

BAB II

URAIAN PROSES

2.1. Deskripsi Proses

Reaksi pembuatan *Ethylene Oxide* dilakukan pada fase gas antara *Ethylene* dan oksigen dengan katalisator perak (Ag). Proses pembuatan *Ethylene Oxide* secara garis besar dibagi menjadi tiga tahap proses, yaitu :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku.
2. Tahap Reaksi.
3. Tahap Pemurnian dan Penyimpanan Produk. (H. W. P., 2014)

2.1.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku gas *Ethylene* dari PT Chandra Asri Pacific disimpan dalam fase cair pada tangki penyimpanan (T-02) pada temperatur -39°C dan tekanan 15 atm dipompakan untuk masuk ke dalam *Vaporizer* (V-02) untuk merubah fasenya dari cair menjadi gas pada tekanan 16 atm. Gas *Ethylene* keluar dari *Vaporizer* pada temperatur $-36,8^{\circ}\text{C}$. Oksigen disimpan dalam fase cair pada tangki penyimpanan oksigen. Oksigen cair kemudian dipompa menggunakan pompa oksigen (P-01) hingga tekanan 16 atm dan dialirkan menuju *Oxygen Vaporizer* (V-01) untuk diuapkan. Oksigen keluar dari V-01 pada temperatur sekitar $-144,9^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 16 atm, kemudian dipanaskan di *Oxygen Heat Exchanger* (HE-01) hingga temperatur 40°C sebelum dicampurkan dengan aliran etilen dan gas daur ulang Metana disimpan dalam fase cair pada tangki penyimpanan metana pada temperatur $-115,6^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 14,3 atm. Metana kemudian dipompa menggunakan P-03, diuapkan di *methane Vaporizer* (V-03), dan dipanaskan di HE-04 hingga mencapai temperatur 40°C . Aliran metana dalam fase gas selanjutnya dicampurkan dengan aliran produk keluar reaktor.

Uap etilen yang keluar dari V-02 pada temperatur $-36,8^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 16 atm dipanaskan di *Ethylene Heat Exchanger* (HE-02) hingga temperatur 40°C menggunakan media pemanas yang disediakan oleh sistem utilitas Oksigen keluar dari V-01 pada temperatur sekitar $-144,9^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 16 atm, kemudian dipanaskan di *Oxygen Heat Exchanger* (HE-01) hingga temperatur 40°C . Gas oksigen selanjutnya dicampurkan dengan gas etilen yang juga telah dipanaskan

hingga 40°C. Gas etilen dan oksigen yang telah mencapai temperatur 40°C dicampurkan, kemudian dipanaskan di *Feed-product Heat Exchanger* (HE-03) dari 40°C menjadi 242,2°C dengan memanfaatkan panas aliran produk reaktor. Sementara itu, gas daur ulang dari A-02 dikompresi menggunakan kompresor *Recycle* K-01 dan dipanaskan secara terpisah di *Recycle Gas Heater* HE-06. Aliran umpan segar dan gas daur ulang selanjutnya digabungkan sebelum masuk ke reaktor R-01 pada kondisi operasi yang ditetapkan. Campuran tersebut kemudian masuk ke reaktor (R-01) pada temperatur 242,2°C dan tekanan sekitar 15,7 atm.

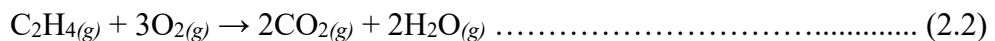
2.1.2. Tahap Reaksi

Proses pembuatan *Ethylene Oxide* dengan oksidasi langsung menggunakan *Plug Flow Reactor* (PFR) dengan katalis perak (Ag) yang dijaga pada kondisi temperatur 242,2°C – 254,4°C dan tekanan 15,7 atm. Reaktan *Ethylene* dan oksigen pada suhu 242,2°C dan tekanan 15,7 atm sebagai umpan pada reaktor (R-01) dalam fase gas.

Reaksi utama pembuatan *Ethylene Oxide*



Reaksi samping:



Di dalam reaktor terjadi reaksi oksidasi dimana *Ethylene* teroksidasi parsial membentuk *Ethylene Oxide* dan besarnya konversi *Ethylene* dapat mencapai 90%. Suhu sangat mempengaruhi konversi terbentuknya *Ethylene Oxide*. Reaksi berlangsung di dalam reaktor plug aliran (PFR) pada suhu 242,2°C – 254,4°C dan tekanan 15,7 atm dengan bantuan katalis perak (Ag), karena reaksi bersifat eksotermis dan *irreversible*, maka reaksi disertai dengan pelepasan panas, akibatnya akan terjadi peningkatan suhu. Untuk mencegah hal tersebut digunakan pendingin. Produk keluar reaktor yang bersuhu 254,4°C pada tekanan 14,3 atm lalu dicampurkan dengan metana yang bertujuan untuk mencegah sifat eksplosivitas produk *Ethylene Oxide* dengan oksigen. Campuran produk reaktor setelah penambahan metana masuk ke *Feed-product Heat Exchanger* (HE-03) pada temperatur sekitar 252,8°C. Di dalam HE-03, sebagian panas produk dipindahkan kepada campuran umpan reaktor sehingga temperatur produk turun menjadi sekitar 187,3°C, sedangkan temperatur campuran umpan meningkat dari 40°C menjadi

242,2°C. Produk keluar HE-03 selanjutnya didinginkan di product *Cooler* (HE-05) dari sekitar 187,3°C menjadi 90°C sebelum dialirkan menuju *Water Absorber* (A-01).

2.1.3. Tahap Pemurnian dan Penyimpanan Produk

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan *Ethylene Oxide* dari *impurities* berupa campuran gas *Ethylene* dan oksigen yang tidak bereaksi, gas CO₂, air, serta metana. Gas keluaran reaktor yang telah didinginkan kemudian masuk ke *Water Absorber* (A-01) melalui bagian bawah kolom, sedangkan sebagai penyerapnya adalah air pada suhu 30°C dan tekanan 14 atm masuk melalui bagian atas kolom. Di kolom *Absorber* ini *Ethylene Oxide* akan terserap oleh air dan akan keluar sebagai produk bawah pada suhu 60,8°C dengan tekanan 14 atm. Hasil bawah berupa larutan *Ethylene Oxide*, sedangkan produk atas berupa gas sisa reaktan, metana, dan CO₂. Produk bawah kolom kemudian masuk ke dalam sebuah Menara distilasi (D-01) untuk dimurnikan. Hasil atas Menara distilasi (D-01) adalah produk *Ethylene Oxide* dengan kemurnian 99,9%, sedangkan produk bawah sebagian besar berupa air. Sebagian distilat akan dikembalikan ke menara distilasi sebagai *reflux*, sedangkan sebagian lainnya akan disimpan di tangki produk *Ethylene Oxide* (T-04) pada temperatur 28°C dan tekanan 1,9 atm. Produk atas kolom *Absorber* (A-01) kemudian dimasukkan ke dalam kolom CO₂ *Absorber* (A-02) untuk menghilangkan kandungan gas CO₂ sebelum dialirkan kembali sebagai *Recycle* ke dalam reaktor.

Produk samping, terutama CO₂ harus dihilangkan dari sistem agar tidak terjadi akumulasi. Sistem removal yang dipilih adalah sistem *benfield*, dimana gas dimasukkan dalam sebuah kolom CO₂ *Absorber* (A-02) yang beroperasi pada tekanan tinggi 14 atm dan suhu 110°C. CO₂ yang ada dalam gas akan bereaksi dengan larutan benfield membentuk potassium bikarbonat pada reaksi:



CO₂ yang terserap pada CO₂ *Absorber* (A-02) diharapkan sekitar 99,9 %. Larutan rich Benfield dari bagian bawah A-02 diturunkan tekanannya melalui *Expansion Valve* E-02, kemudian dipanaskan di CO₂ *Absorber* bottom *Heater* (HE-08) hingga temperatur sekitar 180°C sebelum dialirkan ke *Stripper* S-01.

Stripper (S-01) berfungsi untuk memisahkan CO₂ dalam larutan *benfield* menggunakan *Steam* sebagai pemisah, sehingga larutan *benfield* dapat diregenerasi dan CO₂ dapat dipisahkan.

Kemudian CO₂ dikeluarkan dari bagian atas *Stripper* (S-01) sementara larutan *benfield* yang telah diregenerasi (*lean benfield*) dikembalikan ke CO₂ *Absorber* (A-02) setelah didinginkan hingga suhu 110 °C menggunakan *Stripper Heat Exchanger* (HE-07).