



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Etilen glikol atau 1,2 etanediol sebagai nama IUPAC memiliki rumus molekul HOCH₂CH₂OH. Etilen glikol atau disingkat EG atau etanediol adalah nama dagang yang digunakan di Indonesia. Etilen glikol merupakan glikol dengan senyawa diol yang sederhana. Senyawa diol adalah senyawa yang memiliki gugus hidroksil (OH), senyawa ini ditemukan pertama kali oleh Wurtz pada tahun 1859, dengan mereaksikan dari 1,2 dibromoetan dengan perak asetat menghasilkan etilen glikol diasetat kemudian dilanjutkan dengan proses hidrolisis menjadi etilen glikol. Etilen glikol pertama digunakan di industri pada perang dunia 1, sebagai produk pada pembuatan bahan peledak (etilen glikol dinitrat). Etilen glikol kemudian dikembangkan kembali menjadi produk utama suatu industri. Secara luas produksi etilen glikol dengan proses hidrolisis dari bahan baku etilen oksida dan air diperkirakan mencapai 7×10^6 ton/tahun (Ullmann, 1992).

Etilen glikol merupakan cairan jernih, 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 bolpoint, foam stabilizer, kosmetik, dan bahan anti beku (anti freeze). Selama ini Indonesia masih mengimpor dari beberapa negara.

Di Indonesia sendiri senyawa etilen glikol 97% digunakan sebagai bahan utama dalam industri poliester (tekstil), sedangkan 3%, etilen glikol digunakan sebagai bahan pembuatan cat, minyak rem, *solvent*, resin, tinta cetak, foam stabilizer, pendingin, dan bahan anti beku. Sedangkan dietilen glikol digunakan untuk resin, dan digunakan sebagai pelarut pada industri petroleum, dan trietilen glikol sebagai senyawa *dessicant* untuk pengeringan gas alam (Mc Ketta, 1984).



Senyawa etilen glikol banyak digunakan di Indonesia hal ini dapat dilihat pada tahun 2020 konsumsi etilen glikol di Indonesia mencapai 622.995 ton/tahun. Konsumsi ini hanya dapat dipenuhi 35% oleh PT Polychem Tbk yang memproduksi etilen glikol sebesar 233.600 ton/tahun. Sedangkan kekurangan dari kebutuhan etilen glikol di Indonesia dipenuhi dengan melakukan impor dari berbagai negara. Oleh karena itu didirikan pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan etilen glikol di Indonesia.

Selain itu, penjualan produk etilen glikol terkait erat dengan permintaan dari industri poliester domestik dan saat ini Indonesia adalah pengimpor etilen glikol. Kondisi ini membawa kesempatan besar untuk dilakukan pendirian pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri serta berkompetisi dengan produsen internasional dari Arab Saudi, Amerika Serikat, Jepang, dan Singapura. Industri tekstil mempunyai peluang besar yang cukup baik di pasaran lokal atau interlokal sehingga memungkinkan pendirian industri etilen glikol yang digunakan sebagai bahan bakunya. Dengan pendirian atau perluasan pabrik poliester di mana etilen glikol digunakan sebagai bahan utama, sementara etilen glikol digunakan hampir di seluruh dunia, termasuk Indonesia.

I.1.1. Alasan Pendirian Pabrik

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. Membuka lapangan kerja baru sehingga menurunkan tingkat pengangguran.
- c. Membuka peluang bagi pengembangan-pengembangan industri dengan bahan baku etilen glikol, sehingga tercipta diversifikasi produk yang mempunyai nilai ekonomi lebih tinggi.



- d. Semakin banyak minat investor untuk menanamkan modalnya pada industri etilen glikol yang memang menjanjikan keuntungan yang cukup besar.

I.1.2. Ketersediaan Bahan Baku

Indonesia mempunyai PT. Chandra Asri, berlokasi di Cilegon, Banten yang memproduksi etilen dalam jumlah banyak, sehingga untuk bahan baku etilen diperoleh dari PT Chandra Asri dengan asumsi pabrik tersebut selalu menyediakan etilen untuk pabrik kami. Bahan baku udara didapatkan dari lingkungan. Kebutuhan katalis perak diimpor dari Linyi Peaxe Precious Metal Catalyst Co., Ltd., Cina. Pengadaan bahan baku ini dilakukan dengan sistem kontrak kerja sama. Bahan baku berupa air dapat diperoleh dari sungai di daerah terdekat yaitu Sungai Cisadane, Tangerang

I.1.3. Kebutuhan Etilen Glikol

Kebutuhan Produsen penghasil etilen glikol di Indonesia sampai saat ini hanya ada satu perusahaan yaitu PT. Polychem Indonesia Tbk. yang memproduksi 216.000 ton/tahun dengan persentase penjualan etilen glikol 81% untuk konsumsi dalam negeri dan 19% untuk diekspor ke Asia dan Amerika Utara. 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 I.1. berikut.

Tabel I.1. Data Ekspor Impor Etilen Glikol (kg/tahun)

Tahun	Impor	Ekspor
2017	396.393.017	21.104.000
2018	386.041.895	34.034.000
2019	396.889.510	18.431.000
2020	406.995.402	51.792.000
2021	492.790.955	76.791.000

(Badan Pusat Statistik, 2019)

I.1.4. Aspek Pasar



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. Pabrik-pabrik yang memanfaatkan etilen glikol sebagai bahan bakunya antara lain pabrik Polyester Staple Fiber (PSF), Polyester Filament Yarn (PFY), dan Polyester Terephtalat 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 anti freezer. 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.

I.1.5. Penentuan Kapasitas Produksi

Dalam penentuan kapasitas produksi etilen glikol dilakukan beberapa pertimbangan mulai dari jumlah produksi tahunan di Indonesia, jumlah konsumsi tahunan, serta jumlah total ekspor dan impor tahunan di Indonesia. Kebutuhan etilen glikol di Indonesia terus mengalami peningkatan seperti pada data dalam tabel berikut.

Tabel I.2. Data Ekspor, Impor, Jumlah Produksi, Jumlah Konsumsi Etilen Glikol
(Ton)

Tahun	Impor	Ekspor	Produksi	Konsumsi
2016	396393,017	21104	137.522	259434,69
2017	386041,895	34034	137.522	299876,548
2018	396889,51	18431	137.522	305872,454
2019	406995,402	51792	137.522	511784,16



PRA RENCANA PABRIK

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

Bab I Pendahuluan

2020	492790,955	76791	137.522	655409,178
------	------------	-------	---------	------------

Pada tabel I.2 didapatkan data yang dapat memproyeksikan jumlah aspek kebutuhan produksi perkiraan pada tahun tertentu. Penentuan aspek kebutuhan produksi perkiraan pada tahun terkait dalam satuan ton/tahun dapat dihitung melalui rumus berikut.

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5$$

(Kusnarjo, 2010).

Dimana :

- m1 = Nilai impor
- m2 = Nilai Produksi dalam Negeri
- m3 = Kebutuhan Produksi
- m4 = Nilai Ekspor
- m5 = Nilai konsumsi dalam negeri

Tahun	Impor	Ekspor	Produksi	Konsumsi
2016	0	0	0	0
2017	0.02611328	0.612680061	0	0.155884543
2018	0.02809958	0.458453311	0	0.019994581
2019	0.02546273	1.810048288	0	0.673194671
2020	0.21080227	0.482680723	0	0.280635919
Rata-rata =	0.05809557	0.672772477	0	0.225941943

Maka :

$$m3 = (m4 + m5) - (m1 + m2)$$

$$= (76791 + 655409,178) - (492790,955 + 137522)$$

$$m3 = 101877,223 \text{ ton/tahun}$$

Didapatkan Kebutuhan produksi pada tahun 2020 sebesar 101877,223 ton/tahun

Tabel I.3. Data kenaikan Ekspor, Impor, Jumlah Produksi, Jumlah Konsumsi
Etilen Glikol (%)



PRA RENCANA PABRIK

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

Bab I Pendahuluan

Berdasarkan tabel I.2 , didapatkan rata rata persen kenaikan yang tercantum pada tabel 1.3 untuk memproyeksikan aspek data kebutuhan produksi pada tahun tertentu. Digunakan tahun 2016– 2020, sehingga perkiraan aspek data kebutuhan produksi etilen glikol pada tahun 2025 dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$m = P (1 + i)^n$$

Dimana:

- m = Jumlah yang diperkirakan pada tahun 2025 (ton/tahun)
- P = Kebutuhan produksi tahun 2020 (ton/tahun)
- i = Rata – rata kenaikan impor tiap tahun (%)
- n = Jangka waktu pabrik berdiri (2020 - 2025) = 5 tahun

Dari kebutuhan etilen glikol di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor etilen glikol pada tahun 2025 adalah

$$m_1 = P (1 + i)^n = 101877,223 (1 + 0.0580956)^5 = 539032,0975 \text{ ton/tahun}$$

$$m_2 = P (1 + i)^n = 101877,223 (1 + 0)^5 = 509436,115 \text{ ton/tahun}$$

$$m_4 = P (1 + i)^n = 101877,223 (1 + 0.67277248)^5 = 852170,7118 \text{ ton/tahun}$$

$$m_5 = P (1 + i)^n = 101877,223 (1 + 0.22594194)^5 = 624539.1005 \text{ ton/tahun}$$

Menghitung kapasitas pabrik etilen glikol (m_3) pada tahun 2025. Maka,

$$\begin{aligned} m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\ &= (852170,7118 + 624539.1005) - (539032,0975 + 509436,115) \end{aligned}$$

$$m_3 = 428241,5998 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas produksi yang direncanakan pada tahun 2025 diambil sebesar 10% dan 15% dari kebutuhan etilen glikol pada tahun 2025 sehingga kapasitas produksi yang beroperasi sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi} &= 10 \% \times 428241,5998 \text{ ton/tahun} \\ &= 42824,15998 \text{ ton/tahun} \\ &= 45.000 \text{ ton/tahun (pembulatan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi} &= 15 \% \times 428241,5998 \text{ ton/tahun} \\ &= 64236,2398 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$



PRA RENCANA PABRIK

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

Bab I Pendahuluan

= 65.000 ton/tahun (pembulatan)

Dengan demikian, ditentukan bahwa kapasitas pabrik yang direncanakan adalah sebesar 45.000 ton/tahun dan 65.000 ton/tahun

I.2. Kegunaan Produk

A. Etilen Glikol

Terdapat beberapa kegunaan produk etilen glikol, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Dapat digunakan sebagai anti beku pada radiator kendaraan bermotor
2. Sebagai bahan baku poliester dan tereftalat (bahan baku serat sintesis)
3. Digunakan untuk resin alkid dan resin polyester untuk cat
4. Untuk membantu pada proses penggilingan semen
5. Sebagai bahan untuk mengurangi lapisan es yang ada di kaca depan dan sayap pada pesawat
6. Digunakan dalam rem dan meredam guncangan
7. Sebagai cairan untuk inhibitor dan mencegah karet membengkak
8. Sebagai pelumas tahan api
9. Untuk pelarut untuk pewarna
10. Untuk menghentikan terbentuknya amonia perborat pada kapasitor elektrolit

(Faith, 1975)

B. Dietilen Glikol

Dietilen glikol (DEG) merupakan produk samping dari hidrolisis etilen oksida yang digunakan sebagai polyurethane, resin poliester tak jenuh (Faith, 1975).

C. Trietilen Glikol



Trietilen glikol (TEG) digunakan sebagai pewarna tekstil, pelarut pada ekstraksi petroleum, dehidrolisis natural gas, plasticizer dan surfaktan (Faith, 1975).

I.3. Sifat Fisik dan Kimia

I.3.1. Bahan Baku

I.3.1.1. Etilen Oksida

A. Sifat Fisika

1. Nama lain : Oxirane dan Epoxyethane
2. Rumus Molekul : C_2H_4O
3. Wujud : Cair
4. Berat Molekul : 44,05 gr/mol
5. Warna : Bening
6. Titik Didih : $10,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada 1 atm
7. Titik Leleh : $-111\text{ }^{\circ}\text{C}$
8. Kelarutan : Larut dalam air
9. Densitas : 0,882 gr/ml pada 10°C
10. Viskositas : 0,254 mPa.s pada $10\text{ }^{\circ}\text{C}$

(Pubchem, 2019)

B. Sifat Kimia

- Etilen oksida sangat reaktif, dapat beraksi jika pembukaan cincin terbuka dan sangat eksotermis



Bereaksi dengan senyawa yang mengandung gugus hidrogen dan menghasilkan senyawa grup *hydroxyethyl*

(Ullman, 2000)

I.3.1.2. Air

A. Sifat Fisika

1. Rumus Molekul : H_2O
2. Wujud : Cair



PRA RENCANA PABRIK

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

Bab I Pendahuluan

3. Berat Molekul : 18,02 gr/mol
4. Warna : Bening
5. Titik Didih : 100 °C pada 1 atm
6. Titik Leleh : 0 °C
7. Densitas : 0,995 gr/ml pada 25°C
8. Viskositas : 0,89 cP pada 25°C

(Pubchem, 2019)

I.3.2 Produk

I.3.2.1. Etilen glikol

A. Sifat Fisika

1. Nama lain : 1,2 Ethanediol dan monoetilen glikol
2. Rumus Molekul : $C_2H_4O_2$
3. Wujud : Cair
4. Berat Molekul : 62,07 gr/mol
5. Warna : Bening
6. Titik Didih : 197,3°C pada 1 atm
7. Titik Leleh : -13 °C
8. Kelarutan : Larut dalam air
9. Densitas : 1,1135 g/mL gr/ml pada 20°C
10. Viskositas : 21 mPa.s pada 20 °C

(Pubchem, 2019)

B. Sifat Kimia

Etilen glikol mudah di oksidasi dengan aldehid dan asam karboksilat

(Ullman, 2000)

I.3.2.2. Dietilen glikol

A. Sifat Fisika

1. Wujud : cair
2. Berat molekul : 106,12 g/mol
3. Warna : jernih, tak bewarna



PRA RENCANA PABRIK

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

Bab I Pendahuluan

4. Titik didih (1 atm) : 245,8oC
5. Titik beku (1 atm) : -6,5oC
6. Viskositas (20°C) : 36 cP
7. Densitas (20°C) : 1,1169 g/mL

B. Sifat Kimia

1. Rumus Molekul : $C_4H_{10}O_3$
2. Dietilen glikol terkondensasi dengan amina primer membentuk struktur siklis seperti metal amina 2. Dietilen glikol bereaksi dengan metal amina membentuk N-metilmorfolin 3. Larut dalam air, alkohol, etilen glikol, eter, dan aseton

I.3.2.3. Trietilen glikol

A. Sifat Fisika

1. Wujud : cair
2. Berat molekul : 150,175 g/mol
3. Warna : jernih, tak berwarna
4. Titik didih (1 atm) : 288,35oC
5. Titik beku (1 atm) : -7,36oC
6. Viskositas (20°C) : 35,2127 cP
7. Densitas (20°C) : 1,1175 g/mL

B. Sifat Kimia

1. Rumus Molekul : $C_6H_{14}O_4$
2. Trietilen glikol dapat dibuat langsung dengan mereaksikan etilen oksida dengan dietilen glikol. Mudah larut dalam air