

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Krisis ekonomi global yang terjadi sangat berpengaruh terhadap kehidupan ekonomi negara-negara berkembang. Negara-negara berkembang akan sangat sulit bersaing dengan negara-negara yang memiliki industri yang kuat. Apabila negara-negara berkembang seperti Indonesia ingin bersaing dengan negara-negara maju, maka harus memiliki industri yang kuat disamping kekuatan politik yang terus menerus dikembangkan.

Pada jaman pasar bebas ini, negara yang memiliki kekuatan politik dan ekonomi yang tidak cukup kuat akan dengan mudah menjadi mangsa bagi negara adidaya. Oleh karena itu, kekuatan ekonomi harus lebih ditingkatkan dengan cara memperkuat dunia industri dalam negeri. Kekuatan ekonomi Indonesia akan jauh lebih kuat jika mampu menghasilkan sendiri barang-barang kebutuhan utama, bahkan jika Indonesia dapat memasuki pasar dunia maka kekuatan ekonomi Indonesia akan jauh lebih kuat.

Pendirian pabrik ethanol perlu dipertimbangkan karena banyak sekali digunakan untuk produk-produk kosmetika, farmasi, dan bahan baku pembuatan senyawa-senyawa lain. Ethanol merupakan senyawa turunan dari etilen dimana ikatan rangkap dari etilen dipecah dan atom H diganti dengan gugus OH. Ethanol atau etil alkohol dengan rumus molekul C_2H_5OH banyak digunakan sebagai bahan baku pada industri asam asetat dan juga digunakan sebagai bahan pelarut dalam industri farmasi dan kosmetika. Selain itu juga berguna sebagai bahan disinfektan

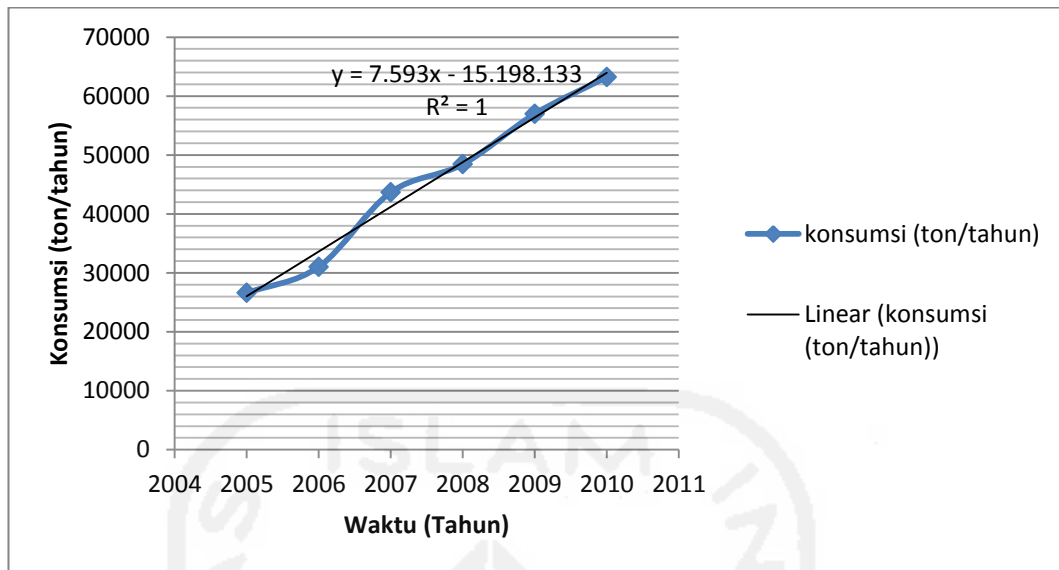
untuk peralatan kedokteran dan rumah sakit. Oleh karena kegunaan yang luas tersebut maka berdirinya pabrik ethanol akan memacu berdirinya industri-industri lain.

1.1.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas pra-perancangan pabrik ethanol dari ethylene dan air ini didasarkan oleh beberapa hal. Hal yang perlu dipertimbangkan tersebut antara lain:

a. Proyeksi Kebutuhan Ethanol di Indonesia Pada Masa Mendatang

Ethanol merupakan suatu senyawa yang dapat digunakan sebagai bahan baku industri lain. Konsumsi ethanol di Indonesia bahkan di pasar dunia selalu mengalami kenaikan. Banyak sektor industri di Indonesia maupun dunia yang memanfaatkan ethanol sebagai bahan pembantu dan bahan baku utama untuk melakukan proses produksi. Oleh karena itu kebutuhan akan ethanol akan selalu mengalami kenaikan. Hal ini terlihat pada grafik 1.1 yang berisikan data mengenai konsumsi etanol Indonesia. Pada grafik 1.1 terlihat bahwa tren konsumsi etanol Indonesia dari tahun-ketahun akan semakin tinggi. Berdasarkan persamaan yang ada pada grafik 1.1 maka dapat di prediksi pada tahun 2019 kebutuhan etanol Indonesia adalah 132335,9 ton/tahun.



Grafik 1.1 Konsumsi etanol Indonesia

Sumber: Badan Pusat Statistik

b. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada pabrik ethanol ini adalah ethylene dan air. Gas ethylene yang dibutuhkan untuk melakukan proses produksi direncanakan didapat dari PT. Chandra Asri. Selain ethylene, air merupakan bahan baku yang diperlukan. Air untuk kebutuhan produksi direncanakan diambil dari sungai cikande, yang sebelumnya melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

c. Kapasitas Pabrik Yang Pernah Didirikan

Pabrik ethanol di Indonesia sudah beberapa kali didirikan. Pabrik-pabrik ethanol yang sudah berdiri di Indonesia dapat menjadi dasar untuk menetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan. Kapasitas pabrik yang sudah beroperasi di Indonesia berkisar 20.000-90.000 ton/tahun.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan diatas, maka kapasitas pra-perancangan pabrik ethanol dari ethylene dan air ini adalah 40.000 ton/tahun.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Macam-macam Proses

Proses pembuatan ethanol dapat dilakukan dengan berbagai macam cara. Beberapa metode untuk menghasilkan ethanol adalah sebagai berikut:

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 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 CO_2 + 2 C_2H_5OH$ diproduksi dari yeast. 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 hanya 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.

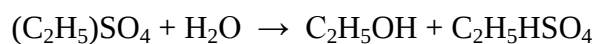
Bahan selulosa seperti limbah tongkol jagung, kulit kapas, kulit kacang, dan bubuk gergaji dapat digunakan sebagai bahan baku ethanol. Tetapi lebih ekonomis untuk membakarnya daripada mengolahnya untuk menjadi ethanol.

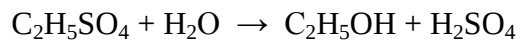
b. Hidrasi Tidak Langsung

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

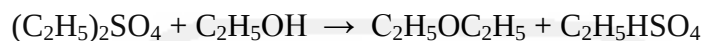


Etilen diabsorpsi dalam H_2SO_4 dengan kadar 95 – 98 % dalam kolom absorber. Sekitar 1,4 mol etilen per mol H_2SO_4 diserap dalam reaksi ini. Karena reaksi eksotermis, diperlukan pendingin pada menara absorber. Konsentrasi etilen umpan kira-kira 35 %, tetapi harus tidak mengandung apa-apa kecuali inert 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. Yang pertama terjadi pada suhu 70 °C dan yang kedua pada suhu 100 °C. Banyak air yang ditambahkan sehingga konsentrasi H_2SO_4 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 dipekatkan dengan dua kolom distilasi.

Pemekatan kembali cairan H_2SO_4 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 H_3PO_4 dengan pembawa seperti tanah diatomae, bentonine, alumina gel, dan opoka.

Etilena dan air bebas garam dengan rasio mol 1 : 2 dipaaskan 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 diumpankan 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

Ethanol merupakan suatu bahan yang memiliki banyak kegunaan. Kegunaan produk ethanol diantaranya adalah:

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 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1. Bahan baku

a. Etilen

Sifat fisis

Berat molekul : 28,0536

Titik triple

Temperatur : - 169,19 °C

Tekanan : 0,11 kPa

Panas laten pembentukan : 3,35 J/mol

Titik didih normal : - 103,27 °C

Panas laten penguapan : 13,54 J/mol

Densitas cairan : 20,27 mol/dm³

Panas spesifik cairan : 64,7 J/(mol.K)

Viskositas cairan : 0,161cP

Tegangan muka cairan : 16,4 N/m

Panas spesifik gas ideal (25 °C) : 42,84 J/(mol.K)

Titik kritis

Temperatur : 9,2 °C

Tekanan : 5,042 Mpa

Densitas : 7,635 mol/dm³

Faktor kompresibilitas : 0,2813

Panas pembakaran gas (25 °C) : 1,411 MJ/mol

Titik nyala (1 atm, 25 °C)

Batas terendah di udara : 2,7 % mol

Batas teratas di udara : 36,0 % mol

Temperatur terbakar di udara : 490 °C

Sifat Kimia

☞ Polimerisasi

Etilen dapat bergabung dengan etilen yang lain untuk membentuk molekul yang besar (polimer) dengan cara memutuskan ikatan rangkap dua dan membentuk molekul yang lebih besar.

☞ Hidrogenasi

Etilen dapat berubah menjadi etana melalui proses hidrogenasi langsung dengan katalis Ni dengan kondisi 300 °C.

☞ Oksidasi

Zat pengoksidasi kuat dapat mengoksidasi sempurna etilen menjadi karbon dioksida dan air. Etilen dalam larutan basa atau berair akan bereaksi dengan oksidator lemah menjadi glikol. Reaksi ini dikenal dengan *tes bacyer* yang dipakai untuk membuktikan adanya ikatan rangkap dengan memakai KMnO_4 .

☞ Adisi

Penambahan brom pada senyawa berikatan rangkap menghasilkan bromida sehingga senyawa baru menjadi jenuh. Reaksi ini juga dipakai untuk mengidentifikasi adanya ikatan rangkap yang ditunjukkan dengan hilangnya warna coklat dari larutan brom.

b. Uap air

Sifat fisis

Berat molekul : 18,15

Titik kritis

Temperatur : 374 °C

Tekanan : 217,7 atm

Densitas : 0,4 g/ml

Faktor kompresibilitas : 0,775

Volume spesifik : 0,5395 ft²/lb_m

Entalpi : 1209,6 BTU/lb_m

Entropi : 1,4196 BTU/(lb_m.°R)

Viskositas : 6,77 x 10⁻⁵ Ns/m²

Panas jenis : 3,82 kJ/(kg.K)

Konduktifitas termal : 0,333 W/(m.K)

Sifat kimia

Bisa digunakan untuk reaksi pemutusan ikatan rangkap, reaksi hidrolisa, reaksi substitusi, reaksi hidrasi seperti pada pembuatan ethanol dari etilen ini.

2. Produk

Ethanol

Sifat fisis

Berat molekul : 46,07

Titik beku : - 114,1 °C

Titik didih : 78,32 °C

Titik kritis

Temperatur : 243,1 °C

Tekanan : 6383,48 kPa

Volume	: 0,167 dm ³ /mol
Faktor kompresibilitas	: 0,248
Densitas d ₄₂₀	: 0,7893 g/mL
Indeks refraktif n _{D20}	: 1,36143
Tegangan permukaan (25 °C)	: 231 mN/m
Viskositas (20 °C)	: 1,17 cP
Kelarutan dalam air (20 °C)	: miscible
Panas penguapan	: 839,31 J/g
Panas pembakaran (25 °C)	: 29676,69 J/g
Panas pembantukan	: 104,6 J/g
Titik nyala di udara	
Batas terendah	: 4,3 % mol
Batas teratas	: 19,0 %mol
Temperatur terbakar di udara	: 793 °C
Flash point	: 14 °C
Panas spesifik (20 °C)	: 2,42 J/(g.°C)
Konduktivitas termal (20 °C)	: 0,170 W/(m.K)

Sifat kimia

Biasanya berhubungan dengan gugus hidroksil seperti reaksi dehidrasi, dehidrogenasi, oksidasi, esterifikasi. Substitusi atom hidrogen dari gugus hidroksil oleh metal aktif seperti Na, K, Ca dengan pembentukan *metal ethoxyde* (etilal) dan gas H₂.

