

## BAB II

### URAIAN PROSES

#### 2.1 Deskripsi Proses

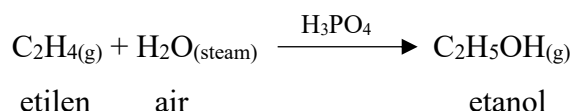
Proses produksi etanol dari bahan baku etilen dan air melalui metode hidrasi mengambil referensi dari sumber US *Patent* 3686334 yang terdiri dari tiga tahapan utama, yaitu:

1. Tahap reaksi
2. Tahap pemisahan
3. Tahap pemurnian

Adapun uraian proses pembuatan etanol dari etilen dan air dengan metode hidrasi dari tahapan-tahapan tersebut sebagai berikut.

##### 2.1.1 Tahap Reaksi

Proses pembuatan etanol diawali dengan mereaksikan kedua bahan baku yaitu etilen gas dan uap air pada suhu dan tekanan yang tinggi. Diketahui kondisi operasi bahan baku uap air yang digunakan pada suhu 200 °C dan tekanan 15,3 atm. Sedangkan kondisi operasi awal bahan baku gas etilen adalah pada suhu 40°C dan tekanan 13,6 atm. Sehingga sebelum direaksikan kedua bahan baku tersebut, tekanan dan suhu pada gas etilen perlu ditingkatkan menjadi suhu 200 °C dan tekanan 15,3 atm juga. Tujuan ditingkatkan suhu dan tekanan pada gas etilen tersebut dikarenakan reaktor yang digunakan memiliki kondisi operasi pada suhu dan tekanan tersebut. Alat yang digunakan untuk meningkatkan suhu dan tekanan tersebut adalah *kompresor* (C-01) dan *heater* (H-01). Berikut reaksi yang terjadi sebagai berikut.



Reaktor (R-01) yang digunakan adalah reaktor tipe *fixed bed multitube reactor* yang dimana reaktor tersebut terdiri dari *tube*, *shell*, dan tempat untuk reaksi yang terdapat pada dalam raktor. *Tube* pada reaktor tersebut berfungsi sebagai tempat untuk mengalirkan bahan baku masuk ke dalam dan produk keluar dari reaktor. Sedangkan pada sisi *shell* berfungsi sebagai tempat untuk mengalirkan air pendingin karena reaksi yang terjadi menghasilkan panas atau eksotermis. Selain

itu, di dalam juga terdapat tempat untuk mereaksikan kedua bahan baku tersebut untuk menghasilkan etanol.

Selain kedua bahan baku tersebut, dibutuhkan juga bahan baku pendukung berupa asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) untuk dapat menghasilkan produk berupa etanol. Asam fosfat tersebut berfungsi sebagai katalis untuk memungkinkan etilen bereaksi dengan  $\text{H}_2\text{O}$  steam lebih mudah. Selain itu, katalis asam fosfat juga berfungsi untuk mempercepat reaksi dan meningkatkan hasil etanol. Fungsi lain katalis asam fosfat yaitu membantu menstabilkan reaksi dengan cara mengurasi pembentukan produk samping yang tidak diinginkan dan juga dapat meningkatkan selektivitas sehingga dapat menghasilkan etanol lebih mudah.

### **2.1.2 Tahap Pemisahan**

Proses pemisahan dilakukan di alat *separator* (S-01). Alat *separator* adalah alat yang dapat memisahkan komponen berupa campuran cair dan gas. Tujuan dilakukannya pemisahan yaitu untuk memisahkan produk campuran etanol yang masih mengandung komponen yang tidak diinginkan, yaitu gas etilen dari sisa hasil reaksi. Oleh karena itu, dilakukan pemisahan untuk memisahkan campuran etanol dan gas etilen. Dari hasil perhitungan, kondisi operasi alat *separator* agar dapat memisahkan campuran tersebut adalah pada suhu 31,28 °C dan tekanan 1 atm. Sehingga sebelum ke proses pemisahan, produk campuran etanol tersebut perlu dilakukan perlakuan terlebih dahulu agar produk etanol yang diinginkan dapat terpisah pada saat proses pemisahan di alat *separator*.

Sebelum proses pemisahan di *separator*, produk campuran etanol dan etilen gas-steam akan diturunkan tekanannya menjadi 1 atm dengan menggunakan *expander* (C-02). Setelah itu, suhu diturunkan menjadi 31,28 °C menggunakan *kondensor* (CD-01). Pada proses pendinginan di alat *kondensor*, terjadi proses perubahan fase pada komponen etanol dan steam dari fase gas menjadi cair, sedangkan komponen etilen tetap dalam fase gas karena pada suhu tersebut etilen tidak dapat terkondensasi. Sehingga pada tekanan dan suhu tersebut, komponen produk campuran etanol, etilen dan steam dapat dipisahkan di alat *separator*. Produk hasil pemisahan berupa gas etilen akan di-*recycle* untuk digunakan kembali sebagai reaktan sedangkan produk etanol dan  $\text{H}_2\text{O}$  akan dilanjutkan ke proses selanjutnya.

### 2.1.3 Tahap Pemurnian

Proses pemurnian dilakukan bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi atau kandungan etanol menjadi lebih tinggi. Proses pemurnian dilakukan dengan menggunakan metode distilasi di kolom distilasi (D-01). Distilasi adalah metode pemurnian atau pemisahan campuran komponen cair-cair yang berdasarkan perbedaan titik didih dari campuran komponen tersebut. Diketahui titik didih etanol adalah 78° C, sedangkan titik didih H<sub>2</sub>O adalah 100 °C. Karena perbedaan suhu tersebut, maka campuran etanol dan H<sub>2</sub>O dapat terpisahkan.

Produk hasil proses pemisahan ada dua yaitu, *top* produk atau destilat adalah produk hasil pemisahan dari titik didih yang terkecil yaitu berupa etanol. Etanol yang teruapkan kemudian akan dikondensasikan menggunakan *kondensor* (CD-02) untuk mengubah fasenya menjadi cair. Produk kedua yaitu *bottom* produk atau rafinat berupa H<sub>2</sub>O. Agar kedua produk (*top* dan *bottom* produk) hasil pemisahan memiliki kemurnian/konsentrasi yang lebih tinggi perlu direfluk di *akumulator* (AC-01) dan di *reboiler* (RB-01) dengan bantuan alat *rasio control*. Produk utama hasil pemurnian etanol akan ditampung dan disimpan di tangki etanol (TK-02), sedangkan produk samping H<sub>2</sub>O akan dilanjut ke Unit Pengolahan Limbah (UPL)/WWTP.