan insektisida, bahan intermediate pembuatan etanol amine, glycol eter dan poly etilen oksida. (Kirk and Othmer, 1979)

Bahan baku pembuatan etilen oksida adalah etilen. Dengan beroperasinya pabrik *etilen* Chandra Asri di Merak maka kebutuhan etilen akan mudah diperoleh dan lebih murah karena melalui jaringan pemipaan. Keuntungan dengan didirikannya pabrik etilen oksida dapat memacu pertumbuhan industri hilir dan membuka lapangan kerja bagi masyarakat.

Beberapa keuntungan dari didirikannya Pabrik Etilen Oksida diantaranya:

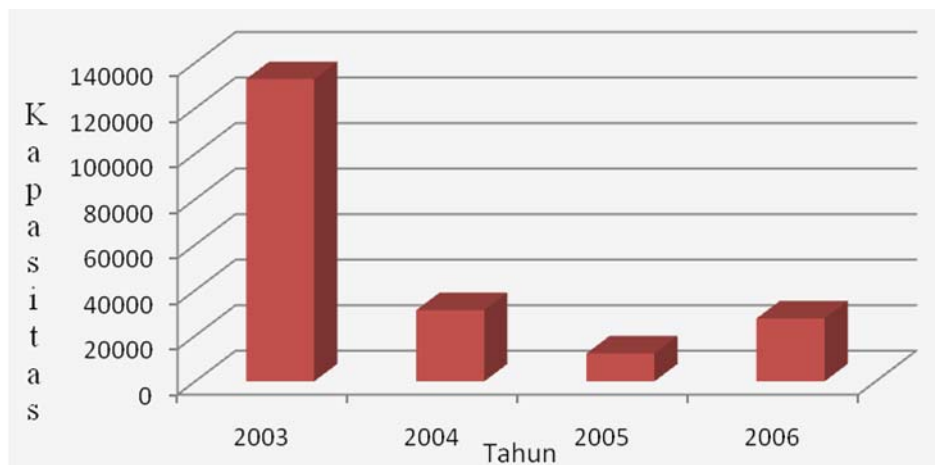
1. Menambah pendapatan negara dengan adanya pajak dan kemungkinan untuk *ekspor* produk.
2. Terciptanya lapangan pekerjaan, yang berarti akan mengurangi pengangguran.
3. Memacu pertumbuhan industri-industri baru yang menggunakan bahan baku etilen oksida.
4. Menurunkan ketergantungan *impor*.
5. Meningkatkan pendapatan negara dari sektor industri, serta menghemat *devisa* negara.
6. Meningkatkan sumber daya manusia melalui proses alih teknologi.

1.2 Kapasitas Perancangan Pabrik

Dari data impor yang diperoleh dari BPS, diketahui bahwa Indonesia masih mengimpor Etilen Oksida. Seperti terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1.1 Data *Impor* Etilen Oksida

Tahun	Volume (kg)
2003	132.862
2004	31.296
2005	12.278
2006	27.649

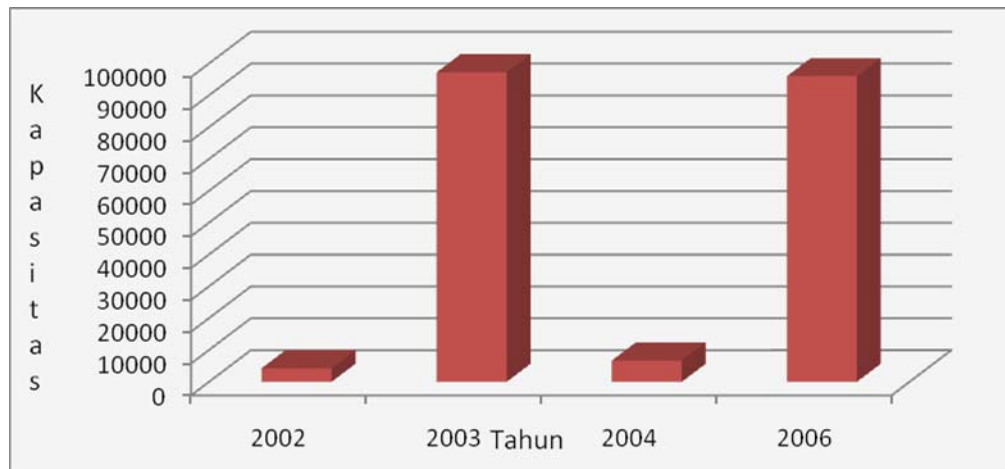


Grafik 1.1 Impor Etilen Oksida Dari Tahun 2003 - 2006

Tabel 1.2. Data *Ekspor* Etilen Oksida

Tahun	Volume (kg)
2002	4.255
2003	97.250
2004	6.693
2006	96.000

Grafik 1. 2 Ekspor Etilen Oksida Dari Tahun 2002 - 2006



Tabel berikut menunjukkan kapasitas pabrik yang telah terpasang di dunia:

Tabel 1.3 Kapasitas pabrik etilen oksida di Dunia (Kirk Othmer, 1979)

Produsen	Kapasitas (1000 ton/th)
BASF Hyndotte	144
Calcasieu	102
Calanese	181
Dow	91
Dow	200
Eastman	40
Houston Chemical	70
Jefferson	227
Nortern Petrochem	100
Olin	50
PPE	136
Shell	122
Sun Olin	45

Dari tabel 1.1, terlihat bahwa data *impor* 3 tahun terakhir menunjukkan penurunan tetapi di tahun berikutnya mulai menunjukkan peningkatan. Dari Tabel 1.2, terlihat *ekspor* mengalami peningkatan. Berdasarkan pertimbangan diatas maka direncanakan didirikan pabrik etilen oksida dari etilen dan udara dengan kapasitas 50.000 ton/tahun.

1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik didasarkan atas pertimbangan yang secara praktis lebih menguntungkan, baik ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis. Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

1. Penyediaan bahan baku dan pemasaran produk

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan penyediaan bahan baku dan pemasaran produk untuk menghemat biaya transportasi. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan jika ada bahan baku yang atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

2. Ketersediaan air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik, baik untuk proses, pendingin, maupun untuk proses yang lain. Sumber air biasanya berupa air sungai, danau atau air laut.

3. Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja merupakan pelaku dari proses produksi. Ketersediaan tenaga kerja yang terampil dan terdidik akan memperlancar proses produksi.

4. Kondisi geografis dan sosial

Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil terhadap gangguan keamanan dan bencana alam. Kebijakan pemerintah setempat juga mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih.

5. Transportasi

Sarana transportasi dari atau ke lokasi pabrik sangat memungkinkan untuk terjadinya hubungan dan pengiriman bahan baku

dan produk dengan lancar. Transportasi yang memadai yaitu jalan raya dan Pelabuhan yang memudahkan *impor* bahan baku dan kemungkinan *ekspor* produk

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, pabrik direncanakan akan didirikan di kawasan industri Cilegon, Jawa Barat. Faktor pendukungnya antara lain:

1. Dekat dengan pelabuhan untuk keperluan *impor* peralatan pabrik.
2. Merupakan daerah yang menjadi kawasan industri.
3. Tersedianya lahan, tenaga kerja dan air yang cukup.

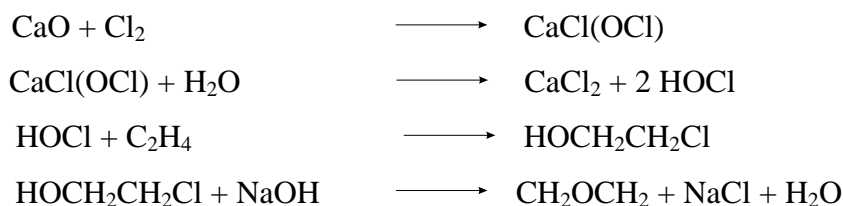
1.4 TINJAUAN PUSTAKA

1.4.1 Macam Macam Proses

Proses pembuatan etilen oksida dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain :

1. Proses Khlorohidrin

Proses khlorohidrin terdiri dari 2 langkah, yaitu proses pembuatan etilen khlorohidrin sebagai bahan *intermediate* dan proses *dehidroklorinasi* etilen khlorohidrin menggunakan sodium atau kalsium hidroksida. Reaksi yang berlangsung adalah sebagai berikut :



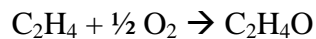
Reaksi pembentukan kalsium oksikhlorid berlangsung pada tekanan 2900 psi dan suhu 20°C dengan menggelembungkan gas khlor ke dalam *slurry* dari kapur dan etilen. Selanjutnya gas khlor digelembungkan ke dalam larutan oksikhlorid sehingga dihasilkan etilen khlorohidrin. Etilen oksida dihasilkan dengan mereaksikan etilen khlorohidrin dengan sodium hidroksida pada suhu 15-25°C dan tekanan 36 psi. (Mc.Ketta, 1979)

2. Proses Oksidasi Langsung

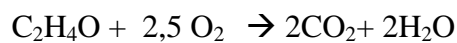
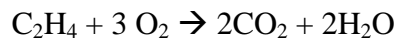
2.a. Proses Oksidasi Langsung dengan Oksigen Teknis

Dalam proses terjadi reaksi utama yaitu pembentukan etilen oksida dan reaksi samping menghasilkan karbon dioksida dan air.

Reaksi utama:



Reaksi samping:



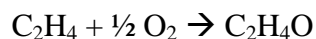
Reaksi dijalankan dalam *reaktor Fixed bed multitube* pada tekanan 1,2 atm dan suhu 290°C dengan *katalis* perak pada penyangga Alumina. *Konversi per passnya* 15% sedangkan *selektivitas* cukup tinggi yaitu sekitar 75%. Selain terbentuk etilen oksida, terbentuk pula produk samping CO₂ dan H₂O jadi perlu rangkaian CO₂ absorber dan CO₂ stripper untuk mengurangi kandungan CO₂ sebelum gas keluar absorber tersebut *direcycle* ke reaktor.

Selain itu untuk mencegah efek *eksplisivitas* etilen terhadap oksigen, maka perlu penambahan gas *diluent* berupa nitrogen murni atau etan murni dalam *siklus* reaktor. (Mc. Ketta, 1979)

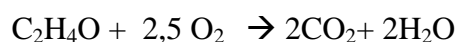
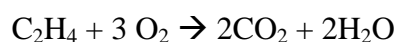
2.b. Oksidasi langsung dengan udara

Dalam proses terjadi reaksi utama yaitu pembentukan etilen oksida dan reaksi samping menghasilkan karbon dioksida dan air.

Reaksi utama:



Reaksi samping:



Dengan digunakan udara dengan kadar nitrogen tinggi, maka tidak memerlukan gas *diluent* untuk mencegah *eksplotivitas* dan juga berfungsi sebagai pendingin reaksi. Pada reaksi dengan

menggunakan udara sebagai oksidannya didapatkan hasil samping CO_2 dan H_2O .

Secara ekonomi lebih menguntungkan *investasi*. Selain itu tidak diperlukannya diluent khusus pada saat proses reaksi berjalan. Namun demikian dengan digunakannya udara sebagai *oksidan* yang mengandung banyak nitrogen, maka diperlukan *purging* untuk mencegah *akumulasi* nitrogen. (Mc.Ketta, 1979)

Dari ketiga proses di atas dipilih proses oksidasi langsung, karena proses paling sederhana dan bahan yang digunakan tidak terlalu berbahaya. Kelemahan proses ini adalah *konversi* etilen keluar reaktor yang rendah. Hal ini diatasi dengan melakukan *recycle* gas keluar reaktor yang telah diambil etilen oksidanya, kemudian mencampur dengan umpan segar.

1.4.2 Kegunaan Produk

Etilen oksida umumnya digunakan sebagai bahan *pensteril*. 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 sehingga tidak dapat *disterilkan* dengan uap pada suhu tinggi.

Etilen oksida selain untuk penggunaan langsung, juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan:

1. **Monoetilen Glycol**, dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan air, merupakan *agen* antibeku yang digunakan pada mesin-mesin, Juga digunakan untuk bahan baku produksi polietilen terephthalate (PET) dan sebagai cairan penukar panas.
2. **Dietilen Glycol**, merupakan agen pelunak yang digunakan pada gabus lem dan kertas. Juga digunakan sebagai *solven* dan agen *de-icing* pada pesawat terbang maupun bandara.

3. **Trietilen Glycol**, merupakan *agen humectant* yang juga digunakan sebagai *solven*, pernis dan pengering gas. Sering digunakan sebagai *drying agent* pada pengolahan gas alam.
4. **Tetraetilen Glycol**, merupakan *agen ekstraksi* yang digunakan dalam ekstraksi hidrokarbon aromatik.
5. **Polietilen Glycol**, digunakan sebagai bahan baku pembuatan *kosmetik*, farmasi, pelumas, *solven*, bahan penunjang pembuatan keramik dan bahan pembuat perekat maupun tinta cetak.
6. **Polietilen oksida (Polyox)**, dihasilkan dengan reaksi *polimerisasi* dengan melibatkan logam golongan IIA dan IIIA. Digunakan dalam bidang pertanian, *agen koagulasi* dan bahan pengemas.
7. **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.
8. **Ethanolamine**, dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan amonia. Digunakan sebagai bahan kimia dalam proses akhir *tekstil*, *kosmetik*, sabun, *detergen* dan pemurnian gas alam.
9. **Nonionic Surfactant**, dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan alkilphenol, alkilmerkaptan atau polipropilen glikol. Digunakan sebagai bahan *pengemulsi* pada proses *polimerisasi*, bahan dasar industri *surfaktan*, pembuatan kertas dan daur ulang.
10. Turunan Lain, misalnya Akrilonitril yang dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan etilen cyanohidrin atau *Urethane* yang dihasilkan dari reaksi etilen oksida dengan propilen oksida. (Mc.Ketta, 1979)

1.4.3 Sifat Fisika dan Kimia Produk dan Bahan Baku.

A. Bahan Baku

A.1. Etilen

Sifat *Fisik*: (Perry's, 1983)

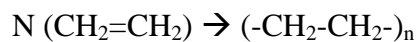
Rumus Molekul	: C ₂ H ₄
Berat Molekul (gr/gmol)	: 28,05
Titik didih pada 1 atm (°C)	: -103,9
Titik lebur pada 1 atm (°C)	: -169,1
Suhu Kritis (°C)	: 9,9
Tekanan Kritis (atm)	: 50,5
Gas <i>density</i> (1,01 bar, 15°C) (kg/m ³)	: 1,178
<i>Viskositas</i> Cairan (cp)	: 0,715
Panas <i>laten</i> penguapan (kcal/g)	: 113,39
Panas <i>laten</i> peleburan (kcal/g)	: 28,547
Panas Pembakaran (kcal/g)	: 12.123,70
<i>Konduktivitas Thermal</i> (Btu/Jft ² F)	: 0,011

Sifat Kimia

1. Polimerisasi

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

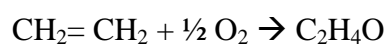
Reaksi:



2. Oksidasi

Etilen dapat *dioksidasi* sehingga menghasilkan senyawa-senyawa etilen oksida, etilen dioksida, etilen glikol.

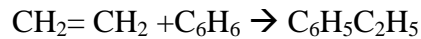
Reaksi :



3. 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 .

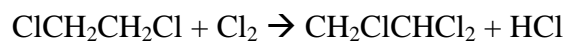
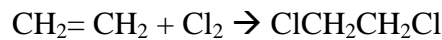
Reaksi :



4. Klorinasi

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

Reaksi:



5. Oligomerisasi

Etilen dapat *dioligomerisasi*, misalnya menjadi *Linear Alfa Olefini* (LAO), $\text{C}_{10} - \text{C}_{14}$ dengan rantai lurus dan alifatik alkohol. Reaksi dijalankan pada suhu $80 - 120^\circ\text{C}$ dengan tekanan 20 Mpa.

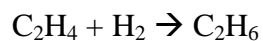
Reaksi:



6. Hidrogenasi

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

Reaksi:

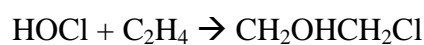


Atau direaksikan dengan *katalis Platina* pada suhu kamar.

7. Adisi

Etilen klorohidrin terbentuk melalui reaksi *adisi* antara etilen dengan asam hipoklorit pada suhu $20 - 30^\circ\text{C}$ dan tekanan 2,5 atm.

Reaksi:



(Perry's, 1979)

A.2. Udara

Berikut ini tabel sifat fisik udara: (Perry's, 1983)

Tabel 1.4 Sifat Fisik Udara

Sifat gas	N ₂	O ₂
Berat molekul (gr/gmol)	28,02	32,0
Kenampakan	Gas, tidak berbau, tidak Berwarna	Gas, tidak berbau, tidak berwarna
<i>Specific gravity</i>	12,5	1,7
<i>Melting point</i> °C	-209,86	- 214,8
Boiling point, 1 atm, °C	-195,8	-0183
Suhu kritis	-110,8	- 118,4
Tekanan kritis, atm	33,5	49,5
Volume kritis, m /mol	0,084	0,073
<i>Liquid density</i> . Kg/m ³	805	1149

B. Produk

B.1. Etilen Oksida

Sifat Fisik: (Perry's, 1983)

Rumus Molekul	: C ₂ H ₄ O
Berat molekul	: 44,053 gr/gmol
Titik Didih (1 atm, °C)	: 10,8
Titik lebur (1 atm, °C)	: 112,5
Temperatur Kritis (°C)	: 195,8
Tekanan kritis, Mpa	: 7,2
<i>Densitas kritis</i>	: 314 kg/m ³
<i>Densitas cairan pada 20°C</i>	: 876 kg/m
<i>Densitas gas pada 20°C</i>	: 2,98 g/l
Tegangan Permukaan 20°C	: 24,5 m N/m
Kapasitas panas, gas 20°C	: 1,1 kJ/kg K
Panas penguapan (25°C, 101,3 k Pa)	: 5,495 kJ/kg

Panas pembakaran	: 29, 648 kJ/kg
Panas pembentukan, gas	: 117,86 kJ/kg

Sifat kimia:

Etilen Oksida adalah senyawa yang sangat mudah bereaksi (*reaktif*), biasanya reaksinya dimulai dengan terbakarnya struktur cincinnya dan umumnya bersifat *eksotermis*. Suatu ledakan dapat terjadi jika etilen Oksida dalam bentuk uap mendapatkan pemanasan yang berlebihan. Sifat kimia dari etilen oksida diantaranya adalah:

a. *Dekomposisi*

Etilen Oksida dalam bentuk gas akan mulai *terdekomposisi* pada 400°C membentuk CO, CH₄, C₂H₄, H₂ atau CH₃CHO. Langkah pertama yang terjadi adalah *isomerisasi* menjadi asetaldehid.

b. Reaksi dengan atom hidrogen labil

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

c. Reaksi oleh senyawa ikatan rangkap

Etilen oksida dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa berikatan rangkap (*double bond*) membentuk senyawa siklis, misalnya dengan CO₂.

d. *Isomerisasi katalitik*

Etilen oksida dapat bereaksi membentuk asetaldehid dengan bantuan *katalis* Ag, pada kondisi tertentu.

e. *Reduksi* menjadi etanol

Reduksi etilen oksida menjadi etanol dapat dilakukan dengan *katalis* Ni, Cu, Cr, dan Al₂O₃.

f. Reaksi dengan pereaksi *Grignard*

Reaksi etilen oksida dengan pereaksi *Grignard* menghasilkan senyawa dengan gugus hidroksil primer. (Perry's, 1983)