



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sedang meningkatkan sektor industrinya, terutama dalam industri kimia. Hal ini berkaitan dengan meningkatnya kebutuhan akan bahan kimia seiring dengan kemajuan zaman. Sayangnya, industri di Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut, sehingga harus mengimpornya dari luar negeri. Jika bahan kimia ini dapat diproduksi di dalam negeri, maka akan meningkatkan devisa negara, memperbesar ekspor, dan mengurangi ketergantungan pada impor. Oleh karena itu, pembangunan industri kimia di Indonesia sangat penting. Salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di negara ini adalah etilen glikol.

Etilen glikol, yang juga dikenal sebagai glikol, memiliki rumus molekul $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$. Ini adalah senyawa diol sederhana yang mengandung dua gugus hidroksil (OH). Senyawa ini pertama kali ditemukan oleh Wurtz pada tahun 1859 melalui reaksi 1,2-dibromoetan dengan perak asetat, yang menghasilkan etilen glikol diasetat. Proses ini kemudian dilanjutkan dengan hidrolisis untuk menghasilkan etilen glikol (Kirk and Othmer, 1985). Etilen glikol pertama digunakan di industri pada perang dunia 1, sebagai produk pada pembuatan bahan peledak (etilen glikol dinitrat). Etilen glikol selanjutnya dikembangkan menjadi produk utama dalam industri. Produksi etilen glikol secara umum dilakukan melalui proses hidrolisis dari bahan dasar etilen oksida dan air, dengan estimasi mencapai 7 juta ton per tahun (Ullmann, 1992).

Etilen glikol adalah cairan jenuh yang tidak berwarna, tidak berbau, memiliki rasa manis, dan larut sepenuhnya dalam air. Di Indonesia, etilen glikol secara komersial digunakan sebagai bahan baku untuk industri poliester (tekstil) sebesar 97,34%. Sementara itu, 2,66% sisanya digunakan sebagai bahan baku tambahan untuk pembuatan cat, minyak rem, pelarut, resin alkil, tinta cetak, tinta bolpoin, stabilizer busa, kosmetik, dan bahan anti beku. Hingga kini, Indonesia



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

masih mengimpor etilen glikol dari beberapa negara. Di Indonesia, sekitar 97% senyawa etilen glikol digunakan sebagai bahan utama dalam industri poliester (tekstil), sementara 3% lainnya digunakan untuk pembuatan cat, minyak rem, pelarut, resin, tinta cetak, stabilizer busa, pendingin, dan bahan anti beku. Dietilen glikol digunakan dalam pembuatan resin dan sebagai pelarut di industri petroleum, sedangkan trietilen glikol berfungsi sebagai senyawa pengering untuk gas alam (Mc Ketta, 1984). Penggunaan senyawa etilen glikol di Indonesia cukup tinggi, terbukti dari konsumsi yang mencapai 622.995 ton per tahun pada tahun 2020. PT Polychem Tbk hanya mampu memenuhi 35% dari konsumsi tersebut dengan produksi sebesar 233.600 ton per tahun. Untuk memenuhi kekurangan kebutuhan etilen glikol di Indonesia, impor dari berbagai negara dilakukan. Oleh karena itu, pendirian pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan etilen glikol di dalam negeri.

Penjualan etilen glikol sangat bergantung pada permintaan dari industri poliester domestik, dan saat ini Indonesia masih mengimpor etilen glikol. Situasi ini menciptakan peluang besar untuk mendirikan pabrik guna memenuhi kebutuhan dalam negeri dan bersaing dengan produsen internasional dari Arab Saudi, Amerika Serikat, Jepang, dan Singapura. Industri tekstil memiliki potensi yang baik di pasar lokal maupun interlokal, sehingga membuka kemungkinan untuk mendirikan industri etilen glikol sebagai bahan baku. Dengan mendirikan atau memperluas pabrik poliester yang memanfaatkan etilen glikol sebagai bahan utama, hal ini dapat mendukung pemenuhan kebutuhan yang juga berlaku secara global, termasuk di Indonesia.

I.2 Kegunaan Produk

A. Etilen Glikol

Penggunaan etilen glikol dalam industri, khususnya di Indonesia, sebagian besar difokuskan sebagai bahan baku untuk industri poliester. Poliester merupakan jenis polimer termoplastik yang dimanfaatkan dalam berbagai industri, termasuk industri tekstil dan plastik. Poliester yang merupakan senyawa polimer jenis termoplastik digunakan sebagai bahan baku industry



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

tekstil dan plastic. Selain itu, etilen glikol juga digunakan dalam pembuatan cat, cairan rem, pelarut, alkyl resin, tinta cetak, tinta *ballpoint*, *foam stabilizer*, kosmetik, dan *anti freeze*.

B. Dietilen Glikol

Dietilen glikol (DEG) adalah produk sampingan dari hidrolisis etilen oksida yang dimanfaatkan dalam pembuatan poliuretan dan resin poliester tak jenuh (Faith, 1975).

C. Trietilen Glikol

Trietilen glikol (TEG) dimanfaatkan sebagai pewarna tekstil, pelarut dalam ekstraksi minyak, dehidrolisis gas alam, serta berfungsi sebagai *plasticizer* dan surfaktan (Faith, 1975).

I.3 Kebutuhan Aspek Ekonomi

I.3.1 Kebutuhan Etilen glikol di Indonesia

Hingga saat ini, di Indonesia hanya terdapat satu produsen etilen glikol, yaitu PT. Polychem Indonesia Tbk., dengan kapasitas produksi sebesar 233.600 ton/tahun. Dari total penjualannya, sekitar 81% digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik, sementara 19% diekspor ke negara-negara di Asia dan Amerika Utara. Namun, jumlah produksi ini masih belum cukup untuk memenuhi seluruh permintaan etilen glikol di dalam negeri, sehingga harus dipenuhi melalui impor dari perusahaan luar negeri, seperti yang ditunjukkan dalam tabel I.1 berikut (Badan Pusat Statistik, 2024) :

Tabel I. 1 Impor Etilen Glikol (Ton)

Tahun	Impor (ton)
2019	432047,761
2020	371882,158
2021	438225,942
2022	449208,174
2023	423044,791



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

I.3.2 Kapasitas Rancangan Pabrik

Dalam menentukan kapasitas produksi pabrik etilen glikol, perlu mempertimbangkan beberapa faktor, antara lain jumlah konsumsi dan produksi, serta jumlah impor dan ekspor etilen glikol di Indonesia. Kebutuhan etilen glikol terus meningkat dari tahun ke tahun, yang dapat dilihat dari data impor yang terdapat pada tabel di bawah ini (Badan Pusat Statistik, 2024).

Tabel I. 2 Data Ekspor, Impor, Produksi, dan Konsumsi Etilen Glikol

Tahun	Impor (Ton)	Ekspor (Ton)	Produksi (Ton)	Konsumsi (Ton)
2019	432047,761	43468,46	233600	622179,30
2020	371882,158	29670,83	233600	575811,33
2021	438225,942	4354,72	233600	671391,22
2022	449208,174	9124,56	233600	673683,61
2023	423044,791	13478,10	233600	643166,69

Pada Tabel I.2, terdapat data yang dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah kebutuhan produksi pada tahun tertentu. Aspek kebutuhan produksi yang diprediksi untuk tahun tersebut, dalam satuan ton per tahun, dapat dihitung dengan menggunakan *discounted methode* melalui rumus sebagai berikut :

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

Dimana :

m_1 = Nilai Impor

m_2 = Nilai Produksi Dalam Negeri

m_3 = Kebutuhan Produksi

m_4 = Nilai Ekspor

m_5 = Nilai Konsumsi Dalam Negeri

Dalam menentukan perkiraan jumlah konsumsi dan ekspor pada tahun dimana pabrik direncanakan didirikan, dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut :

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



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

Dimana :

m = Jumlah produksi pada tahun yang diperkirakan (ton/tahun)

P = Nilai impor/ekspor pada tahun terakhir

i = Rata-rata kenaikan tiap tahun

n = Jangka waktu pabrik berdiri dengan tahun terakhir

Pabrik etilen glikol direncanakan berdiri pada tahun 2029. Berdasarkan tabel tersebut dengan menggunakan persamaan di atas dapat dihitung perkiraan konsumsi pada tahun 2029 sebesar :

$$\begin{aligned}m_5 &= P(1 + i)^n \\ &= 643166,69 (1 + 0,0124)^6 \\ &= 691570,27 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_4 &= P(1 + i)^n \\ &= 13478,1 (1 + 0,08036)^6 \\ &= 21430,859 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}m_1 &= P(1 + i)^n \\ &= 423.044,79 (1 + 0,0012)^6 \\ &= 426.079,70 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dapat dihitung kapasitas pabrik etilen glikol (m_3) pada tahun 2029. Pendirian pabrik etilen glikol pada tahun 2029 bertujuan untuk memenuhi 50% kebutuhan dalam negeri, sehingga:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$$

$$\begin{aligned}m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \\ &= (21430,859 + 692508,38) - (213.039,85 + 233600) \\ &= 266.361,284 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

$$m_3 = 270.000 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas produksi yang direncanakan pada tahun 2029 diambil sebesar 25% dari kebutuhan etilen glikol pada tahun 2029. Dengan demikian, ditentukan bahwa kapasitas pabrik yang direncanakan sebesar 70.000 ton/tahun.



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

I.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.4.1 Bahan Baku Utama

1. Etilen Oksida

A. Sifat Fisika

Sifat Fisik Etilen Oksida sebagai berikut :

1. Fase : Cair
2. Berat Molekul : 44,05 gr/mol
3. Warna : Tidak berwarna
4. Titik Didih : 10,6°C pada 1 atm
5. Titik Leleh : -111°C
6. Kelarutan : Larut dalam air
7. Densitas : 0,882 gr/ml pada 10°C
8. Viskositas : 0,254 mPa.s pada 10°C

B. Sifat Kimia

Sifat kimia Etilen Oksida dapat dilihat sebagai berikut :

- Rumus Molekul : C_2H_4O
- Etilen oksida sangat reaktif dan mudah terbakar

(PT. Polychem Indonesia, 2024)

2. Air

A. Sifat Fisika

Sifat Fisik air sebagai berikut :

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

B. Sifat Kimia

Sifat kimia air dapat dilihat sebagai berikut :



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

- Rumus Molekul : H_2O
- Air memiliki sebagai pelarut universal

(Perry, 1997 “Water”)

I.4.2 Bahan Baku Pendukung

1. Amberlyst15

A. Sifat Fisika

- Fase : Padat
- Warna : Kuning Tua Kecoklatan
- Tipe : Kation Asam Kuat
- Bentuk : *Spherical Beads*
- Diameter Pori : 600-850 μm
- Densitas Partikel : 770 g/L
- Porositas : 0,319
- Maksimal Temperatur : 120°C

B. Sifat kimia

- Bentuk Ion : H^+
- Kapasitas Retensi Air : 52 – 57%
- Kapasitas Pertukaran : $\geq 1.80 \text{ eq/L}$

(PT. Aquatech Indonesia, 2024)

I.4.3 Produk Utama

1. Etilen glikol

A. Sifat Fisika

Sifat fisik etilen glikol sebagai berikut :

1. Nama Lain : 1,2 Ethanediol dan monoetilen glikol
2. Fase : Cair
3. Berat Molekul : 62,07 gr/mol
4. Warna : Tidak bewarna
5. Titik Didih : 197,3°C pada 1 atm



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

6. Titik Leleh : -13°C
7. Kelarutan : Larut dalam air
8. Densitas : 1.1135 gr/ml pada 20°C
9. Viskositas : 21 mPa.s pada 20°C

B. Sifat Kimia

Sifat kimia etilen glikol dapat dilihat sebagai berikut :

- Rumus Molekul : $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$
- Etilen glikol mudah di oksidasi dengan aldehid dan asam karboksilat
(Perry, 1997 "*Ethylene Glycol*)

I.4.4 Produk Samping

1. Dietilen glikol

A. Sifat Fisika

Sifat fisik dietilen glikol sebagai berikut :

1. Fase : Cair
2. Berat Molekul : $106,12 \text{ gr/mol}$
3. Warna : Tidak berwarna
4. Titik Didih : $245,8^{\circ}\text{C}$ pada 1 atm
5. Titik Beku : $-6,5^{\circ}\text{C}$
6. Densitas : 1.1169 gr/ml pada 20°C
7. Viskositas : 36 cP pada 20°C

B. Sifat Kimia

Sifat kimia dietilen glikol dapat dilihat sebagai berikut :

- Rumus Molekul : $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_3$
- Dietilen glikol terkondensasi dengan amina primer membentuk struktur siklis seperti metal amina
- Dietilen glikol bereaksi dengan metal amina membentuk N-metilmorfolin
- Larut dalam air, alkohol, etilen glikol, eter, dan aseton

(Perry, 1997 "*Diethylene Glycol*)



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

2. Trietilen glikol

A. Sifat Fisika

Sifat fisik trietilen glikol sebagai berikut :

1. Fase : Cair
2. Berat Molekul : 150,175 gr/mol
3. Warna : Tidak bewarna
4. Titik Didih : 288,35°C pada 1 atm
5. Titik Beku : -7,36°C
6. Densitas : 1.1175 gr/ml pada 20°C
7. Viskositas : 35,2127 cP pada 20°C

B. Sifat Kimia

Sifat kimia dietilen glikol dapat dilihat sebagai berikut :

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

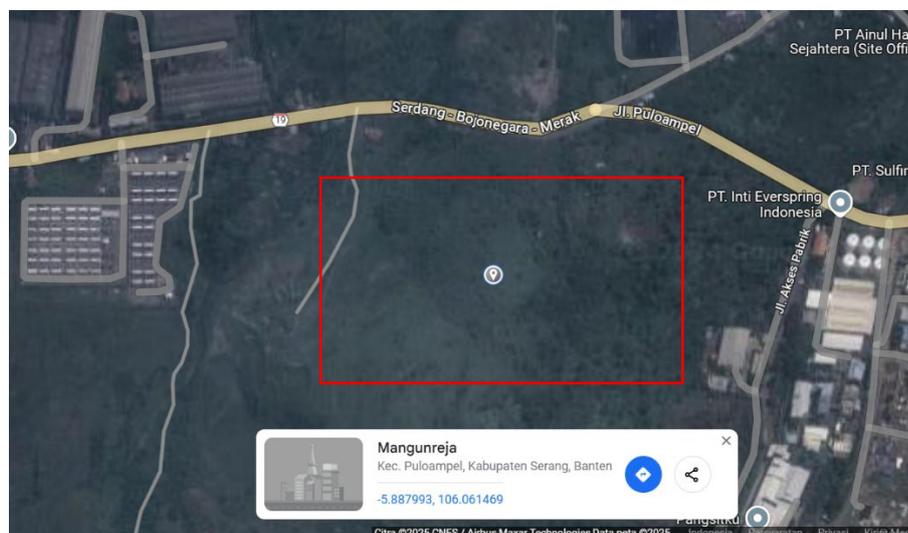
(Perry, 1997 “*Triethylene Glycol*)

I.5 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat krusial untuk menentukan keberhasilan dan keberlangsungan produksi. Keputusan untuk mendirikan pabrik etilen glikol di Mangureja Kec. Puloampel, Kab.Serang, Banten harus mempertimbangkan faktor-faktor utama dan khusus agar lokasi tersebut tepat, ekonomis, dan menguntungkan.



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15



Gambar I. 1 Lokasi Pendirian Pabrik

A. Faktor Utama

Faktor utama ini secara langsung berpengaruh pada tujuan utama pabrik, yaitu produksi dan distribusi produk yang disesuaikan dengan jenis dan kualitas, waktu, serta lokasi yang dibutuhkan oleh konsumen dengan harga yang terjangkau. Sementara itu, pabrik tetap dapat meraih keuntungan yang wajar. Faktor utama tersebut mencakup:

1. Pemasaran

Dalam pemasaran produk, penting untuk mempertimbangkan lokasi pabrik relatif terhadap pasar yang membutuhkan produk tersebut, guna mengurangi biaya distribusi dan waktu pengiriman. Produk etilen glikol jenis poliester grade terutama ditujukan untuk memenuhi permintaan domestik. Sebagian besar pabrik yang menggunakan etilen glikol sebagai bahan baku terletak di provinsi Banten dan Jawa Barat, sedangkan sebagian kecil lainnya berada di DKI Jakarta dan Jawa Tengah. Pabrik-pabrik yang memanfaatkan etilen glikol sebagai bahan baku mencakup pabrik Polyester Staple Fiber (PSF), Polyester Filament Yarn (PFY), dan Polyester Terephthalat Resin (PET) untuk produksi plastik, terutama botol dan film. Etilen glikol juga digunakan sebagai bahan baku untuk Nylon Filament Yarn (NFY), Nylon Tirecord (NTC),



PRA RANCANGAN PABRIK PABRIK ETILEN GLIKOL DARI ETILEN OKSIDA DAN AIR MELALUI PROSES HIDROLISIS KATALITIK DENGAN KATALIS AMBERLYST15

agen pendingin, dan anti-freeze. Sementara itu, produk sampingan dietilen glikol (DEG) dimanfaatkan dalam industri Unsaturated Polyester Resin (UPR), minyak rem, dan industri pelarut. Produk sampingan trietilen glikol (TEG) digunakan untuk pengeringan gas alam dan pembersihan bahan kimia.

2. Sarana Transportasi

Sarana transportasi sangat penting untuk mengangkut bahan baku dan mendistribusikan produk. Lokasi yang telah dipilih merupakan kota pesisir yang memiliki pelabuhan laut yang memudahkan pengiriman baik bahan baku maupun produk. Selain itu, jalur transportasi darat seperti jalan tol juga membantu dalam proses distribusi produk dan bahan baku.

B. Faktor Khusus

1. Tenaga Kerja

Tenaga kerja yang diperlukan dapat diambil dari para ahli yang berpengalaman di bidangnya serta pekerja lokal yang berasal dari masyarakat sekitar pabrik.

2. Utilitas

Kebutuhan air untuk proses dapat dipenuhi melalui pengolahan air dari sungai Cidanau. Sumber listrik dapat diperoleh dari PLN, dan selain itu, energi listrik juga dapat diproduksi secara mandiri menggunakan generator.

3. Sarana dan Prasarana

Sebagai salah satu kawasan industri besar di Indonesia, fasilitas transportasi, telekomunikasi, dan infrastruktur pendukung lainnya di wilayah produksi sangat mendukung pendirian industri-industri baru.