

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Krisis ekonomi dan politik yang terjadi di Indonesia, negara-negara ASEAN, dan Jepang telah memperburuk tata dunia baru perekonomian internasional. Dampak paling besar dirasakan oleh negara-negara dunia ketiga akibat permainan kekuatan ekonomi negara-negara industri kuat. Tingkat inflasi yang tinggi, pertumbuhan ekonomi yang negatif, dan depresiasi rupiah terhadap dollar yang terus memburuk menunjukkan lemahnya kekuatan ekonomi nasional dalam menghadapi persaingan regional maupun internasional.

Merupakan kondisi syarat tidak saja bagi Indonesia, namun juga bagi seluruh dunia untuk selalu memperkuat basis politik dan ekonomi agar dapat memenangkan persaingan atau setidaknya bertahan hidup dan mempertahankan tingkat pertumbuhan pada batas yang wajar. Adalah mutlak untuk mengatasi krisis, mereduksi pesimistis sampai batas tertentu dan menangani semua permasalahan sampai batas maksimal kemampuan bangsa Indonesia.

Kekuatan ekonomi Indonesia akan meningkat jika mampu menghasilkan sendiri sebagian besar barang-barang kebutuhan utama, termasuk didalamnya produk-produk industri. Pendirian pabrik ethanol perlu dipertimbangkan karena banyak sekali digunakan sebagai bahan pelarut dalam industri farmasi dan kosmetika. Selain itu juga berguna sebagai bahan disinfektan untuk peralatan

*Pra Rancangan Pabrik Ethanol dari Ethylene dan Air  
Kapasitas 45.000 Ton/Tahun*

---

kedokteran dan rumah sakit. Oleh karena kegunaan yang luas tersebut maka berdirinya pabrik ethanol akan memacu berdirinya industri-industri lain.

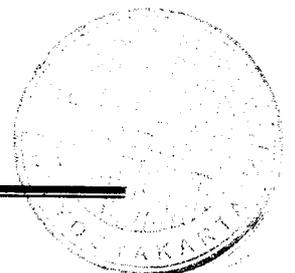
Jadi dengan didirikannya pabrik Ethanol di Indonesia diharapkan bisa memberikan keuntungan sebagai berikut :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga mengurangi beban impor yang pada akhirnya menghemat devisa Negara.
2. Membuka peluang bagi didirikannya industri yang menggunakan Ethanol sebagai bahan baku.
3. Menciptakan lapangan kerja dalam rangka mengurangi pengangguran dan kemiskinan.
4. Mendorong tumbuhnya perkembangan sektor ekonomi pada umumnya dan di sekitar lokasi pabrik pada khususnya.

Pada pemilihan kapasitas perancangan pabrik ethanol ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan antara lain:

**1. Proyeksi kebutuhan Ethanol di Indonesia.**

Konsumsi ethanol di Indonesia sendiri ada kecenderungan meningkat. Sebagai gambaran bahwa konsumsi ethanol meningkat, terlihat dari supply-nya yang berasal dari produksi dalam negeri ditambah dengan impor dan dikurangi oleh ekspor. Atas dasar bahwa pada tahun tertentu seluruhnya dikonsumsi pada tahun itu juga, maka diperkirakan laju pertumbuhan konsumsi ethanol di Indonesia cenderung meningkat setiap tahunnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1.1



**Tabel 1.1. Perkembangan Konsumsi Ethanol Di Indonesia**

Tahun	Kapasitas, ton/tahun
1998	17.965
1999	21.415
2000	20.315
2001	26.485
2002	35.331

*Sumber : Ekspor Impor, BPS, 2001, Jakarta*

## 2. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku merupakan hal utama dalam pengoperasian pabrik. Karena pabrik beroperasi atau tidak tergantung pada ketersediaan bahan baku. Pabrik ethanol ini akan didirikan di Serpong, Tangerang karena dekat dengan sumber bahan baku. Bahan baku etilen diperoleh dari PT. Chandra Asri. Dengan tersedianya bahan baku etilen yang relatif besar, diharapkan kebutuhan bahan baku ini bisa terpenuhi. Bahan baku air diperoleh dari sungai Cisadane.

### 1.2 TINJAUAN PUSTAKA

Ethanol atau yang sering disebut sebagai Etil Alkohol mempunyai rumus molekul  $C_2H_5OH$ . Ethanol diproduksi melalui reaksi hidrasi katalitik ethylena. Reaksi yang terjadi pada proses pembuatan ethanol terdiri dari reaksi utama :

Reaksi pada proses pembuatan ethanol :

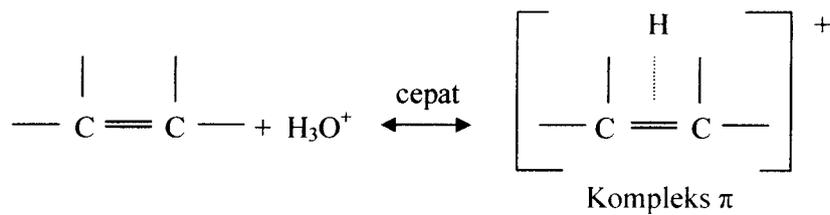


#### 1.2.2. Mekanisme Reaksi

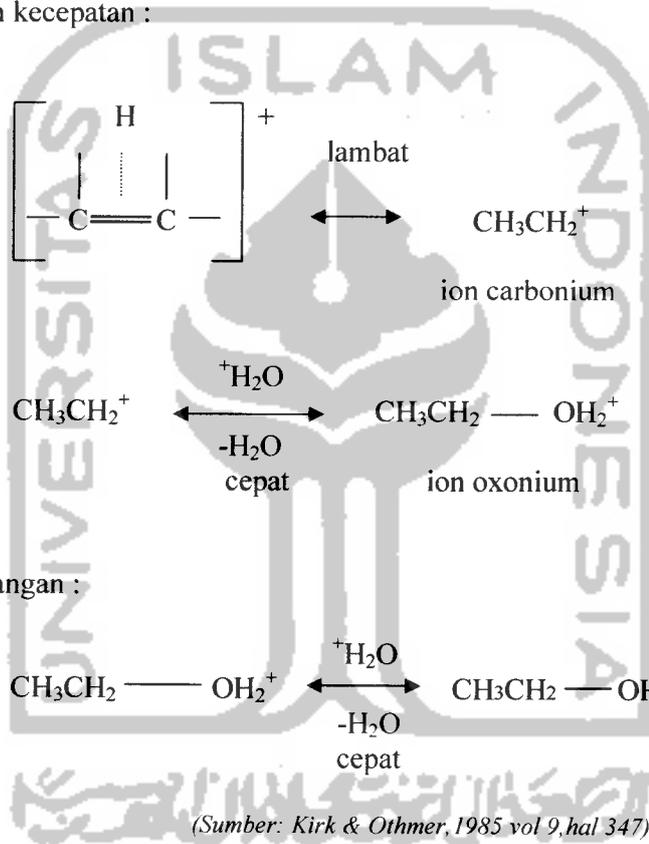
Mekanisme reaksi dari proses hidrasi dari ethylena dalam larutan asam adalah sebagai berikut:

*Pra Rancangan Pabrik Ethanol dari Ethylene dan Air*  
*Kapasitas 45.000 Ton/Tahun*

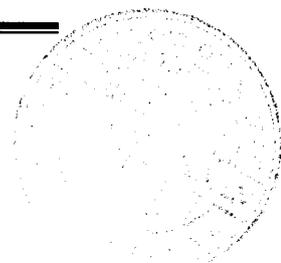
Kesetimbangan :



Penentuan kecepatan :



Dari mekanisme di atas, dapat disimpulkan bahwa keadaan transisi asam konjugasi dari olefin pada asam yang tidak terikat pada molekul air. Karena reaktan berupa olefin dan ion hidronium, keadaan transisi dapat terbentuk hanya dengan isomerisasi dari satu keadaan yang tidak stabil ke yang lainnya.



*Pra Rancangan Pabrik Ethanol dari Ethylene dan Air  
Kapasitas 45.000 Ton/Tahun*

---

Isomerisasi unimolekuler dari kompleks  $\pi$  membentuk ion carbonium memenuhi persyaratan dan menetapkan langkah penentuan kecepatan. Penambahan air pada ion carbonium akan membentuk ion oxonium yang merupakan asam konjugasi yang mempunyai satu ikatan H yang tidak berpasangan, kemudian ion oxonium tersebut akan mendonorkan  $H^+$  kepada air sehingga membentuk etanol dalam keadaan kesetimbangan.

Kondisi operasi dalam pembuatan ethanol dipengaruhi temperatur, tekanan dan jenis katalis yang digunakan. Juga ditentukan berdasarkan mekanisme reaksi yang terjadi tanpa melupakan aspek termodinamika dan kinetika. Reaksi pembuatan ethanol berlangsung pada temperatur 250 – 310 °C, tekanan 68 atm, dengan katalis Asam Phospat dengan silica gel. ( *Kirk, R.E., and Othmer, D.F., 1985, vol 9, hal 347* )

Temperatur yang dipilih mempunyai range 250 – 310 °C. pemilihan ini didasarkan atas :

- Tinjauan kinetika

Menurut hukum Arrhenius  $k = Ae^{-E/RT}$ , jika temperatur dinaikkan maka harga k akan besar sehingga menaikkan kecepatan reaksi. Namun reaksi pembentukan etanol merupakan reaksi eksotermis reversible maka pemilihan suhu dibatasi oleh tinjauan termodinamikanya.

- Tinjauan termodinamika

Sesuai dengan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad (\text{Smith dan Van Ness, 1949})$$

$$\frac{\ln K_1}{K_2} = \frac{\Delta H (1/T^2 - 1/T^1)}{R} \quad (\text{Smith dan Van Ness, 1949})$$

### 1.2.1. Macam-macam Proses

Proses pembuatan ethanol terdiri dari beberapa metode yaitu:

#### A. Fermentasi

Bahan baku yang digunakan digolongkan menjadi 3 tipe yaitu gula: dari *sugar cane*, umbi (*sugar beets*), molasse, dan buah-buahan yang dapat diubah menjadi ethanol secara langsung. Pati: dari padi-padian atau kentang dimana harus dihidrolisa terlebih dahulu untuk memfermentasikan gula dengan enzim dari hasil molds. Bahan selulosa: dari kayu dan sisa pertanian dimana harus diubah menjadi gula dengan asam-asam mineral atau enzim khusus.

Selulosa yang diperlukan untuk pembelahan enzimatik dari selulosa diusahakan dari *Trichoderma reesei*. Dalam limbah cairan sulfite dari pabrik pulp, gula berasal dari hidrolisa selulosa dan hemiselulosa selama proses pembuatan kertas. Setelah gula paling sederhana terbentuk, enzim dari yeast dapat memfermentasikan menjadi ethanol.

Enzim untuk fermentasi ethanol mengikuti reaksi :



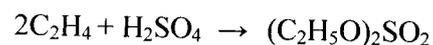
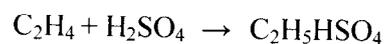
Langkah fermentasi ditunjukkan oleh EMP. Monoksida (hexoses) juga untuk fermentasi. Hexoses dari molasses digunakan untuk membuat ethanol, tetapi lebih ekonomis untuk memproduksi gula dari tebu dan memfermentasikan bagian yang tersisa sebagai cairan encer secara rafinasi.

Molasses mengandung 50 – 55 % gula. Terjadi persaingan untuk molasses sebagai bahan baku untuk fermentasi ethanol dan sebagai umpan untuk persediaan hidup, sehingga harganya bervariasi, tergantung dari ketersediaan bahan baku lain dan ini berpengaruh pada jumlah yang akan difermentasikan menjadi ethanol.

Bahan selulosa seperti limbah tongkol jagung, kulit kapas, kulit kacang, dan bubuk gergaji dapat digunakan sebagai bahan baku ethanol. Tetapi lebih ekonomis untuk membakarnya daripada mengolahnya untuk menjadi ethanol.

#### **B. Hidrasi Tidak Langsung**

Reaksi proses pembuatan ethanol dengan hidrasi tidak langsung adalah sebagai berikut:



Etilen diabsorpsi dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan kadar 95 – 98 % dalam kolom absorber. Sekitar 1,4 mol etilen per mol  $\text{H}_2\text{SO}_4$  diserap dalam reaksi ini.

Karena reaksi eksotermis, diperlukan pendingin pada menara absorber. Konsentrasi etilen umpan kira-kira 35 %, tetapi harus tidak mengandung apa-apa kecuali inert seperti metana, etana, propana dan selebihnya tidak boleh ada karena akan membentuk resin. Absorpsi etilen tergantung dari tekanan, sehingga tekanan reaksi antara 10 - 35 bar dipilih tergantung dari konsentrasi etilen umpan. Suhu reaksi berkisar antara 68 – 85 °C. Suhu tinggi akan membentuk resin. Gas yang melewati menara absorber kemudian masuk ke scrubber yang mengandung kaustik. Hidrolisa dari etil sulfat dapat dilihat pada reaksi berikut:



Biasanya terjadi dalam dua langkah, pertama terjadi pada suhu 70 °C dan yang kedua pada suhu 100 °C. Banyak air yang ditambahkan sehingga konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> menjadi 40 – 55 %. Langkah ini dilakukan untuk mengurangi reaksi samping:



Ethanol yang terbentuk dipisahkan bersama eter dari kolom stripper, kemudian dicuci dengan kaustik soda sehingga bebas asam, kemudian dipisahkan dari eter dan dipisahkan dengan dua kolom distilasi. Pemekatan kembali cairan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> adalah operasi paling mahal dalam

proses ini. Langkah ini membutuhkan panas tinggi dan karena adanya sifat korosif yang tinggi. Silumin, tantalum, dan timah hitam digunakan dalam proses ini. Alat absorpsi dan distilasi ethanol dibuat dari baja ringan. Timah hitam dan batu bata yang tahan terhadap asam digunakan dalam seksi hidrolisa.

### **C. Hidrasi Langsung Dengan Katalis**

Reaksi hidrasi langsung dengan katalis ini berada dalam fase gas:



Seperti reaksi eksotermis lainnya, katalis diperlukan untuk menyesuaikan kecepatan reaksi pada suhu rendah. Karena mekanisme reaksi melewati ion karbonium, katalis yang cocok untuk reaksi ini adalah donor proton. Yang banyak digunakan adalah  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dengan pembawa seperti tanah diatomae, bentonite, alumina gel, dan opoka.

Etilena dan air bebas garam dengan rasio mol 1 : 2 dipanaskan hingga mencapai suhu reaksi 250 – 300 °C dengan tekanan 60 – 80 bar. Karena reaksi eksotermis, gas keluar dari reaktor sekitar 50 °C lebih panas. Gas yang dipisahkan dari kondensat yang terbentuk dicuci dengan air dalam absorber untuk mengambil sebanyak mungkin ethanol dari gas kemudian etilen yang tidak terkonveksi diupankan kembali ke reaktor dengan *recycle* gas dari kompresor. Karena sekitar 4 – 5 % dari umpan etilen ke

reaktor yang terkonveksi, perpindahan panas dari *recycle* gas penting untuk menghemat energi.

Cairan *crude* ethanol yang terbentuk sebagai hasil bawah pada absorber diekspansi dan etilen yang terlarut dalam *crude* ethanol dipisahkan dan dikompresi kembali. Ethanol dimurnikan dengan distilasi seperti sistem purifikasi pada fermentasi.

### 1.2.2. Kegunaan Produk

Kegunaan produk ethanol antara lain :

1. Sebagai bahan baku dalam industri tertentu seperti minuman beralkohol, industri asam asetat, dan lain-lain.
2. Sebagai pelarut dalam industri tertentu seperti industri farmasi, kosmetika, laboratorium, dan lain-lain.
3. Sebagai disinfektan untuk peralatan kedokteran, rumah sakit, peralatan rumah tangga, dan lain-lain.

### 1.2.3. Tinjauan Proses Secara Umum

Proses pembentukan ethanol secara umum:



Prinsip proses hidrasi secara langsung ini adalah reaksi dari etilen dengan air dalam fase gas. Hidrasi etilen secara langsung merupakan reaksi kesetimbangan yang dilakukan pada suhu rendah, tekanan tinggi, dan rasio sistem etilen yang besar

Aktifitas katalis akan meningkat dengan meningkatnya suhu, menurun dengan meningkatnya tekanan karena konsentrasi menjadi lebih rendah, menurun dengan rasio sistem etilen yang meningkat pada tekanan tinggi karena absorpsi kelembaban.

Karena alasan tersebut, kondisi operasi sangat penting dipilih berdasarkan pertimbangan ekonomis. Katalis yang digunakan harus mempunyai volume rongga yang cukup besar untuk menampung sejumlah besar asam dan mempunyai ketahanan yang cukup baik terhadap kondisi reaktor yang secara fisik cukup sulit.

Konsentrasi ethanol menurun cepat dengan meningkatnya temperatur dimana aktivitas katalis meningkat. Pembentukan produk samping juga merupakan fungsi suhu. Pada suhu yang rendah akan membentuk dietil eter, sedang pada suhu tinggi akan terjadi pembentukan jumlah bahan polimer. Keseimbangan dan aktifitas berpengaruh pada meningkatnya tekanan, variasi *space velocity*, dan rasio etilen air dapat dikompensasikan untuk menurunkan aktivitas katalis.