

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri di Indonesia terus berkembang seiring dengan kemajuan zaman, hal ini sejalan dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat. Seluruh sektor industri terus mengalami perkembangan, khususnya industri kimia. Kemajuan industri kimia di Indonesia sangat penting untuk memenuhi permintaan domestik akan bahan-bahan industri. Namun, kebutuhan akan bahan baku kimia dan bahan penunjang untuk industri kimia sangat terbatas, sehingga bahan-bahan tersebut harus diimpor dari luar negeri. Salah satu bahan kimia yang masih bergantung pada bahan baku impor adalah etilen oksida. (Wati & Charisti, 2018).

Permintaan domestik untuk etilen oksida belakangan ini meningkat. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya permintaan domestik untuk etilen glikol. Meningkatnya permintaan etilen glikol di wilayah Merak mempengaruhi permintaan untuk etilen oksida. Etilen oksida berfungsi sebagai bahan dasar untuk sintesis etilen glikol. Etilen oksida memiliki fungsi lain sebagai insektisida, serta sebagai perantara dalam sintesis etanol amina, eter glikol, dan polietilen oksida. (Fachrizal & Anjasmara, 2018).

Etilen oksida, atau oksirena, adalah molekul organik yang ditandai dengan rumus kimia C_2H_4O . Bahan kimia ini adalah gas tak berwarna yang mudah terbakar dengan aroma manis. Pemanfaatan etilen oksida di sektor industri cukup besar. Derivatif dari etilen oksida secara luas digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan deterjen, kosmetik, obat-obatan, dan produk lainnya.

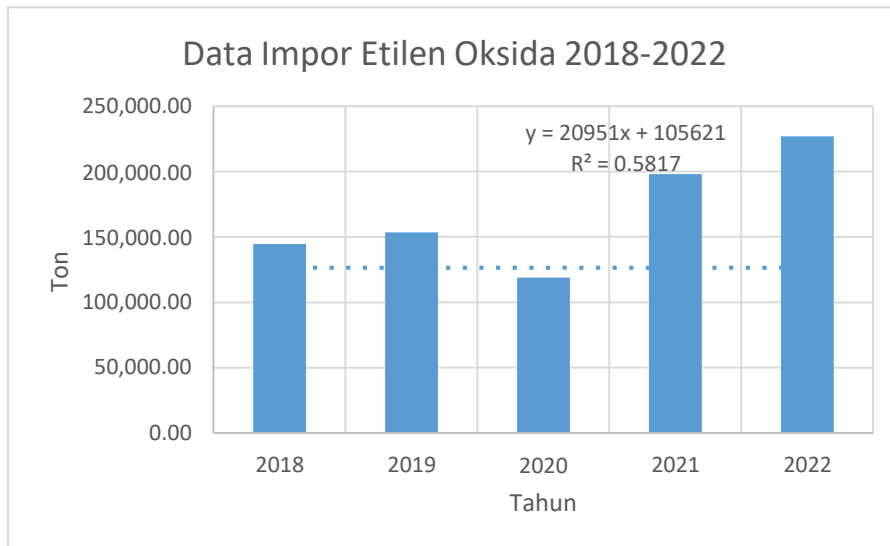
1.2. Kapasitas Rancangan

Penentuan kapasitas rancangan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor yaitu:

1.2.1. Proyeksi Kebutuhan Pasar Etilen Oksida di Indonesia

Tabel 1. 1 Kebutuhan Impor Etilen Oksida di Indonesia (Badan Pusat Statistik Indonesia 2022)

No	Tahun	Volume (Ton)
1	2018	144.584
2	2019	153.569
3	2020	119.061
4	2021	198.070
5	2022	227.090



Gambar 1. 1 Grafik Kebutuhan Impor Etilen Oksida Tahun 2018-2022

Dari grafik pada gambar 1.1 diperoleh persamaan $Y=20.951x + 105.621$, dimana y merupakan proyeksi konsumsi etilen oksida di Indonesia dan x adalah tahun konsumsi. Grafik menunjukkan bahwa pada tahun 2020 terjadi penurunan jumlah impor etilen oksida, disebabkan oleh wabah Covid-19 yang mengakibatkan penurunan produksi etilen oksida domestik. Selanjutnya, antara tahun 2021 dan 2022, volume impor etilen oksida meningkat pada tahun berikutnya berdasarkan proyeksi kebutuhan etilen oksida antara tahun 2023 hingga 2027, seperti yang ditunjukkan dalam tabel 1.2

Tabel 1. 2 Proyeksi Kebutuhan Etilen Oksida di Indonesia

No	Tahun	Volume (Ton)
1	2023	256.110
2	2024	285.130
3	2025	314.150
4	2026	343.170
5	2027	372.190

Prediksi kebutuhan impor etilen oksida di Indonesia tahun 2027 yaitu 372.190 ton/tahun. Pabrik diproyeksikan akan beroperasi pada tahun 2027 dengan kapasitas 130.000 ton/tahun. Pendirian pabrik etilen oksida dengan kapasitas 130.000 ton/tahun dapat memenuhi sebagian kebutuhan etilen oksida domestik, sehingga Indonesia mampu mengurangi jumlah impor etilen oksida, mengurangi devisa negara serta menyerap tenaga kerja untuk memperkuat taraf ekonomi masyarakat. Selain itu, kelebihan produksi dapat diekspor untuk meningkatkan pendapatan pabrik.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi kinerja produksi. Beberapa faktor yang menjadi dasar pemilihan lokasi pabrik meliputi kedekatan pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan penunjang, akses transportasi, ketersediaan tenaga kerja, posisi pabrik relatif terhadap pasar, serta potensi pengembangan pabrik di masa depan.

Dengan mempertimbangkan beberapa faktor tersebut, pabrik etilen oksida direncanakan didirikan pada Kawasan Industri Cilegon, khususnya berada di Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC). Pemilihan ini bertujuan untuk memperoleh keuntungan teknis dan ekonomis, dengan mempertimbangkan beberapa aspek berikut.

1.3.1. Faktor Utama

Faktor ini secara langsung mempengaruhi kelangsungan proses industri, termasuk produksi dan distribusi produk. Faktor utama ini meliputi:

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku adalah kebutuhan fundamental dan utama dalam proses produksi. Bahan baku etilen diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk, Cilegon yang berlokasi cukup dekat dari Kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon. Oksigen diperoleh dari PT. Air Liquid Indonesia yang berlokasi di Kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon. Metana diperoleh dari PT. Air Gas Industries, Cikarang. Dekatnya bahan baku yang dibutuhkan pabrik, memungkinkan biaya transportasi dan biaya produksi yang lebih efisien.

2. Letak Pabrik dengan Daerah Pemasaran

Pabrik Etilen Oksida didirikan untuk memenuhi permintaan domestik akan bahan baku etilen oksida. Beberapa industri yang membutuhkan etilen oksida sebagai bahan baku etilen glikol terletak dekat dengan lokasi pabrik. Beberapa pabrik etilen glikol yang membutuhkan etilen oksida meliputi PT. Polychem Indonesia Tbk di Cilegon, PT. Prima Ethycolindo dan PT. Yasa Ganesha Putra di Merak. Beberapa Industri tersebut terletak dekat dengan lokasi pabrik.

3. Utilitas

Fasilitas utilitas seperti air, energi, dan bahan bakar tersedia dengan cukup pada Kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon. Pasokan energi listrik diperoleh dari PT. PLN Unit Suralaya yang terletak sejajar pada Kawasan ini. Pihak pengelola KIEC juga menyediakan Water Treatment Plant untuk memenuhi kebutuhan air pabrik. Bahan bakar pabrik diperoleh dari PT. Pertamina.

4. Tenaga Kerja

Provinsi Banten memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, sehingga pemenuhan tenaga kerja dapat dianggap relatif mudah. Pengadaan tenaga ahli dapat dianggap mudah karena lokasinya yang dekat dengan ibu kota negara.

1.3.2. Faktor Pendukung

1. Kondisi Tanah

Kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon mempunyai kondisi tanah dengan struktur kuat dan datar. Kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon dirancang sebagai lokasi untuk pembangunan dan pengembangan pabrik, sehingga kondisi tanah pada kawasan tersebut cukup stabil. Didukung dengan kondisi iklim yang stabil sepanjang tahun.

2. Perluasan Area Pabrik

Kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon memiliki area kosong yang masih cukup luas. Dengan adanya lahan kosong yang luas, perluasan area pabrik dapat dilakukan jika suatu saat dibutuhkan.

3. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah sudah menetapkan tiga lokasi untuk pengembangan industri kimia di Indonesia. Diantaranya terletak didaerah Banten sebagai pengembangan petrokimia olefin. Lokasi pabrik yang berada pada kawasan industri memberi akses kemudahan dalam hal perijinan oleh pemerintah. Provinsi Banten tentunya mendapat keuntungan karena ditetapkan menjadi kawasan industri oleh pemerintah.

4. Sarana Pendukung Lain

Sebagai kawasan industri, Krakatau Industrial Estate Cilegon mempunyai fasilitas penunjang terpadu yang memadai. Perumahan, sarana kesehatan yaitu rumah sakit, fasilitas olahraga dan rekreasi telah tersedia di kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon. Banyaknya fasilitas yang tersedia, perusahaan dapat mengurangi beban dalam penyediaan fasilitas tersebut.

1.4. Tinjauan Proses

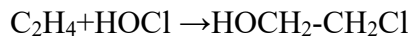
1.4.1. Macam Macam Proses

1. Proses Klorohidrin

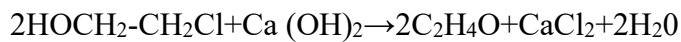
Proses klorohidrin diperkenalkan untuk pertama kalinya di Jerman selama Perang Dunia I. Proses ini melibatkan reaksi antara etilena dan asam hipoklorit. Produk dari reaksi ini yaitu dehidroklorinasi klorohidrin yang selanjutnya bereaksi dengan kapur untuk menghasilkan etilen oksida dan kalsium klorida (Othmer, 1998).

Menurut Fachrizal dan Anjasmara (2018), proses pembuatan etilen oksida menggunakan proses klorohidrin terbagai menjadi dua reaksi utama yaitu reaksi pembentukan klorohidrin dan reaksi pembentukan etilen oksida dari klorohidrin. Berikut adalah reaksi yang berlangsung:

1. Reaksi etilen dengan asam hipoklorit menghasilkan klorohidrin



2. Reaksi klorohidrin dengan kalsium hidroksida menghasilkan etilen oksida



Proses ini dilakukan dalam reaktor jenis packed tower yang terbuat dari material tahan korosi, pada kondisi optimal 27-43°C dan tekanan 2-3 bar dengan selektivitas 85-90%. Pengendalian yang teliti diperlukan untuk mengurangi reaksi samping, yaitu etilen diklorida.

Produk dari reaktor pertama merupakan cairan etilen klorohidrin yang akan dikeluarkan melalui dasar reaktor dan selanjutnya akan direaksikan dengan slurry Ca(OH)_2 dalam reaktor hidrolisa pada suhu 100°C. Selektivitas dalam reaksi kedua mencapai 90-95%. Produk yang terdiri dari etilen oksida dalam fase uap kemudian dikondensasikan untuk diembunkan, dan selanjutnya akan dialirkan ke unit pemurnian. Kelemahan dalam reaksi klorohidrin adalah:

- Memproduksi produk sampingan yang mengandung klor
- Memerlukan sejumlah besar bahan baku
- Diperlukan peralatan yang korosi resisten dengan harga yang relatif tinggi. Ini disebabkan oleh aliran bahan baku yang mengandung klor.
- Memerlukan sejumlah alat yang cukup banyak

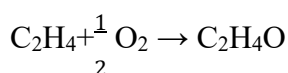
2. Proses Oksidasi Langsung

Teknologi oksidasi langsung, sesuai namanya, memanfaatkan oksidasi katalitik etilen dengan oksigen melalui katalis berbasis perak untuk menghasilkan etilen oksida. Proses ini dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori berdasarkan sumber zat pengoksidasi, yaitu proses berbasis udara dan proses berbasis oksigen. Pertama, udara atau yang diperkaya dengan oksigen disalurkan langsung menuju sistem. Selanjutnya, aliran oksigen dengan tingkat kemurnian tinggi (>95 mol %) menjadi sumber agen oksidasi (Othmer, 1998).

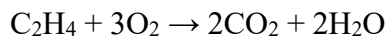
1. Oksidasi langsung menggunakan oksigen teknis

Proses ini melibatkan reaksi utama pembentukan etilen oksida, disertai reaksi samping yang menghasilkan karbon dioksida dan air.

Reaksi utama:



Reaksi samping:



Reaksi berlansung dalam reaktor Fixed Bed Multitube pada tekanan 20-30 bar dan suhu 220-235°C menggunakan katalis perak. Konversi per-pass dipertahankan pada 8%-12% untuk mencapai selektivitas yang tinggi. Selektivitas yang dapat dicapai berkisar antara 75% hingga 82%. Hasil samping dari reaksi pembentukan etilen oksida yaitu CO₂ dan H₂O. Dalam proses tersebut, volume CO₂ yang dihasilkan sekitar setengah dari volume etilen yang bereaksi dengan selektivitas katalis 70%-80%, oleh karena itu, CO₂ harus dihilangkan secara berkelanjutan. Konsentrasi CO₂ yang melebihi 15% mol akan menurunkan aktivitas katalis, oleh karena itu, diperlukan sistem penyerap CO₂ dan pemisah CO₂ untuk mengurangi kadar CO₂ sebelum gas dapat digunakan kembali dalam reaktor (Othmer, 1998).

2. Oksidasi langsung menggunakan udara

Proses ini melibatkan reaksi utama dan reaksi samping yang serupa dengan oksidasi menggunakan oksigen teknis, dilakukan dengan suhu 220-277°C dengan tekanan 10-30 bar menggunakan katalis perak. Konversi per pass lebih tinggi dibandingkan dengan oksidasi menggunakan oksigen langsung, yaitu 20-65% meskipun dengan selektivitas yang lebih rendah yaitu 63-75%.

Dengan memanfaatkan udara yang memiliki konsentrasi nitrogen tinggi, tidak diperlukan gas diluen khusus, karena nitrogen dalam udara juga berfungsi sebagai gas diluen untuk mencegah potensi eksplosif. Karena kandungan nitrogen yang tinggi, purging diperlukan untuk sebagian reaktan yang tidak bereaksi sebelum di daur ulang dalam reaktor, guna mencegah akumulasi nitrogen dalam reaktor (Othmer, 1998).

1.5. Proses yang Dipilih

Proses yang dipilih untuk produksi etilen oksida adalah melalui oksidasi langsung. Proses oksidasi langsung terdiri dari dua jenis yaitu oksidasi langsung dengan udara dan oksidasi langsung dengan oksigen teknis. Dalam prarancangan pabrik ini, proses yang dipilih adalah oksidasi langsung dengan menggunakan oksigen teknis. Proses ini dipilih karena memanfaatkan oksigen dengan tingkat kemurnian yang tinggi. Kemurnian oksigen yang tinggi menyebabkan jumlah gas inert, yang umumnya berupa nitrogen, menjadi sangat rendah. Oleh karena itu, proses purging tidak diperlukan untuk sebagian reaktan yang tidak bereaksi sebelum di daur ulang dalam reaktor. Dengan tingkat kemurnian oksigen yang tinggi, diharapkan produk yang dihasilkan juga memiliki kemurnian yang tinggi. Produk dengan kemurnian tinggi dapat mengurangi volume inert dan produk samping yang dihasilkan, sehingga proses pemisahan antar produk menjadi lebih efisien.

1.6. Kegunaan Etilen Oksida

Etilen oksida adalah bahan fumigasi dan sterilisasi yang sangat efektif. Etilen oksida berfungsi sebagai pestisida antimikroba dan untuk mensterilkan peralatan medis seperti jahitan, perban, kateter, endoskopi, dan alat pacu jantung. Proses sterilisasi etilen oksida memerlukan suhu dan tekanan rendah agar tidak merusak material atau kemasan yang akan disterilkan. Karena faktor tersebut, etilen oksida banyak digunakan sebagai bahan untuk sterilisasi sebagian besar peralatan medis, terutama instrumen bedah.

Selain berfungsi sebagai bahan sterilisasi, etilen oksida juga banyak digunakan dalam industri kimia. Etilen Oksida juga digunakan sebagai bahan baku dalam sintesis monoetilen glikol, dietilen glikol, trietilen glikol, polietilen glikol, polietilen oksida, etilen glikol, etanolamin, dan akrilonitril (Othmer, 1998).