

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya Negara Indonesia menyebabkan terjadinya banyak pembangunan yang dilakukan di berbagai bidang. Dari sekian banyak sektor yang sedang dilakukan pembangunan, Industri merupakan sektor yang menyita perhatian lebih bagi pemerintah Indonesia. Sasaran dilakukannya pembangunan di sektor ini agar bangsa Indonesia dapat memenuhi kebutuhan sendiri. Selain itu untuk meningkatkan nilai tambah yang ditunjukkan untuk menyediakan barang seperti bahan kimia yang bermutu, meningkatkan ekspor, dan menghemat devisa. Untuk menunjang pembangunan selanjutnya, serta untuk mengembangkan penguasaan teknologi. Pembangunan industri diharapkan dapat merangsang pertumbuhan ekonomi, disamping akan menyerap tenaga kerja yang banyak, baik tenaga ahli, menengah maupun tenaga kasar.

Berkembangnya dunia dan zaman yang semakin modern ini terdapat banyak industri-industri yang berkembang pesat dalam pengolahan bahan baku atau bahan setengah jadi (*intermediate*). Salah satu industri tersebut adalah industri kimia, baik dalam memproduksi bahan kimia hulu maupun hasil olahannya. Kebutuhan akan bahan-bahan kimia semakin besar sehingga pembangunan industri-industri kimia perlu untuk ditumbuh dan dikembangkan. Salah satunya adalah Pabrik Etanol.

Etanol atau etil alkohol (C_2H_5OH) adalah salah satu bahan kimia yang digunakan secara luas untuk bidang farmasi, pelarut, pengawet, antiseptik, pewarna makanan, pencuci mulut, pengganti Metil Tersier Butil Eter (MTBE) di dalam bensin, cairan pencuci tangan, bahan bakar mobil, *deodorant*, toner atau pembersih wajah dan parfum. Etanol merupakan komponen fungsional yang penting dari minuman beralkohol. Etanol merupakan bahan baku utama untuk kebanyakan industri kimia dan juga merupakan perantara untuk pembentukan senyawa organik lainnya. Etanol sebagai bahan baku untuk pembuatan glikol eter, etil klorida, etil asetat, amines, vinegar, asam asetat dan asetaldehid. Selain itu juga etanol merupakan salah satu sumber energi alternatif yang mempunyai beberapa

kelebihan, diantaranya sifat etanol yang dapat diperbarui dan ramah lingkungan karena emisi karbondioksida rendah. Etanol dapat digunakan sebagai bahan campuran bensin (gasolin) yang kemudian dinamakan gasohol, dan juga dapat digunakan secara langsung sebagai bahan bakar.

Produksi Etanol dapat dilakukan dengan tiga proses yaitu dengan proses fermentasi, hidrasi tidak langsung dan hidrasi langsung. Pada proses fermentasi digunakan bahan baku tanaman yang mengandung gula, sementara proses hidrasi tidak langsung menggunakan bahan baku etilen, asam sulfat dan air sedangkan proses hidrasi langsung menggunakan bahan baku etilen dan air. Bahan baku etilen dapat diperoleh dari PT Chandra Asri Petrochemical Center yang terletak di kawasan industri Cilegon. Proses hidrasi langsung dan tidak langsung memiliki konversi 95% dan 80%. Perbedaan pada kedua proses tersebut karena bahan baku yang digunakan pada proses hidrasi langsung lebih sedikit sehingga memudahkan proses pemisahan.

Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022 menyatakan bahwa kebutuhan etanol rata-rata pertahunnya sebesar 44.767,06 ton dan terus meningkat setiap tahunnya. Peningkatan konsumsi etanol ini terjadi karena cakupan penggunaan etanol di kehidupan yang sangat luas dan beragam. Melihat hal tersebut menyebabkan perlu didirikannya pabrik Etanol baru agar kebutuhan di Indonesia dapat terpenuhi dan terciptanya industri-industri baru yang menggunakan etanol sebagai bahan baku pada industri-industri bahan kimia lainnya seperti pada industri pembuatan asam asetat, asetaldehida, etil asetat, etil akrilat, etil klorida, dan industri-industri lainnya sehingga dapat meningkatkan pengembangan sumber daya manusia. Pendirian pabrik Etanol di Indonesia akan meningkatkan ekspor dan dapat menghemat devisa Negara Indonesia sendiri.

Prarancangan pabrik etanol dari etilen dan air sebelumnya pernah dibuat oleh Andri Nur risky dan Salimuddin dengan kapasitas 70.000 ton/tahun. Namun setelah melihat keseluruhan prarancangan, kami melihat ada beberapa kelemahan di dalamnya. Oleh karena itu, kami ingin melakukan pembaharuan terhadap pabrik etanol yang telah mereka rancang.

1.2 Perumusan Masalah

Etanol digunakan sebagai bahan baku pada industri kimia dan juga sebagai bahan pelarut dalam industri farmasi. Selain itu etanol juga digunakan pada industri kosmetik, tekstil, bahan bakar, dan bahan pembuatan senyawa-senyawa yang lain. Etanol juga berguna sebagai bahan desinfektan untuk peralatan kedokteran, laboratorium dan rumah sakit. Berdasarkan data statistik kebutuhan etanol yang semakin mengalami peningkatan setiap tahun, sehingga perlu dilakukan suatu prarancangan pabrik etanol.

1.3 Tujuan Perancangan Pabrik

Dengan didirikannya pabrik etanol di Indonesia diharapkan bisa memberikan tujuan 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 etanol sebagai bahan baku.
3. Menciptakan lapangan kerja dalam rangka mengurangi pengangguran dan kemiskinan.
4. Mendorong tumbuhnya perkembangan sektor ekonomi pada umumnya dan disekitar lokasi pabrik pada khususnya.

1.4 Manfaat Perancangan

Etanol atau etil alkohol dengan rumus C_2H_5OH yang merupakan hasil hidrasi langsung antara etilen dan air dengan bantuan katalis Aluminium Oksida atau dapat juga dihasilkan melalui fermentasi tumbuhan yang mengandung gula. Etanol memiliki sifat tidak berwarna, *volatile* dan dapat bercampur dengan air. Dalam kehidupan, penggunaan etanol juga cukup luas, baik di dunia kesehatan, laboratorium maupun industri. Selain alasan-alasan di atas pendirian pabrik ini juga didasarkan pada hal-hal berikut ini:

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan etanol di dalam negeri, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, dan dapat menghemat devisa negara.
2. Dapat meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produk etanol di ekspor.
3. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.
4. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
5. Mengurangi angka Impor etanol di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Didalam penyusunan dan proposal tugas prarancangan pabrik etanol ini, penyusun membatasi bahan baku dari etilen dan air menggunakan metode hidrasi langsung. Pada pembuatan *flowsheet* juga dibatasi menggunakan Aspen HYSYS.

1.6 Penentuan Kapasitas Pabrik

Kapasitas produksi suatu pabrik perlu direncanakan dalam mendirikan pabrik agar dapat mengantisipasi permintaan kebutuhan baik dalam negeri maupun luar negeri. Pabrik etanol direncanakan berdiri pada tahun 2026 dengan peluang kapasitas yang ditunjukkan untuk menutupi nilai impor dari luar negeri. Kebutuhan dunia akan etanol setiap tahun mengalami kenaikan. Dengan demikian, maka peluang pasar etanol masih luas dan dapat diperebutkan. Pada prarancangan pabrik etanol perlu dipertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

1.6.1 Data Perusahaan Etanol di Indonesia

Berikut adalah Perusahaan Etanol beserta kapasitasnya yang sudah ada di negara Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1.1**

Tabel 1. 1 Data Perusahaan Etanol beserta Kapasitas di Indonesia.

No.	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1.	PT Aneka Kimia Nusantara	Mojokerto	3.946
2.	PT Indo Acidatama Chemical	Surabaya	39.465
3.	PT Madu Baru	Yogyakarta	5.376
4.	PTPN XI	Surabaya	8.000
5.	PT RNI	Jawa Timur	8.840
6.	PT Energi Argo Nusantara	Jawa Timur	23.679
7.	PT Indolampung	Lampung	39.450
8.	PT Molindo Raya	Jawa Timur	28.252
Total			157.008

(Sumber: *Science and Technology Seminar Jakarta, 2022*)

1.6.2 Data Kebutuhan Etanol di Indonesia

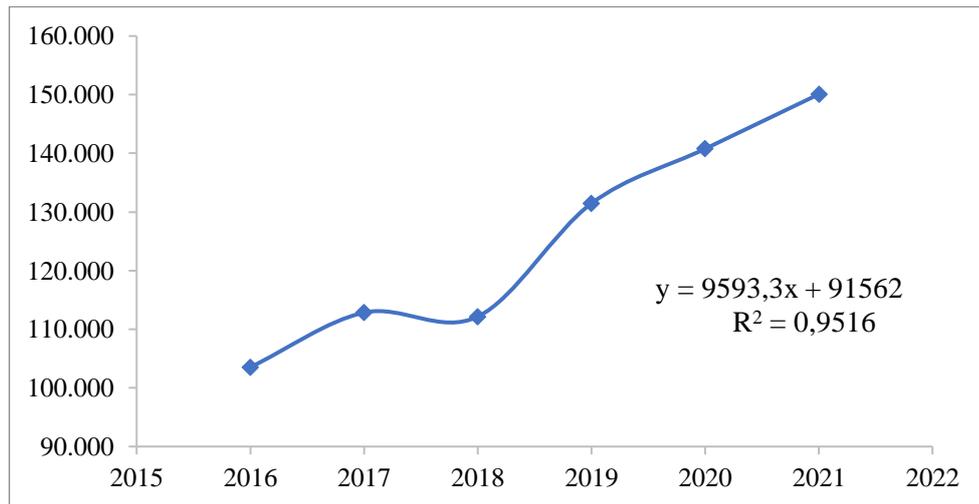
Data kebutuhan etanol di Indonesia dari tahun 2016-2022 dapat dilihat pada

Tabel 1.2**Tabel 1. 2** Data Kebutuhan Etanol di Indonesia

No.	Tahun	Kebutuhan (Ton/Tahun)
1	2016	103.536
2	2017	112.844
3	2018	112.151
4	2019	131.458
5	2020	140.768
6	2021	150.073
7	2022	158.715

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2023).

Untuk menghitung kapasitas dapat dilakukan dengan cara ekstrapolasi dari **Tabel 1.2** dimana x merupakan tahun ke berapa pabrik akan didirikan dan y merupakan nilai impor etanol. Dari data yang ada didapatkan hasil plot antara tahun dan impor yang dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Grafik Antara Tahun Pendirian Pabrik Dengan Kebutuhan (Ton/Tahun)
(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2023)

Berdasarkan **Gambar 1.1** memperlihatkan bahwa kebutuhan etanol di Indonesia dengan menggunakan persamaan ekstrapolasi diatas akan mengalami peningkatan. Didapat hasil persamaan dibawah ini :

$$y = ax + b \dots\dots\dots (1.1)$$

$$y = 9.593,3x + 91.562 \dots\dots\dots (1.2)$$

$$y = 9.593,3 (2026) + 91.562 \dots\dots\dots (1.3)$$

$$y = 197.088 \text{ Ton/Tahun} \dots\dots\dots (1.4)$$

Dari persamaan diatas didapatlah hasil ekstrapolasi yang dapat dilihat pada **Tabel 1.3** dibawah ini.

Tabel 1.3 Hasil Ekstrapolasi Data Impor Etanol di Indonesia

No.	Tahun	Kebutuhan (Ton/Tahun)
1.	2023	168.308
2.	2024	177.902
3.	2025	187.495
4.	2026	197.088
5.	2027	206.682

(Sumber: Ms. Excel 2010, 2024).

1.6.3 Data Kebutuhan Etanol di Dunia

Data kebutuhan etanol di dunia tahun 2022 dapat dilihat pada **Tabel 1.4**

Tabel 1. 4 Data Kebutuhan Etanol di Dunia 2022

No.	Negara	Produksi (ton/tahun)
1	Malaysia	389,022
2	Jepang	138,626
3	Singapura	11.607,827
4	Cina	7.654,895
5	Argentina	18.674,265
Total		38.464,635

(Sumber: *USDA Economic Research, 2023*).

Prarancangan pabrik Etanol ini direncanakan berdiri pada tahun 2026 dengan kapasitas 100.000 ton/tahun melalui pertimbangan diantaranya sebagai berikut:

1. Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan dan kapasitas pabrik baru yang menguntungkan.
2. Total kebutuhan dalam negeri pada saat pabrik beroperasi tahun 2026 adalah sebesar 197.088 ton/tahun dan kemungkinan akan terus meningkat.
3. Kapasitas prarancangan pabrik Etanol ini sebesar 100.000 ton/tahun mengacu pada kapasitas pabrik yang ada di indonesia.
4. Untuk memenuhi kebutuhan impor etanol di Indonesia

1.7 Pemilihan Proses Pembuatan Etanol

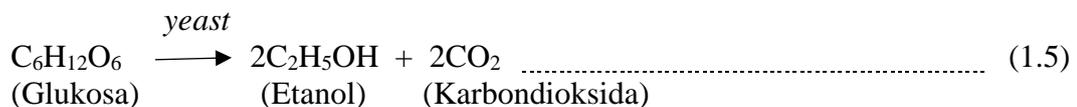
Pada pembuatan etanol ada beberapa proses yang dapat digunakan. Adapun beberapa proses pembuatan etanol secara komersial dikembangkan selama ini adalah sebagai berikut.

1.7.1 Fermentasi

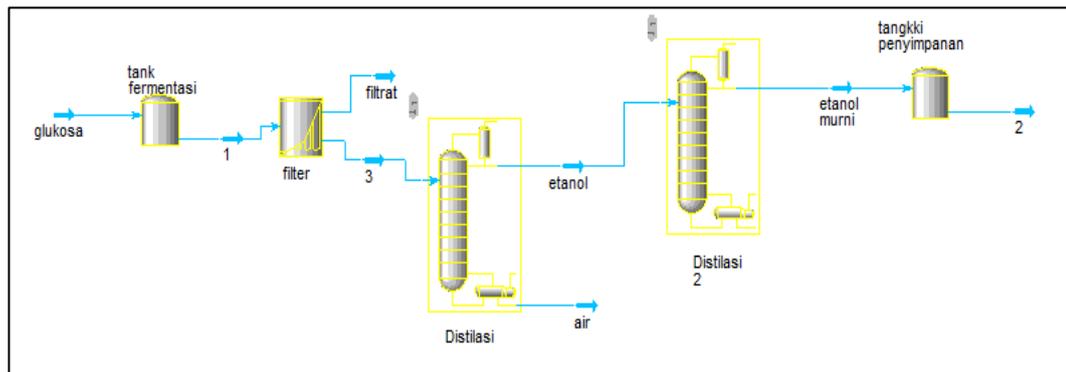
Fermentasi adalah suatu kegiatan penguraian bahan-bahan karbohidrat yang tidak menimbulkan bau busuk dan menghasilkan gas karbondioksida. Ada berbagai macam fermentasi tergantung dari hasil akhir fermentasi tersebut. Salah satu fermentasi yang telah berumur ribuan tahun adalah fermentasi alkohol (bioetanol).

Fermentasi ini dilakukan oleh mikroorganisme berupa khamir. Khamir yang sering digunakan pada fermentasi etanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*, *S. uvarium*, *Schizosaccharomyces sp*, *Kluyveromyces sp*. Khamir yang sangat potensial untuk fermentasi etanol adalah *Saccharomyces cerevisiae* karena memiliki daya konversi menjadi etanol cukup tinggi yaitu 80%. Umur katalis ini hanya 20 hari, maka setelah 20 hari katalis diganti dengan yang baru (Hart, 2003). Kekurangan dari proses fermentasi ini yaitu tahap pemurnian produk lebih rumit (Fachry, 2013).

Proses yang terjadi dalam fermentasi menggunakan suhu 25-30 °C atau suhu ruang di dalam fermentor. Tekanan pada proses ini terjadi pada tekanan atmosfer atau 1 atm dengan menggunakan katalis enzim. Reaksi fermentasi yang terjadi dapat dilihat pada reaksi berikut:



Proses pembuatan bioetanol dari molase meliputi 4 tahap utama yaitu persiapan bahan baku, pembuatan biokatalis, proses fermentasi dan pemurnian etanol (distilasi). Pada tahap persiapan bahan baku, molase diencerkan terlebih dahulu dengan menambahkan air sampai menghasilkan larutan glukosa 15% (w/w). Sedangkan tahap persiapan biokatalis dilakukan dengan mengimmobilisasi *cell Saccharomyces cerevisiae* dengan *Ca alginat*. *Cell* yang telah terimmobilisasi tersebut disusun membentuk tumpukan (*bed*) dalam reaktor. Fermentasi dilakukan dalam reaktor yang telah berisi tumpukan biokatalis dan dilakukan secara kontinyu pada suhu 30 dan tekanan 1 atm. Etanol hasil fermentasi dengan kadar 8-10% dipisahkan dari pengotor dan inert dengan proses filtrasi, kemudian di distilasi untuk mendapatkan kadar etanol 95% (v/v). Selama proses fermentasi akan terjadi kenaikan panas karena reaksinya *eksotermis*. Alur proses fermentasi dalam pembuatan etanol dapat dilihat pada **Gambar 1.2**.



Gambar 1. 2 Alur Proses Fermentasi dalam Pembuatan Etanol
(Sumber: McShane dkk, 2002)

Analisa ekonomi awal merupakan cara untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu pabrik berdiri. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangi harga produk dengan bahan baku. Adapun Analisa ekonomi awal pada proses fermentasi dapat dilihat pada **Tabel 1.5**.

Tabel 1. 5 Analisa Ekonomi Awal Proses Fermentasi

	Bahan Baku		Produk Etanol
	Glukosa	Yeast	
Berat Molekul	180,156 gr/mol	-	46,049 gr/mol
Harga Per Kg	Rp. 8.000	Rp. 401,87	Rp.33.810,48
Kebutuhan	1 mol x 180,156 gr/mol = 180,156 gr = 0,1801 kg	-	1 mol x 46,049 gr/mol = 46,049 gr = 0,046049 kg
Harga Total	0,1801 kg x Rp. 6.000 = Rp. 1.080,6	Rp. 401,87	0,046049kg x Rp.33.810,48 =Rp.1.556,9387
Analisa Ekonomi Awal	= Harga Produk – Harga Bahan Baku = Rp. 1.556,9387 – Rp. 1.482,47 = Rp. 74,4687		

(Sumber: Alibaba, 2023).

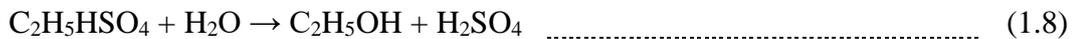
1.7.2 Hidrasi Tidak Langsung

Bahan baku yang digunakan pada proses ini adalah etilen, asam sulfat dan air. Etilen diabsorpsi oleh asam sulfat dengan konversi 90% dalam kolom absorber. Sekitar 1,4 etilen per mol asam sulfat diserap dalam reaksi ini (Nugraheni dkk., 2013).

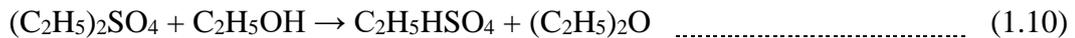
Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah sebagai berikut:



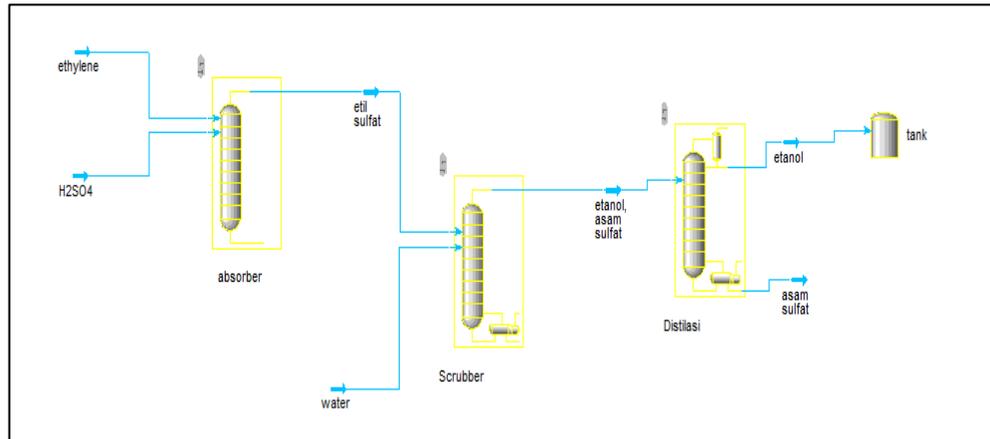
Reaksi berlangsung secara eksotermis, maka diperlukan pendingin pada menara absorber. Konsentrasi etilen umpan kira-kira 35%, tetapi harus tidak mengandung apa apa kecuali inert seperti metana, etana, propane dan selebihnya tidak boleh ada karena akan membentuk resin. Absorpsi etilen tergantung dari tekanan, sehingga tekanan reaksi antara 10-35 bar dipilih tergantung dari konsentrasi etilen umpan. Suhu reaksi berkisar antara 68°C-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 pertama terjadi pada suhu 70°C dan yang kedua pada suhu 100 °C. Banyak air yang ditambahkan sehingga konsentrasi asam sulfat menjadi 40-55%. Langkah ini untuk mengurangi reaksi samping:



Campuran keluar dari hidroliser, dialirkan ke stripper. Produk atas stripper adalah etanol, eter, air, sedangkan produk bawah adalah asam sulfat encer, kemudian didinginkan dan dimanfaatkan kembali (*recovery*). Produk atas stripper, dialirkan ke *scrubber*. Asam sulfat dipisahkan secara netralisasi dengan larutan asam natrium hidroksida yang mengalir berlawanan arah. Produk atas *scrubber* adalah etanol, eter dan air mengalir ke menara distilasi. Dari proses ini, diperoleh etanol dengan kadar 77% berat. Pemekatan kembali cairan H₂SO₄ adalah operasi paling mahal dalam proses ini. Langkah ini membutuhkan panas tinggi dan karena adanya sifat korosif yang tinggi (Nugraheni dkk., 2013). Alur proses hidrasi tidak langsung dalam pembuatan etanol dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



Gambar 1. 3 Alur Proses Hidrasi Tidak Langsung dalam Pembuaagtab Etanol
(Sumber: Mcshane dkk, 2002)

Analisa ekonomi awal merupakan cara untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu pabrik berdiri. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan mengurangkan harga produk dengan bahan baku. Analisa ekonomi awal pada proses hidrasi tidak langsung dapat dilihat pada **Tabel 1.6**.

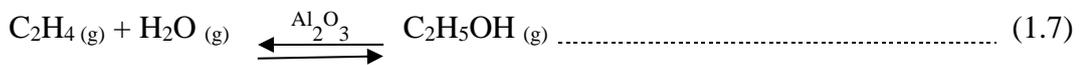
Tabel 1. 6 Analisa Ekonomi Awal Proses Hidrasi Tidak Langsung

	Bahan Baku		Produk Etanol
	Etilen	Asam Sulfat	
Berat Molekul	28,054 gr/mol	98,079 gr/mol	46,049 gr/mol
Harga Per Kg	Rp. 16.529,79	8.162,38	Rp.33.810,48
Kebutuhan	1 mol x 28,054 gr/mol = 28,054 gr = 0,028054 kg	1 mol x 98,079 gr/mol = 98,079 gr = 0,098079 kg	1 mol x 46,049 gr/mol = 46,049 gr = 0,046049 kg
Harga Total	0,028054 kg x Rp. 16.529,79 =Rp. 463,7267	0,098079 kg x Rp.8.162,38 = Rp. 800,5580	0,046049kg x Rp.33.810,48 =Rp.1.556,9387
Analisa Ekonomi Awal	= Harga Produk – Harga Bahan Baku = Rp. 1.556,9387 – Rp. 1.264,2847 = Rp. 292,654		

(Sumber: Alibaba, 2023).

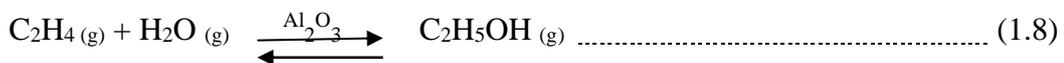
1.7.3 Hidrasi Langsung dengan Katalis

Pembuatan etanol menggunakan proses hidrasi langsung menggunakan bahan baku etilen (C_2H_4), air (H_2O), dan katalis (Al_2O_3). Reaksi proses yang terjadi pada pembuatan etanol adalah:



Bahan baku Etilen yang dibawa dengan kapal di pompa menuju tangki penyimpanan pada suhu $-70,49^\circ C$ dengan tekanan 5 atm. Pada tangki penyimpanan bahan baku terdapat waktu tinggal sekitar 7 hari, kemudian dialirkan menggunakan pump, menuju ke *vaporizer* untuk mengubah fasa dari liquid menjadi gas. Selanjutnya keluaran dari *Vaporizer* dialirkan menuju ke *Haeter* untuk di naikkan temperaturnya menuju ke reaktor. Bahan baku *Steam* didapat dari unit utilitas di alirkan menggunakan *compressor* untuk dinaikkan tekanannya menjadi 10 atm selanjutnya dialirkan menuju reaktor. Bahan baku yang sudah berubah fasa menjadi gas dialirkan ke dalam reaktor dengan kondisi operasi pada suhu $265^\circ C$ dan tekanan 10 atm.

Etilen dan *Steam* dialirkan ke reaktor dengan kondisi operasi yang sesuai. dengan waktu tinggal reactor 23 detik. Digunakan reaktor *fixed bed Multitube* karena fasa yang digunakan berupa fasa gas. Didalam reaktor akan terjadi reaksi hidrasi (reaksi bersifat eksotermis dan reversible), reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah:



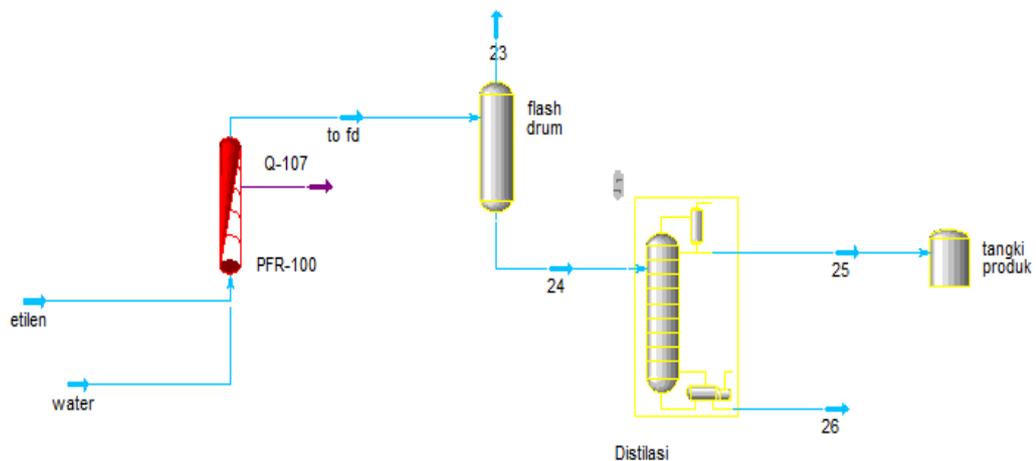
Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis dan *reversible* maka reaksi disertai dengan pelepasan panas, akibatnya akan terjadi peningkatan suhu. Pada reaktor, katalis diletakkan kedalam tube-tube sedangkan reaktan dialirkan kedalam reaktor dengan sistem pengontakkan langsung. Terjadinya peningkatan suhu ini dilakukan pencegahan dengan menggunakan media pendingin air dengan suhu $27^\circ C$. Pada reaksi ini digunakan katalis Aluminium Oksida yang dapat digunakan pada suhu tinggi

Kemudian keluaran reaktor dialirkan menuju *Vaporizer* untuk dimanfaatkan panasnya. Selanjutnya keluaran *Vaporizer* dialirkan ke *cooler* untuk diturunkan

suhunya hingga 85°C dan dialirkan ke *flash drum* untuk memisahkan antara fasa gas dan cair. Keluaran atas berupa etilen, air dan etanol, dan produk bawah berupa etanol dan air dialirkan di distilasi. Untuk produk atas *Flash Drum* dialirkan ke *splitter* untuk dipisahkan kembali antara etilen, air dan etanol. Untuk keluaran atas berupa etilen dirycle ke *heater* sedangkan keluaran bawah berupa etanol dan air dialirkan ke distilasi.

Pada kolom distilasi menggunakan suhu 78°C dengan tekanan 1 atm terjadi pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih antara etanol dan air. Etanol yang memiliki titik didih lebih kecil dibandingkan dengan air, akan menguap sehingga diperoleh keluaran atas berupa etanol dengan kemurnian 96%. Sedangkan keluaran bawah berupa air akan dialirkan menuju unit utilitas.

Keluaran atas distilasi berupa etanol di kondensasikan dengan suhu 30°C menggunakan kondensor. Setelah itu, etanol disimpan dalam tangki penyimpanan. Penyimpanan produk etanol pada tangki memiliki waktu tinggal 7 hari. Pemurnian 96% ini berdasarkan permintaan pasar baik industrial, rumah sakit dan lain sebagainya.



Gambar 1. 4 Alur Proses Hidrasi Langsung dalam Pembuatan Etanol
(Sumber: McShane dkk, 2002)

Analisa ekonomi awal merupakan cara untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu pabrik berdiri. Menggunakan perhitungan yang sederhana dengan

mengurangkan harga produk dengan bahan baku. Analisa ekonomi awal pada proses hidrasi tidak langsung dapat dilihat pada **Tabel 1.7**.

Tabel 1. 7 Analisa Ekonomi Awal Proses Hidrasi Langsung

	Bahan Baku			Produk
	Etilen	Air	Aluminium Oksida	Etanol
Berat Molekul	28,054 gr/mol	18,0152 gr/mol	101,96 g/mol	46,049 gr/mol
Harga Per Kg	Rp. 16.529,79	-	Rp. 5.302,011	Rp.33.810,48
Kebutuhan	1 mol x 28,054 gr/mol = 28,054 gr = 0,028054 kg	-	1 mol x 101,96 g/mol = 101,96 gr = 0,10196 kg	1 mol x 46,049 gr/mol = 46,049 gr = 0,046049 kg
Harga Total	0,028054 kg x Rp. 16.529,79 =Rp. 463,7267	-	0,10196 kg x Rp5.302,011 =Rp.540,593	0,046049kg x Rp.33.810,48 =Rp.1.556,9387
Analisa Ekonomi Awal	= Harga Produk – Harga Bahan Baku = Rp. 1.556,9387 – Rp. 1.004,3197 = Rp. 552,619			

(Sumber: Alibaba, 2023).

1.7.4 Perbandingan Proses Pembuatan Etanol

Adapun perbandingan proses dalam pembuatan Etanol dapat dilihat pada

Tabel 1.8.

Tabel 1. 8 Perbandingan Proses Pembuatan Etanol

Parameter	Fermentasi	Proses Hidrasi Tidak Langsung	Proses Hidrasi Langsung
Konversi	80%	90%	96%
Suhu	25-30°C	300°C	265°C

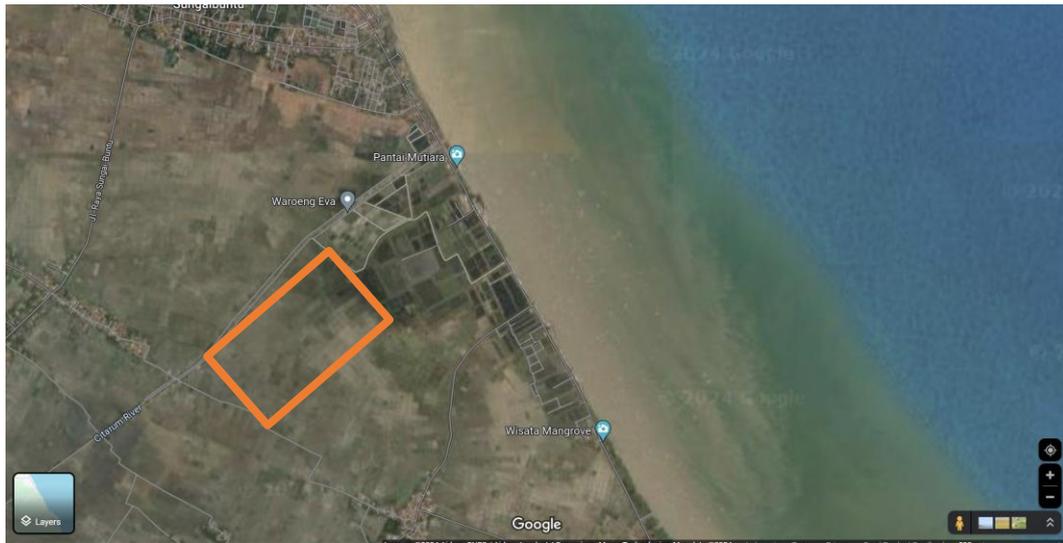
Tekanan	1 atm	12,24 atm	10 atm
Reaksi	Eksotermis	Eksotermis	Eksotermis
Reaktor	Batch	PFR	PFR
Katalis	Enzim	-	Alumina (Al_2O_3)
Umur Katalis	20 hari	-	1-2 Tahun
Bahan Baku	Tanaman yang mengandung gula	Etilen, Asam Sulfat, dan Air	Etilen dan Air
Produk Samping	Karbon Dioksida	Etil Eter	Air
Analisa ekonomi awal	Rp. 74,4687	Rp. 292,654	Rp. 552,619

Berdasarkan **Tabel 1.8** dapat dipilih proses pembuatan etanol dengan proses hidrasi langsung dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Menggunakan katalisator Alumina dapat diperoleh konversi dan tingkat kecepatan reaksi yang lebih tinggi.
2. Kemurnian yang dihasilkan cukup tinggi yaitu 96%
3. Analisa ekonomi awal lebih besar
4. Umur katalis yang jauh lebih lama

1.8 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan dan kelangsungan dari industri, baik pada masa sekarang maupun pada masa yang akan datang, karena hal ini berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan yang tepat mengenai lokasi pabrik harus memberikan suatu perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi yaitu pertimbangan dalam mempelajari sikap dan sifat masyarakat disekitar lokasi pabrik. Pabrik etanol ini direncanakan berdiri di Jalan Pejaten, Desa Cibuaya, Kecamatan Pedas, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Peta Lokasi pabrik dapat dilihat pada **Gambar 1.5**.



Gambar 1.5 Peta Lokasi Pabrik (Sumber: Google Maps, 2024)

Faktor – faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik adalah sebagai berikut:

1.8.1 Penyediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor utama berlangsungnya kegiatan produksi pabrik. Tanpa bahan baku, pabrik tidak dapat beroperasi menghasilkan produk yang diinginkan. Lokasi yang dipilih diusahakan dekat dengan sarana transportasi laut. Lokasi yang dekat akan meminimalkan ongkos pengiriman bahan baku dan mengurangi waktu tunggu dalam pengiriman barang. Etilen sebagai bahan baku pembuatan Etanol diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical.

1.8.2 Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik, bahan bakar, dan ketersediaan air adalah merupakan faktor penunjang. Ketersediaan sumber air merupakan faktor dipertimbangkan dalam penentuan lokasi pabrik Etanol. Karena air sangat diperlukan untuk air proses, air pendingin, air umpan boiler, air untuk domestik dan air layanan umum. Sumber air didapatkan dari aliran Sungai Citarum.

1.8.3 Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Ketersediaan tenaga kerja juga merupakan faktor yang harus dipertimbangkan. Karena tanpa tenaga kerja, alat – alat proses yang ada didalam pabrik tidak dapat dijalankan. Tenaga kerja dapat dengan mudah diperoleh di

daerah Karawang, Jawa Barat karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat. Begitu juga dengan tingkat sarjana Indonesia serta tenaga kerja lokal yang berkualitas. Sebagai Kawasan Industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja.

1.8.4 Transportasi

Transportasi sangat dibutuhkan sebagai penunjang utama untuk penyediaan bahan baku ataupun pemasaran produk. Fasilitas transportasi yang ada meliputi jalur darat dan jalur laut yang dekat dengan pelabuhan.

1.8.5 Pemasaran

Pemasaran mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai. Pemasaran dapat dilakukan dengan jalur darat maupun pemasaran dengan jalur laut melalui Pelabuhan Island International Karawang.

1.8.6 Iklim

Iklim atau cuaca secara nyata akan banyak mempengaruhi efektivitas, efisiensi, dan tingkah laku pekerja pabrik didalam melaksanakan aktivitasnya sehari-hari. Berdasarkan hasil penelitian, manusia akan dapat bekerja dengan nyaman didalam ruangan yang temperaturnya dapat dijaga sekitar 24°.

1.8.7 Undang- undang dan sistem perpajakan (*law & taxation*)

Aturan ataupun undang-undang yang dikeluarkan oleh suatu pemerintah baik tingkat pusat maupun tingkat daerah akan pula mempengaruhi proses pemilihan lokasi pabrik. Beberapa aspek dari operasi suatu pabrik yang umum diatur oleh undang-undang adalah berupa jam kerja maksimal, usia kerja maksimal dan kondisi-kondisi kerja lainnya. Disamping itu besar kecilnya pajak yang harus disetorkan oleh suatu industri akan pula berbeda-beda tergantung di lokasi mana industri tersebut akan didirikan.