

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka memasuki pembangunan jangka panjang, pemerintah menitik beratkan pembangunan nasional pada sektor industri. Dengan berbagai kebijakan yang diambil, pemerintah terus menciptakan iklim segar bagi pertumbuhan industri, khususnya industri kimia. Pembangunan industri kimia ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dengan pemanfaatan sumber daya alam yang ada. Dengan berdirinya pabrik akan menghemat devisa negara dan membuka peluang berdirinya pabrik lainnya yang menggunakan produk pabrik tersebut.

Etilen Glikol merupakan salah satu bahan industri kimia yang sangat dibutuhkan dalam sektor industri kimia saat ini. Etilen glikol digunakan sebagai bahan baku industri poliester. Poliester yang merupakan senyawa polimer jenis thermoplastik ini digunakan sebagai bahan baku industri tekstil dan plastik. Kegunaan lain dari Etilen Glikol ini adalah sebagai bahan baku tambahan pada pembuatan cat, cairan rem, solven, alkyl resin, tinta cetak, tinta *ballpoint*, *foam stabilizer*, kosmetik, dan bahan anti beku (McKetta, 1984).

Menurut Data Badan Pusat Statistik tahun 2023 bahwa kebutuhan impor etilen oksida sebesar 423.044 ton/tahun. Kebutuhan akan Etilen Glikol oleh industri manufaktur masih terus meningkat sepanjang tahun. Satu-satunya major producer etilen glikol di Indonesia sampai saat ini adalah PT Polychem Indo Tbk. Akan tetapi, pemenuhan kebutuhan akan Etilen Glikol di Indonesia oleh PT Polychem Indo Tbk hanya mampu memenuhi sekitar 49-55% per tahunnya. Hal tersebut menyebabkan kebutuhan akan Etilen Glikol harus dibantu dengan mengimpor dari beberapa negara seperti Singapura (*Shell Chemical*), Korea Selatan (*Lotte Chemical*), dan Arab Saudi (Petro Rabigh).

Mempertimbangkan kebutuhan Etilen Glikol di Indonesia yang terus meningkat, maka sangat memungkinkan untuk mendirikan pabrik Etilen Glikol di

Indonesia. Pendirian pabrik ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan Etilen Glikol dalam negeri dan meningkatkan komoditas ekspor Etilen Glikol sehingga menambah devisa negara. Selain itu, berdirinya pabrik ini juga dapat mendorong berdirinya pabrik baru untuk diversifikasi produk menjadi bahan-bahan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Mengingat kebutuhan di Indonesia akan Etilen Glikol mengalami peningkatan setiap tahun dan produksi Etilen Glikol di Indonesia tidak mencukupi, maka pendirian pabrik Etilen Glikol sangat potensial untuk didirikan di Indonesia.

1.3 Tujuan perancangan pabrik

Tujuan perancangan pabrik pembuatan Etilen Glikol ini adalah menerapkan ilmu disiplin teknik kimia khususnya di bidang perancangan, proses, dan operasi teknik kimia sehingga akan memberikan gambaran kelayakan prarancangan pendirian suatu pabrik Etilen Glikol dari etilen oksida dan air dengan proses hidrolisis.

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Manfaat yang mungkin dicapai adalah terbukanya lapangan kerja dan memacu rakyat untuk meningkatkan produksi dalam negeri dan pada akhirnya akan meningkatkan kesejahteraan rakyat. Disamping itu juga untuk memanfaatkan sumber daya alam dan memberikan nilai ekonomis pada bahan baku agar menjadi produk yang lebih bermanfaat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan dan penyelesaian tugas Prarancangan Pabrik Etilen Glikol adalah hanya pada neraca massa, neraca energi, pembuatan *flowsheet* pada kondisi *steady state*, pemasangan alat kontrol, spesifikasi peralatan, unit utilitas, dan analisa ekonomi.

1.6 Penentuan Kapasitas Pabrik

Dalam suatu prarancangan pabrik, penentuan kapasitas produksi akan berpengaruh pada perhitungan ekonomi maupun teknis. Semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar. Penentuan kapasitas rancangan pabrik etilen glikol ini mempertimbangkan beberapa hal seperti proyeksi konsumsi etilen glikol di Indonesia maupun dunia dan kapasitas produksi etilen glikol komersial yang sudah ada.

1.6.1 Data Kebutuhan Etilen Glikol Di Indonesia

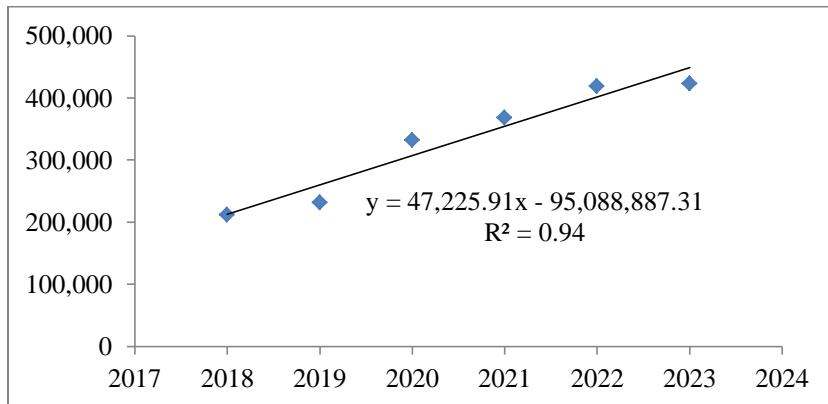
Data kebutuhan Etilen Glikol Di Indonesia dapat dilihat dari peninjauan Data Impor . Menurut data Badan Statistik Indonesia, kebutuhan Etilen Glikol di Indonesia mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena meningkatnya produk dengan menggunakan bahan baku etilen glikol. Adapun Data Impor Etilen Glikol di indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Kebutuhan Impor Etilen Glikol di Indonesia

| Tahun | Jumlah (Ton/Tahun) |
|-------|--------------------|
| 2018 | 212.028 |
| 2019 | 232.047 |
| 2020 | 331.882 |
| 2021 | 368.226 |
| 2022 | 419.208 |
| 2023 | 423.044 |

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2018-2023)

Berdasarkan Tabel 1.1 dapat dilihat bahwa data kebutuhan Etilen Glikol dari tahun 2018 sampai 2023 terus meningkat. Untuk mengurangi ketergantungan impor maka didirikan pabrik ini untuk meningkatkan Etilen Glikol dalam negeri. Berdasarkan data tersebut, untuk memperkirakan kebutuhan Etilen Glikol pada tahun 2028 maka dapat dibuat dengan mengekstrapolasi data dengan membuat suatu persamaan regresi linier. Hasil ekstrapolasi kebutuhan etilen glikol dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1 Data Kebutuhan Impor Etilen Glikol di Indonesia

Dari gambar 1.1 dapat dilihat bahwa kebutuhan Etilen Glikol terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini didapatkan karena kurva dengan persamaan garis lurus $y = 47.225,91x - 95.088.887,31$ dengan x sebagai fungsi tahun dan nilai $R^2 = 0,94$. Untuk menghitung kebutuhan Etilen Glikol pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode ekstrapolasi dengan persamaan:

$$y = 47.225,91x - 95.088.887,31$$

$$y = 47.225,91(2028) - 95.088.887,31$$

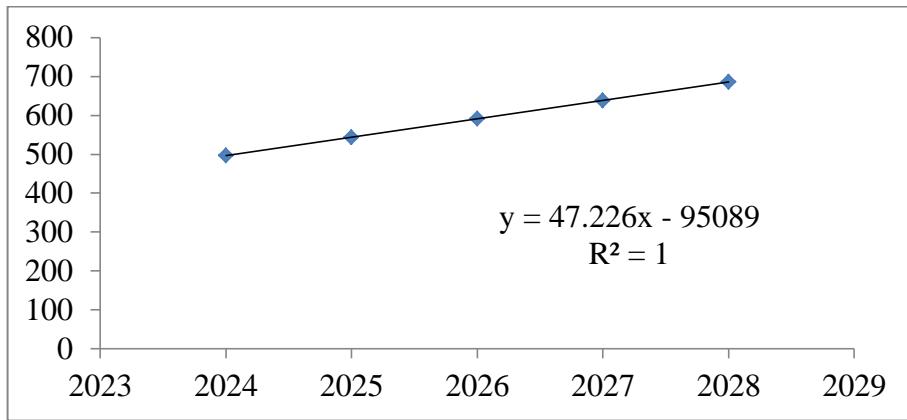
$$y = 685.258 \text{ Ton/Tahun}$$

Dari hasil perhitungan dapat diperkirakan kebutuhan impor Etilen Glikol di Indonesia pada tahun 2028 adalah sebesar 685.258 ton/tahun. Adapun hasil ekstrapolasi dapat dilihat pada Tabel 1.2

Tabel 1.2 Data Ekstrapolasi Impor Etilen Glikol di Indonesia

| Tahun | Jumlah (ton/tahun) |
|-------|--------------------|
| 2024 | 496.355 |
| 2025 | 543.580 |
| 2026 | 590.806 |
| 2027 | 638.032 |
| 2028 | 685.258 |

Berdasarkan Tabel 1.2 di atas menunjukkan bahwa kebutuhan etilen glikol Indonesia akan terus meningkat sampai mencapai 685.258 ton/tahun pada tahun 2028. Jika pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2028 maka dapat dilihat pada gambar 1.2



Gambar 1.2 Prediksi Data Kebutuhan Impor Etilen Glikol Di indonesia tahun 2024-2028

Selain itu, PT Polychem Indonesia yang berlokasi di Jakarta memproduksi 216.000 ton/tahun. Kondisi ini memberikan kesempatan besar untuk mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan domestik dan bersaing dengan produsen internasional seperti Arab Saudi, AS, Jepang, dan Singapura.

Berdasarkan data konsumsi dan produksi dalam negeri, maka Etilen Glikol direncanakan akan beroperasi dengan kapasitas 350.000 ton/tahun. Dimana produk Etilen Glikol akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia. Kapasitas Perancangan Pabrik Etilen Glikol ini sengaja ditetapkan sebesar itu dengan harapan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan Etilen Glikol dalam negeri yang terus meningkat setiap tahun, serta mengurangi ketergantungan pada negara lain.
2. Ada kemungkinan bahwa ini akan membuka jalan bagi bisnis lain yang menggunakan etilen glikol sebagai bahan baku seperti pembuatan *polyester terephthalat resin* (PET) untuk membuat plastik terutama botol. Berkembangnya industri baru juga dapat membantu mengurangi angka pengangguran di Indonesia dengan menyerap banyak tenaga kerja.
3. Prediksi kebutuhan dalam negeri pada tahun 2028 adalah sebesar 685.258 ton/tahun ton/tahun dan kemungkinan akan terus meningkat.

1.6.2 Kapasitas Produksi Pabrik Komersial yang Sudah Ada

Kapasitas produksi pabrik komersial etilen glikol yang sudah ada bertujuan untuk mengkaji data kapasitas pabrik yang sudah berdiri di Indonesia dan dunia. Di Indonesia terdapat pabrik etilen glikol yaitu PT. Polychem Tbk dengan kapasitas 216.000 Ton/Tahun. Untuk Industri etilen glikol di dunia ditunjukkan pada Tabel 1.3 berikut.

Tabel 1.3 Data Industri Etilen Glikol Di Dunia

| Nama Pabrik | Lokasi | Kapasitas (Ton/Tahun) |
|---|-------------------|-----------------------|
| Zhejiang Satellite Petrochemical Co Ltd | China | 910.000 |
| Reliance Industries Ltd | India | 750.000 |
| Petrochemical Company Al-Jubail | Arab Saudi | 700.000 |
| Indian Oil Corp | Sri Langka, India | 303.000 |
| Cannel Chemical Industry Co. Ltd | Tiongkok | 300.000 |
| Scientifie Design Co. Inc. | USA | 233.600 |
| PT. Polychem Tbk. | Indonesia | 216.000 |

Berdasarkan berbagai pertimbangan, kapasitas yang digunakan pada produksi prarancangan pabrik etilen glikol yang akan didirikan pada tahun 2028 sebesar 350.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan etilen glikol dalam negeri.

1.6.3 Ketersedian Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan produksi suatu pabrik sehingga penyediaan bahan baku sangat di prioritaskan. Bahan baku utama pembuatan Etilen glikol, yaitu Etilen Oksida yang dibeli dari PT Chandra Asri Petrochemical Center yang berkapasitas 522.000 Ton/tahun memiliki kemurnian 99% dalam fase gas. Mengingat ketersediaan bahan baku yang melimpah dan kebutuhan akan Etilen Glikol yang sangat besar, maka dapat dipertimbangkan lebih lanjut untuk mendirikan pabrik tersebut.

Pemilihan bahan baku merupakan hal yang penting dalam produksi Etilen Glikol, karena kemurnian produk yang dihasilkan dan desain pabrik tergantung

dari kualitas bahan bakunya. Bahan baku yang digunakan adalah Etilen Oksida dan air. Beberapa hal yang mendasari pemilihan bahan baku tersebut adalah :

1. Bahan baku mudah didapat karena telah diproduksi di Indonesia.
 2. Bahan baku tersedia cukup untuk keberlangsungan pabrik serta kontinuitasnya dapat terjamin.

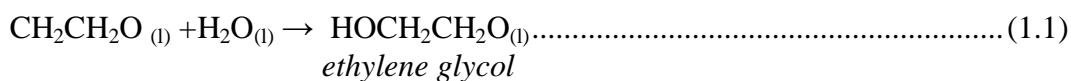
1.7 Pemilihan Proses Prarancangan Pabrik

Adapun macam-macam proses pada pembuatan Etilen Glikol terdiri dari 3 proses, diantaranya adalah sebagai berikut:

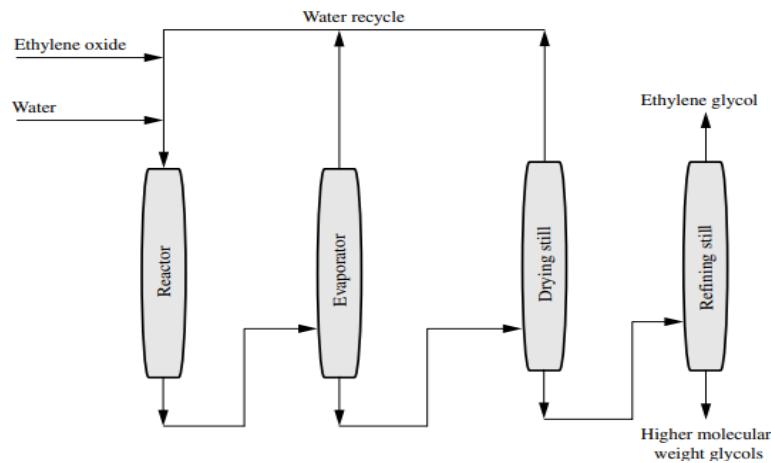
1. Proses Hidrolisis Non Katalitik
 2. Proses Hidrolisis Katalitik
 3. Proses *Halcon*

1.7.1 Proses Hidrolisis Non Katalitik

Proses hidrolisis non katalitik adalah penguraian senyawa dengan air tanpa adanya katalisator untuk mempercepat reaksi. Waktu tinggal dalam reaktor selama satu jam. Reaktor beroperasi pada temperatur 300°C-350°C dengan tekanan 14-22 atm. *Yield* dapat ditingkatkan dengan pemberian air berlebih yaitu 20 kali lipat yaitu sebesar 99,5%. Campuran air dan etilen glikol dalam fasa gas dari reaktor diumpulkan ke evaporator memekatkan konsentrasi dengan menggunakan steam tekanan tinggi. Satu evaporator terakhir beroperasi dengan tekanan vakum. Air yang teruapkan dikondensasi sebagai kondensat. Larutan *crude glikol* dari evaporator kemudian diumpulkan ke distilasi untuk memisahkan air dan fraksi ringan. Proses ini berlangsung pada fase gas dalam reaktor *Plug Flow Reactor* (PFR). Adapun reaksi yang terjadi untuk menghasilkan produk melalui proses hidrolisis non katalitik yaitu:



Adapun *Flowsheet* dengan menggunakan proses Hidrolisis non katalitik adalah sebagai berikut:



Gambar 1.3 Flowsheet menggunakan Hidrolisis non Katalitik
(Sumber : Chemical And Process Design Handbook, James G. Speigh)

Variabel yang penting dalam proses ini adalah perbandingan air dan etilen oksida. Pada reaksi ini tidak terjadi pembentukan polietilen glikol karena menggunakan air dalam jumlah besar, dengan perbandingan molar rasio air dengan etilen oksida yaitu antara 2,5-3,0.

Pembentukan homolog lebih tinggi pada pembuatan Etilen Glikol dapat terjadi karena etilen oksida lebih cepat bereaksi dengan Etilen Glikol daripada dengan air. Reaktor PFR memungkinkan kontrol yang lebih baik atas laju reaksi dan pembentukan produk, mengurangi kemungkinan pembentukan homolog yang lebih tinggi seperti *diethylene glycol* (DEG) dan *triethylene glycol* (TEG). PFR cenderung mencapai konversi yang lebih tinggi dan selektivitas yang lebih baik untuk Etilen Glikol. Sehingga untuk penggunaan reaktor Etilen Glikol lebih baik menggunakan reaktor jenis *plug flow* dibandingkan dengan reaktor jenis CSTR (Ullman's, 1989).

1.7.2 Proses Hidrolisis Katalitik

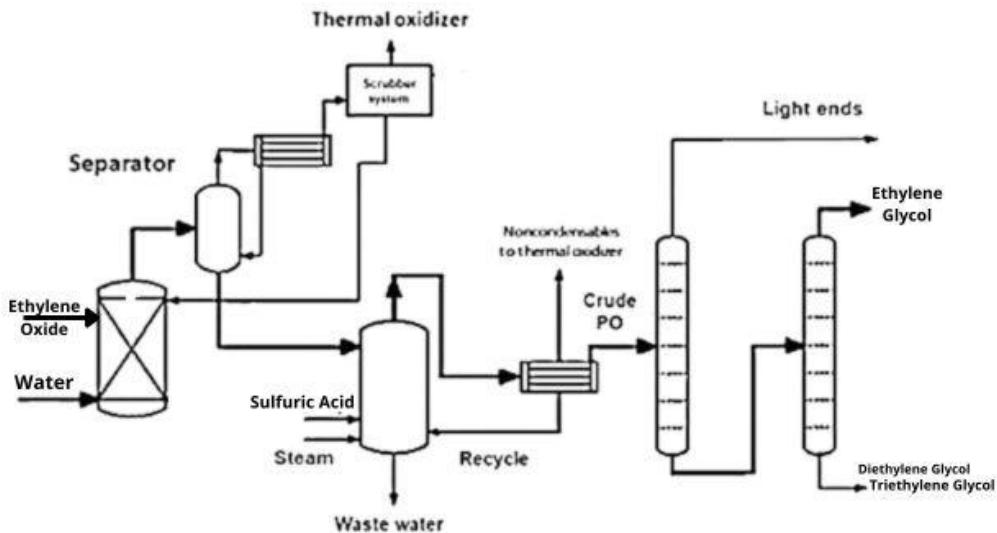
Pada proses hidrolisis etilen oksida, distribusi produk pada reaktor tidak begitu terpengaruh oleh suhu dan tekanan pada kisaran suhu 190°C-200°C dan tekanan 20-30 bar. *Yield* yang diperoleh lebih rendah daripada proses hidrolisis katalitik yaitu 80%. Selain nilainya dapat ditentukan dengan menggunakan katalis asam sulfat dapat juga ditentukan tanpa menggunakan katalis yang dalam

prakteknya hampir 90% etilen oksida dapat dikonversi menjadi Etilen Glikol, sisa reaksi 10% bereaksi dalam bentuk homolog yang lebih tinggi. Pada proses ini digunakan reaktor CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*). Distribusi produk secara substansional 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 hidrolisis sangat dipengaruhi oleh suhu katalis asam. Efektifitas basa sekitar 1/100 dibandingkan dengan asam pada konsentrasi yang sama dalam reaksi hidrolisis. Pemakaian katalis asam yaitu katalis asam sulfat dalam reaktor hidrolisis memungkinkan untuk dioperasikan pada 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 hidrolisis setelah dipanaskan dengan menggunakan air panas *recycle* dan uap air. Jika unit glikol dikombinasi dengan pabrik etilen oksida maka akan menjadi pertimbangan ekonomi. Proses hidrolisis dengan menggunakan katalis akan dapat dioperasikan dengan temperatur dan tekanan lebih rendah. Tetapi katalis asam bersifat korosif sehingga diperlukan peralatan bahan anti korosi yang mahal (McKetta, 1985). Adapun reaksi yang terjadi pada Hidrolisis katalitik yaitu:



Adapun *Flowsheet* dengan menggunakan proses Hidrolisis katalitik adalah sebagai berikut:

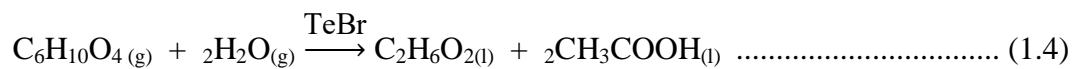
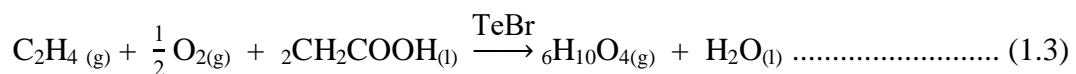


Gambar 1.4 Flowsheet dengan menggunakan proses Hidrolisis katalitik

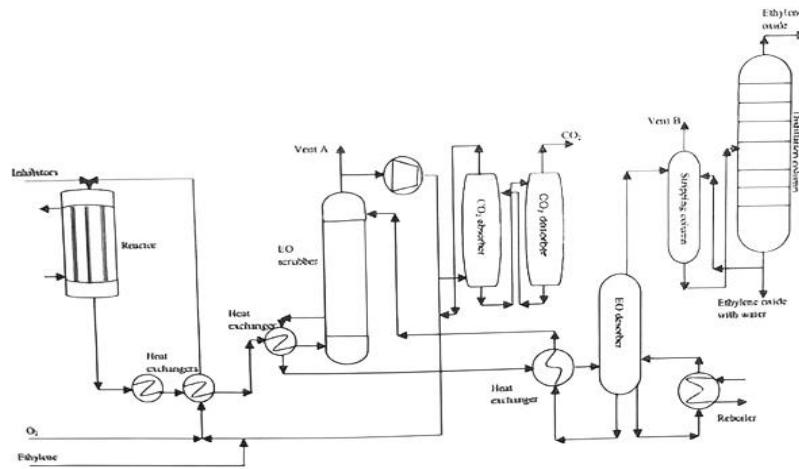
Keuntungan dari proses ini adalah jika proses dilakukan untuk membentuk Dietilen Glikol dalam jumlah besar maka lebih menguntungkan karena biaya operasi lebih murah dan reaksi cepat hingga mencapai konversi 20% karena adanya pengaruh dari katalis. Sedangkan kerugiannya adalah biaya pemurnian mahal dan akan kehilangan produk karena biaya pemurnian lebih mahal daripada proses hidrasi (McKetta, 1984).

1.7.3 Proses *Halcon*

Proses *Halcon* dilakukan dengan oksidasi etilen dan asam asetat. Proses ini memanfaatkan katalis tellurium dioksida atau *tellurium bromid* di dalam reaktor *Fixed Bed Catalytic Reactor* untuk menghasilkan etilen glikol diasetat yang kemudian dihidrolisis menjadi etilen glikol dan methanol. Adapun reaksi pada proses *Halcon* yaitu:



Adapun *Flowsheet* dengan menggunakan proses *Halcon* adalah sebagai berikut:



Gambar 1.5 Flowsheet dengan menggunakan proses Halcon

Proses ini sudah tidak digunakan lagi karena menyebabkan korosi pada alat serta membutuhkan kebutuhan utilitas yang besar. Proses *Halcon* dilakukan dalam kondisi operasi bertemperatur 90-200°C dengan tekanan mencapai 20-30 atm dengan yield sekitar 75% (Weissermel dan Arpe., 1998).

1.8 Perbandingan Proses Pembuatan Etilen Glikol

Berdasarkan ketiga proses yaitu Proses Hidrolisis non katalitik, proses hidrolisis katalitik, dan proses *halcon* dengan bahan baku Etilen Oksida. Ketiga proses tersebut memiliki parameter yang berbeda-beda. Berdasarkan perbedaan parameter-parameter tersebut sistem pembuatan Etilen Glikol dapat di lihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4 Perbandingan Proses Pembuatan Etilen Glikol

| Parameter | Proses Pembuatan | | |
|------------|--------------------------|-----------------------|--|
| | Hidrolisis Non Katalitik | Hidrolisis Katalitik | Proses <i>Halcon</i> |
| Bahan Baku | Etilen Oksida dan Air | Etilen Oksida dan Air | Etilen Oksida dan Asam Asetat |
| Katalis | - | Asam Sulfat | Tellurium Dioksida atau Tellurium Bromid |
| Temperatur | 300-350°C | 90-200°C | 90-200°C |

| Parameter | Proses Pembuatan | | |
|-----------------------|--|--|---|
| | Hidrolisis Non Katalitik | Hidrolisis Katalitik | Proses Halcon |
| Tekanan | 14-22 atm | 20-30 bar | 20-30 atm |
| Jenis Reaktor | <i>Plug Flow Reaktor (PFR)</i> | <i>Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)</i> | <i>Fixed Bed Catalytic Reactor</i> |
| Produk Samping | - | Dietilen Glikol dan Trietilen Glikol | Methanol |
| Konversi | 90% | 20% | - |
| Yield | 99,5% | 80% | 75% |
| <i>Residence Time</i> | 5,13 Detik | 1 Jam | - |
| Analisa Ekonomi Awal | Rp 1.093.748 | Rp 5.808.066 | - Rp 5.303.699 |
| Keuntungan | 62 % | 26,30 % | -195,6 % |
| Kelebihan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak menggunakan katalis 2. Penghematan Biaya 3. Kemurnian produk tinggi, 4. Efisiensi bahan baku | <ol style="list-style-type: none"> 1. Bereaksi dengan kondisi operasi yang lebih rendah, 2. Reaksi cepat | <ol style="list-style-type: none"> 1. Produk samping methanol |
| Kekurangan | <ol style="list-style-type: none"> 1. Membutuhkan air berlebih 2. Suhu tinggi | <ol style="list-style-type: none"> 1. Kemurnian produk rendah, | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengakibatkan korosi 2. Biaya perawatan mahal |

(Sumber : Shell Oil Company, 2002; Shell Oil Company, 2014; H. Scott Fogler – *Fifth Edition*)

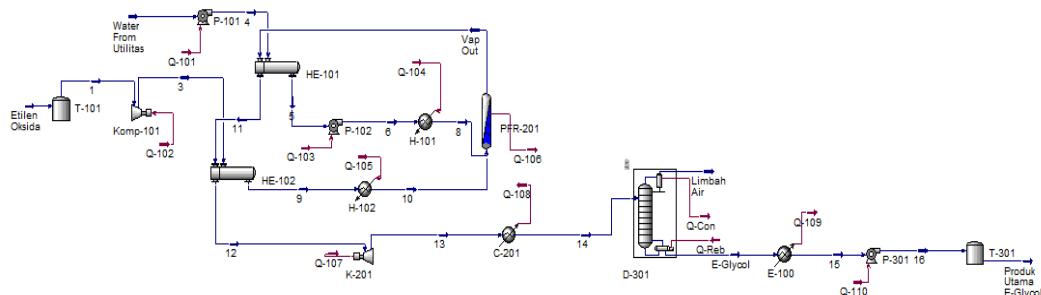
Berdasarkan beberapa proses tersebut maka dapat dibandingkan dari segi bahan baku maupun kondisi operasi yang digunakan berhubungan dengan proses

pembuatan etilen glikol tersebut, maka dipilih proses etilen glikol dengan proses hidrolisis non katalitik dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Biaya operasi lebih murah karena tidak menggunakan katalis
 2. Bahan baku murah dan mudah didapat
 3. *Yield* yang tinggi
 4. Biaya perawatan tidak terlalu tinggi
 5. Penghematan biaya

1.9 Uraian Proses Hidrolisis Non Katalitik

Proses produksi etilen glikol ($C_2H_6O_2$) menggunakan proses hidrolisis non katalitik dibagi menjadi tiga tahapan proses yaitu persiapan bahan baku, tahap sintesa etilen glikol, dan tahap pemurnian produk. Adapun *Flowsheet* dengan menggunakan proses Hidrolisis non katalitik adalah sebagai berikut:



Gambar 1.6 Flowsheet dengan menggunakan proses Hidrolisis non Katalitik

1.9.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan etilen glikol adalah etilen oksida dan air. Bahan baku etilen oksida di peroleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Centre produksi 522.000 Ton/Tahun dengan kermunian 99%, dan air diperoleh dari sungai di daerah terdekat yaitu sungai Cisadane yang dekat dengan area pabrik.

- a. Etilen Oksida

Bahan baku etilen oksida dalam fase gas diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Centre dengan kemurnian 99,97% disimpan dalam tangki penyimpanan etilen oksida (T-101) berbentuk *spherical tank* pada kondisi

temperatur 30°C dan tekanan 2 atm. Etilen oksida di kompresi menggunakan kompresor (Komp-101) untuk meningkatkan tekanan gas menjadi 18 atm, selanjutnya dialirkan menuju *Heat Exchanger* (HE-102) untuk menaikkan temperatur sampai 177°C. Selanjutnya menuju *heater* (H-102) untuk menaikkan suhu sampai 313°C agar terjadi reaksi di dalam reaktor.

b. Air

Bahan baku air diperoleh dari bak penyimpanan unit utilitas dengan kondisi temperatur 30°C dan tekanan 1 atm. Air di pompaan menuju *Heat Exchanger* (HE-101) untuk meningkatkan temperatur sampai 132°C . Untuk terjadi reaksi pada reaktor, temperatur keluaran *Heat Exchanger* (HE-101) perlu di optimalkan dengan menggunakan *heater* (H-101) hingga mencapai temperatur 313°C dan tekanan 18 atm. Hasil keluaran *heater* (H-101) akan direaksikan di dalam reaktor.

1.9.2 Tahap Sintesa Etilen Glikol

Tahap sintesa etilen glikol ini bertujuan untuk mereaksikan etilen oksida dalam fase gas di dalam reaktor *plug flow* (PFR-201). Perbandingan mol umpan masuk etilen oksida dan air yaitu 2,5-3,0. Untuk mencapai konversi 90%, reaktor dioperasikan pada temperatur 313°C dan tekanan 18 atm. Kondisi ini diterapkan agar fase reaktan dalam kondisi yang sama yaitu fase gas agar reaksi di dalam reaktor terjadi reaksi hidrolisis non katalitik untuk membentuk etilen glikol. Reaksi berlangsung secara adiabatis non isothermal sehingga reaktor memerlukan isolasi untuk menghindari hilangnya panas lingkungan

Reaksi yang terjadi dalam reaktor:



Pada kondisi ini dihasilkan *yield* reaksi utama adalah 99,5%. Keluaran reaktor berupa panas etilen glikol dan air, dimanfaatkan untuk memanaskan bahan baku di *Heat Exchanger* (HE-101). Selanjutnya keluaran *Heat Exchanger* (HE-102) menuju ke *expander* (K-201) untuk menurunkan tekanan menjadi 1 atm dan temperatur 311,3°C. Keluaran dari *expander* (K-201) kemudian diumpulkan menuju *cooler* (C-201) untuk menurunkan temperatur menjadi 109,9°C sebelum

menuju menara distilasi (D-301).

1.9.3 Tahap Pemurnian Produk

Tahap pemurnian produk dilakukan untuk memisahkan produk utama berupa etilen glikol dan air menggunakan menara distilasi (D-301) dengan kondisi operasi pada temperatur 109,9°C dan tekanan 1 atm. Hasil distilasi berupa air sebagai fraksi yang paling ringan akan menguap ke bagian puncak kolom dan keluar dari *head* pada temperatur 98,72°C dan tekanan 1 atm. Sedangkan di bagian *bottom* merupakan produk utama berupa etilen glikol dengan kemurnian 90% pada temperatur 197,2°C dan tekanan 1 atm dipompa (P-301) menuju *cooler* (C-302) untuk menurunkan temperatur menjadi 30°C dan tekanan 1,5 atm. Kemudian disimpan pada tangki penyimpanan (T-301).

1.10 Uji Ekonomi Awal Proses Etilen Glikol

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknik dan ekonomi. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu seperti diperlihatkan pada Tabel 1.5.

Tabel 1.5 Ekonomi Awal Harga Bahan dan Produk

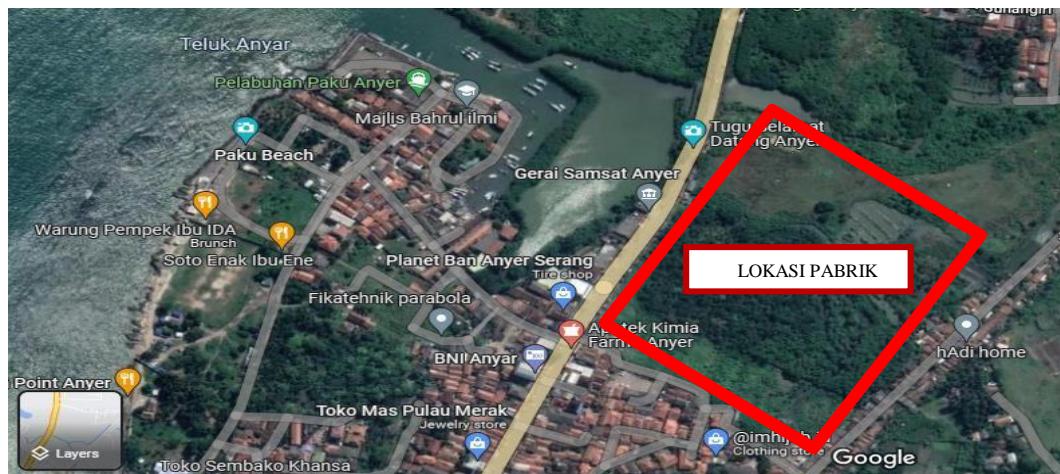
| Parameter | Bahan Baku | | Produk |
|----------------------------|--|----------------|----------------|
| | Etilen Oksida | Air | Etilen Glikol |
| Berat Molekul | 44,05 gr/mol | 18,02 gr/mol | 62,07 gr/mol |
| Harga Per Kg | Rp 15000 | Rp 800 | Rp 28.500 |
| Kebutuhan | 0,04405 Kg/mol | 0,01805 Kg/mol | 0,06207 Kg/mol |
| Harga Total | Rp 660.750 | Rp 14.440 | Rp 1.768.938 |
| Analisa Ekonomi Awal | Rp 675.190 | | Rp 1.768.938 |
| | Harga Produk – Harga Bahan Baku = Rp 1.768.938 – Rp 675.190 = Rp 1.093.748 | | |

Dari Tabel 1.5 maka didapatkan hasil keuntungan, hasil analisa ekonomi awal didapat keuntungan 62% dari harga bahan baku maka prarancangan pabrik Etilen Glikol layak dilanjutkan.

1.11 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik harus direncanakan dengan baik. Karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan, penentuan lokasi pabrik secara geografis sangat penting untuk kemajuan dan kelangsungan suatu industri saat ini dan di masa mendatang. Pemilihan lokasi pabrik harus dilakukan dengan tepat dengan mempertimbangkan sosiologi dan budaya masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi pabrik.

Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pendirian pabrik. Adapun tempat untuk perencanaan pabrik ini dapat dilihat pada gambar 1.6.



Gambar 1.6 Lokasi Pendirian Pabrik Etilen Glikol

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka ditentukan rencana pendirian pabrik etilen oksida ini berlokasi di daerah Cilegon, Banten. Faktor-faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1.11.1 Pemasaran

Dalam pemasaran produk, penting untuk mempertimbangkan lokasi pabrik produk dengan pasar yang membutuhkannya untuk mengurangi biaya pengiriman dan waktu pengiriman. Kebutuhan nasional terutama terdiri dari pabrik etilen glikol jenis poliester grade, yang sebagian besar terletak di Banten dan Jawa barat, sedangkan sebagian kecil lainnya terletak di DKI Jakarta dan Jawa tengah. Hal ini dapat dilihat di Tabel 1.6. Etilen glikol digunakan oleh pabrik *polyester terephthalat resin* (PET) untuk membuat plastik terutama botol.

Tabel 1.6 Produsen Industri PET Resin di Indonesia

| No | Industri | Lokasi | Provinsi |
|----|--------------------------|------------|------------|
| 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 |

1.11.2 Sarana Transportasi

Mengangkut bahan baku yaitu seperti etilen oksida yang dibeli di PT Chandra Asri Petrochemical Center dan memasarkan produk membutuhkan sarana transportasi. Kota Cilegon juga memiliki pelabuhan laut sehingga memudahkan pengiriman barang-barang yang dibutuhkan pabrik maupun produk yang dihasilkan.

1.11.3 Kebijakan Pemerintah

Pemerintah telah menetapkan Cilegon sebagai kawasan industri yang terbuka bagi investor asing sesuai dengan kebijaksanaan pengembangan industri. Perizinan, pajak, dan hal-hal lain yang teknis terkait dengan mendirikan pabrik telah difasilitasi oleh pemerintah.