

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara berkembang yang diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara industri lain di dunia. Peningkatan yang sangat pesat, baik secara kualitas maupun kuantitas juga terjadi dalam industri kimia. Oleh karena itu untuk masa yang akan datang, industri kimia khususnya, perlu dikembangkan agar tidak selalu bergantung pada negara lain. Sebagai negara berkembang, saat ini Indonesia telah berupaya untuk mengembangkan industri yang berpotensi menopang pertumbuhan ekonomi didalam negeri. Salah satunya adalah dengan cara mendukung perkembangan industri untuk memenuhi permintaan barang konsumsi dalam rangka mencukupi kebutuhan dalam negeri tanpa mengimpor bahan dari negara lain.

Menurut Kementerian Perindustrian pada tahun 2014 industri yang sedang berkembang pesat diantaranya adalah industri bahan kimia dan barang dari bahan kimia (16,40 %), industri makanan dan minuman, industri cat dan pelapisan (7,15%), industri kosmetika (1,19%). Pada tahun 2018 industri kosmetik dan parfum naik sebesar 20%. Seiring meningkatnya produksi industri dalam beberapa bidang tersebut tentunya juga diiringi dengan meningkatnya kebutuhan bahan baku dalam proses industri.

Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi sebagian besar masih di impor seperti yang terdapat dalam data Kemenperin tahun 2008 sebesar US\$ 401 juta, dikarenakan tidak adanya bahan baku yang tersedia di dalam negeri. Contoh bahan baku industri yang sedang mengalami peningkatan yaitu *Phenyl Ethyl Alcohol*. Dapat dilihat pada tahun 2014 jumlah kebutuhan parfum di Indonesia mencapai 5.000-6.000 ton/tahun. (Kemenperin, 2014). *Phenyl Ethyl Alcohol* ( $C_8H_{10}O$ ) merupakan salah satu produk kimia hasil produksi antara (*intermediate*) yang sangat kormesial untuk bahan baku industri pembuatan parfum yang cukup potensial.

Disamping itu *Phenyl Ethyl Alcohol* juga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan kosmetik, sabun, bahan pengawet, anti bakteri dan lainnya sebagainya. Perkembangan setelah tahun 1900 permintaan kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* terus meningkat. kebutuhan yang semakin bertambah tersebut maka perlu dilakukan pengembangan - pengembangan dalam proses pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* untuk meningkatkan hasil dan mutu produk yang lebih baik. Dilihat dari fungsi atau kegunaannya yang beragam maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* akan semakin meningkat dengan berjalannya waktu sehingga pendirian pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* merupakan alternatif yang sangat baik selain untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri juga dapat membuka lapangan kerja baru dan dapat meningkatkan devisa Negara.

Sebelumnya perancangan pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dari etilen oksida dan benzena dengan kapasitas 30.000 ton/tahun Telah dirancang oleh Kiki Andriani dari universitas malikussaleh. *Phenyl Ethyl Alcohol* banyak diproduksi oleh negara-negara Amerika, Eropa, dan Jepang. Mengingat terbatasnya produsen *Phenyl Ethyl Alcohol* di Asia maka pendirian pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia dinilai dapat mendatangkan keuntungan yang cukup besar. Kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia cukup besar sehingga pendirian pabrik penelitilah alkohol di Indonesia lebih berorientasi ekspor ke negara-negara Asia terutama Asia tenggara.

## **1.2 Rumusan Masalah**

*Phenyl Ethyl Alcohol* juga dapat di gunakan sebagai bahan kosmetik, parfum, sabun dan bahan pengawet. Kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* dalam negeri cukup tinggi, pabrik pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* cukup potensial untuk didirikan baik untuk memenuhi kebutuhan industri di dalam negeri maupun untuk keperluan ekspor, sehingga dapat mengurangi kebutuhan impor *Phenyl Ethyl Alcohol* di dalam negeri dan meningkatkan nilai ekonomis serta devisa negara.

### 1.3 Tujuan Perancangan Pabrik

Tujuan prarancangan pabrik pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* adalah untuk mengaplikasi ilmu Teknik Kimia yang meliputi neraca massa, neraca energi, spesifikasi peralatan operasi teknik kimia, utilitas, dan ilmu kimia lainnya serta untuk mengetahui aspek ekonomi dalam pembangunan pabrik sehingga dapat memberikan gambaran kelayakan pada prarancangan pabrik pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol*.

*Phenyl Ethyl Alcohol* selain kegunaannya yang banyak dan beragam maka dapat disimpulkan bahwa kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* akan semakin meningkat dengan berjalannya waktu, *phenyl ethyl alcohol*, bersama dengan *citronellol* dan *geraniol* adalah bahan dasar dari pembuatan parfum mawar, juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam memperkuat aroma mawar. Kira-kira 10-15% *phenyl ethyl alcohol* yang dihasilkan digunakan untuk membuat acetate dan umum digunakan pada industri makanan, pengharum, dan kosmetik (Soccol, 2019). Sehingga pendirian pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* merupakan alternatif yang sangat baik selain untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri juga dapat meningkatkan devisa Negara.

### 1.4 Manfaat

Beberapa manfaat didirikannya pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia yaitu dapat membantu memenuhi kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* di dalam negeri, terciptanya lapangan pekerjaan sehingga mampu menyerap tenaga kerja baru dan dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia, dan dapat diekspor ke luar negeri agar memenuhi kebutuhan pasar di dalam negeri yang diharapkan dapat meningkatkan devisa negara.

### 1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah di dalam penyusunan dan penyelesaian tugas prarancangan pabrik *phenyl ethyl alcohol* ini yaitu:

1. Rancangan secara teknis difokuskan pada pabrik *phenyl ethyl alcohol* dengan proses oksidasi etilen oksida dan benzena secara langsung.
2. Analisis yang dilakukan hanya sampai analisis kelangsungan ekonomi.

## 1.6 Kapasitas Pabrik

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian suatu pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomi pada pabrik yang akan direncanakan. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar akan tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan beberapa faktor-faktor lainnya agar tidak terjadi kerugian terhadap pabrik yang akan direncanakan sebagai berikut.

### 1.6.1 Prediksi Kebutuhan Dalam Negeri.

Produksi *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia tidak sepenuhnya untuk memenuhi kebutuhan di Indonesia, namun di produksi juga untuk meningkatkan nilai ekspor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan akan *Phenyl Ethyl Alcohol* dari tahun 2017-2023 seperti terlihat pada Tabel 1.1.

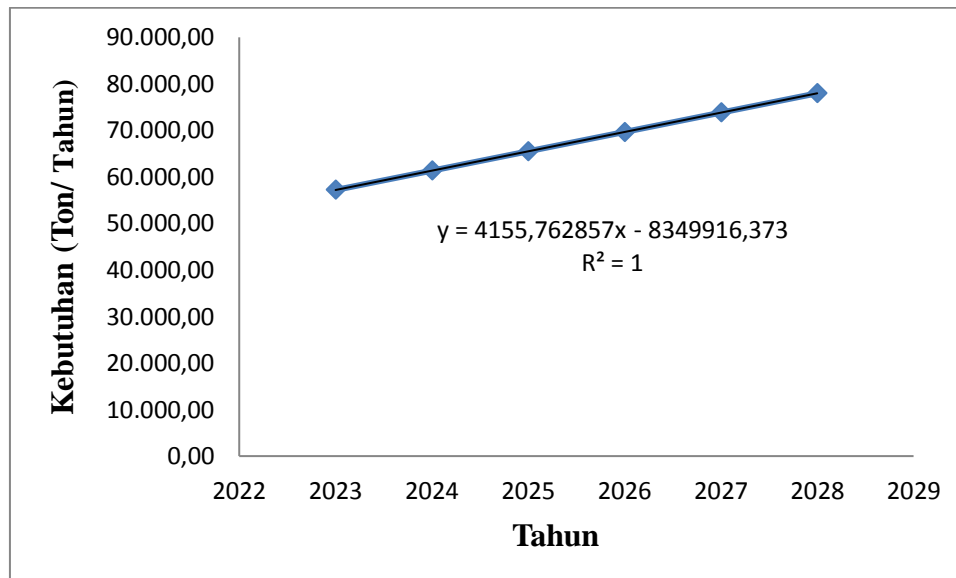
Tabel 1.1 Data Impor *Phenyl Ethyl Alcohol*

No	Tahun	Kapasitas impor (ton/tahun)
1	2017	30.374,80
2	2018	39.314,00
3	2019	40.090,00
4	2020	44.509,50
5	2021	48.555,90
6	2022	53.036,10
7	2023	57.191,89

Sumber: BPS 2021

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas impor *Phenyl Ethyl Alcohol* mengalami trend yang meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu direncanakan dibangun pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia guna memenuhi kebutuhan dalam negeri serta diharapkan Indonesia menjadi negara pengekspor *Phenyl Ethyl Alcohol* khususnya untuk wilayah asia. . Maka dari itu untuk mengurangi ketergantungan

impor, pembuatan pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia semestinya di perhitungkan.



**Gambar 1.1** Grafik Kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol*

Grafik yang telah diperoleh digunakan untuk menentukan kapasitas produksi dengan melakukan linearisasi garis pada grafik. Kapasitas produksi dicari sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$y = 4155,762857x - 8349916,373$$

Keterangan:

Y = Jumlah impor

X= Tahun

Berdasarkan persamaan I.1, dapat diprediksikan jumlah impor *phenyl ethyl alcohol* pada tahun 2028 atau ketika pabrik mulai beroperasi yaitu sebesar:

$$Y = 4155,762857x - 8349916,373$$

$$Y = 4155,762857 (2028) - 8349916,373$$

$$Y = 77.970,70 \text{ ton/tahun.}$$

Kapasitas Produksi dalam negeri =  $60\% \times 50.000$   
 = 30.000Ton/ Tahun

Kapasitas Produksi Ekspor =  $40\% \times 50.000$   
 = 20.000 Ton / Tahun

Hasil ekstrapolasi kebutuhan *phenyl ethyl alcohol* di Indonesia tahun 2023-2028 dapat dilihat pada Tabel 1.2.

**Tabel 1.2** Data kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* 2023-2028 di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (ton)
2023	57.191,89
2024	61.347,65
2025	65.503,41
2026	69.659,18
2027	73.814,94
2028	77.970,70

Sumber: Badan Pusat Statistik 2021

Pada prarancangan pabrik *phenyl ethyl alcohol* ini direncanakan berdiri pada tahun 2028 . Berdasarkan kebutuhan pasar dan kapasitas ekonomis pabrik yang ada di dapatkan didunia maka produksi pabrik *phenyl ethyl alcohol* sebesar 50.000 ton/tahun . dengan beberapa pertimbangan-pertimbangan pendirian pabrik ini di Indonesia antara lain:

1. Penghematan devisa negara, hal ini karena indonesia selalu mengimpor dalam pemenuhan kebutuhan *phenyl ethyl alcohol*. Selain itu untuk memacu

pertumbuhan industri-industri lain yang menggunakan bahan *phenyl ethyl alcohol*.

2. Menambah devisa negara dengan meningkatkan komoditi ekspor *phenyl ethyl alcohol* untuk memenuhi kebutuhan di luar negeri. Kelebihan hasil produksi nantinya dapat diekspor ke negara tetangga (ASEAN).

### 1.6.2 Ketersediaan Bahan Baku

Tersedianya bahan baku yang cukup akan memudahkan tercapainya produksi *Phenyl Ethyl Alcohol* di dalam negeri. Bahan baku yang dibutuhkan yaitu Benzene yang berasal dari UP IV Pertamina Cilacap dan PT. Badak NGL, Ethylene Oxide yang berasal dari PT. Prima Ethycolindo Merak, dan aluminium klorida yang berasal dari PT. Lumbang Sumber Rejeki.

### 1.6.3 Kapasitas Ekonomi Pabrik

Dalam beberapa tahun mendatang, kebutuhan *Phenyl Ethyl Alcohol* akan semakin meningkat. Oleh karena itu kebutuhan pabrik di Indonesia sangat dibutuhkan untuk mengurangi beban impor. Berikut adalah beberapa negara produsen *Phenyl Ethyl Alcohol* di dunia yang digunakan sebagai acuan pendirian pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* di Indonesia.

**Tabel 1.6.3** pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* di luar negeri.

Pabrik	Negara	Kapasitas/tahun
<i>Silverline chemical</i>	India	1.200 ton
<i>Hunan suncheng nnterprises corp</i>	China	1.800 ton
<i>International petrochem limited</i>	India	4000 ton
<i>Asiaron chemical ltd</i>	China	5000 ton
<i>Fuzhou farwell inport eksport co.,ltd</i>	China	24.000 ton

Pabrik	Negara	Kapasitas/tahun
<i>Fujian daquan group</i>	China	20.000 ton
<i>Jinan Yudong Trading Co., Ltd.</i>	China	10.000 ton
<i>Orchid Chemical Supplies, Ltd</i>	China	500 ton
<i>Toyotama</i>	Japan	1100 ton
<i>Harmony Organics</i>	India	3.000 ton
<i>Asiaron Chemical Ltd.</i>	China	5.000 ton

Sumber : Hamadi, 2021

Kebutuhan yang ditunjukkan pada gambar 1.1 tersebut diperoleh dengan menggunakan persamaan regresi linear. Atas dasar ini kapasitas pabrik *phenyl ethyl alcohol* yang akan di dirikian direncanakan adalah 70.000 ton/tahun dan masa operasi 330 hari/tahun. Pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pabrik *phenyl ethyl alcohol* didalam dan diluar negeri.

## 1.7 Jenis-jenis proses

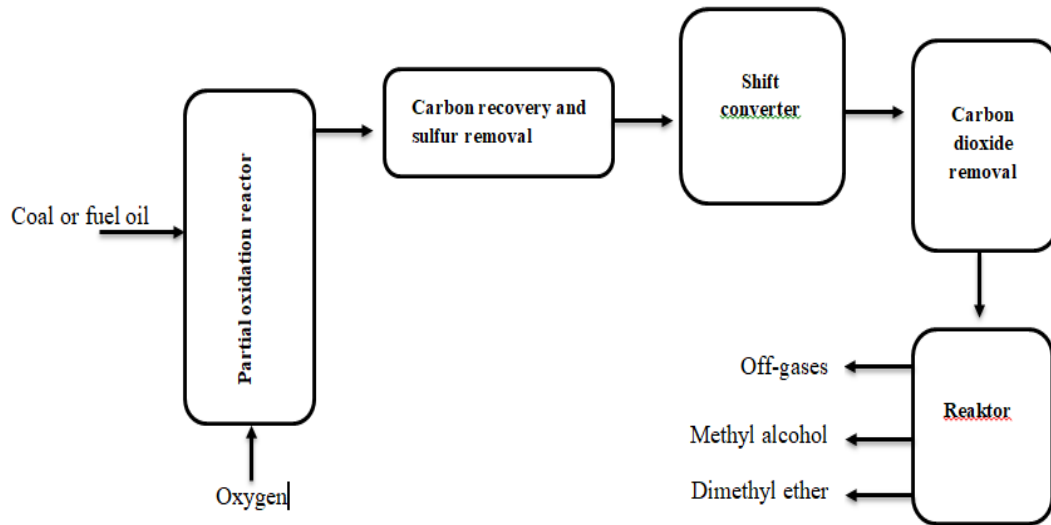
*Phenyl Ethyl Alcohol* dapat diproduksi dalam skala besar dengan 3 proses yaitu hidrogenasi *benzyl alcohol*, hidrogenasi *stirena* oksida, dan oksidasi etilen oksida dan benzene.

### 1.7.1 Hidrogenasi *Benzyl Alcohol*

Sebuah proses untuk pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* yang terdiri dari mereaksikan bahan baku cair yang mengandung *benzil alcohol* minimal 50% dan dari 1 sampai 10 persen berat air dengan campuran hydrogen dan karbon monoksida dengan adanya katalis kobal dipromosikan dengan *ruthenium* dan garam iodide pada suhu dari 120-150<sup>0</sup>C, dan pada tekanan 200-300 atmosfer. Speight,2022 sehingga membentuk suatu produk reaksi yang mengandung *Phenyl Ethyl Alcohol*.



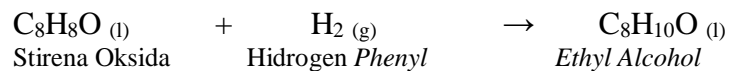




**Gambar 1.2** Proses Hidrogenasi *Benzyl Alcohol*

### 1.7.2 Hidrogenasi *Stirena Oksida*

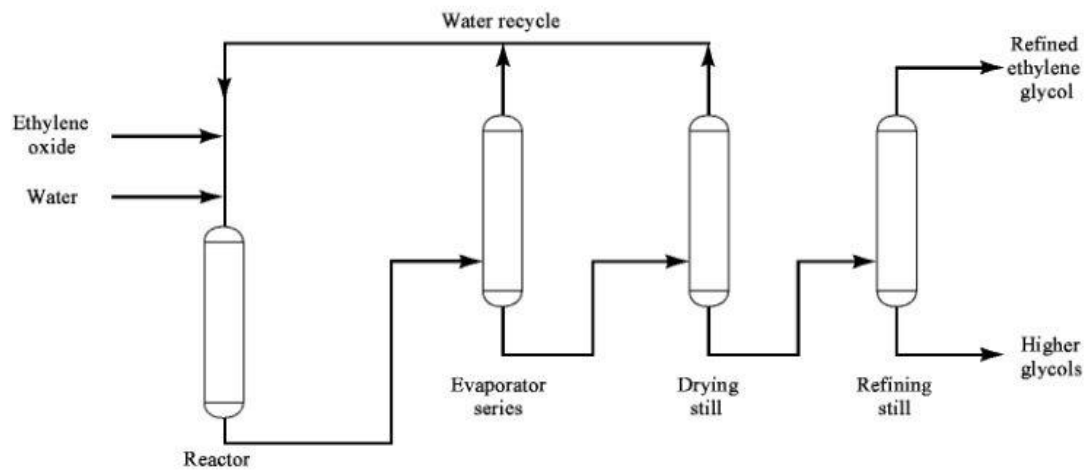
Pada proses Hidrogenasi *Stirena Oksida* ini, *phenyl ethyl alcohol* dibuat dengan menghidrogenasi *stirena oksida* menggunakan pelarut organik dalam reaktor berpengaduk dengan bantuan katalis dari platinum group dan NaOH sebagai promotor. Pada proses ini pH yang digunakan antara 12 sampai 13 dan temperaturnya sebesar 40-120 °C. Setelah reaksi, produk didinginkan hingga mencapai suhu ruang, katalis dipisahkan menggunakan proses filtrasi dan produk dimurnikan menggunakan distilasi. Proses ini memberikan >99,9% konversi *stirena oksida* menjadi *phenyl ethyl alcohol* dengan selektivitas hingga 99% (Chaudhari, 2000). Menurut Fahlbusch, 2012 Reaksi yang terjadi yaitu:



Kondisi Operasi:

P = 300 psia (20,4 atm)

T = 40-120 °C



**Gambar 1.3** Proses Hidrogenasi stirena oksida

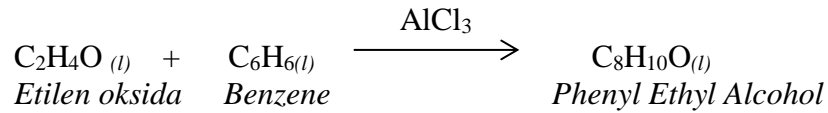
### 1.7.3 Oksidasi Etilen oksida dan benzena

Ketika etilen oksida ( $C_2H_4O$ ) secara komersial ditemukan, maka teknik *friedel-crafts* menggeser penggunaan reaksi yang lain. Reaksi *friedel-crafts* pertama kali digunakan oleh *Schaarschumdt* pada tahun 1925, yaitu dengan mereaksikan Benzen ( $C_6H_6$ ) dan ethyl oksida ( $C_2H_4O$ ) dengan menggunakan katalis  $AlCl_3$ . Penggunaan Benzene berlebih dapat memberi pengaruh pada agitasi yang baik selama proses reaksi.

Tabel 1.3 Data panas Pembentukan

Komponen	$\Delta H_{f298}$ (kJ/mol)
$C_2H_4O$	-52,63
$C_6H_6$	82,93
$C_8H_{10}O$	-121,00

Sumber perry, 1999



$$\Delta H_{f298} \text{ reaksi} = \Delta H_{f298} \text{ produk} - \Delta H_{f298} \text{ reaktan}$$

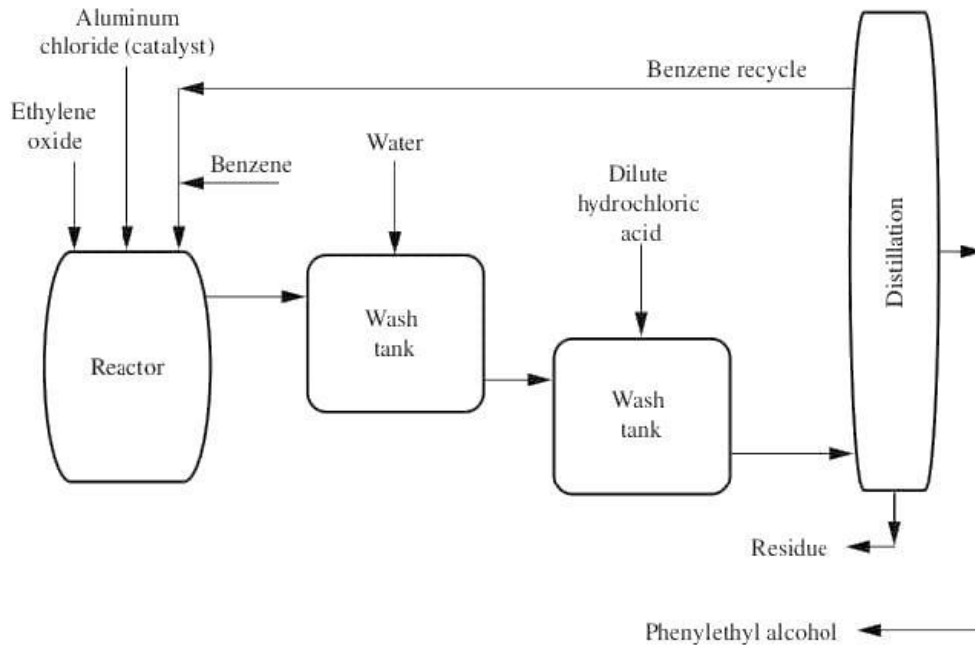
$$\Delta H_{f298} \text{ reaksi} = -121,00 - (-52,63 + 82,93)$$

$$= -151,300 \text{ kJ / mol}$$

$$= -151300 \text{ kJ/mol} \times 0,87 \text{ kmol}$$

$$= -132089 \text{ kJ}$$

Dari perhitungan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa reaksi antara *ethylen oxide* dan *bezene* untuk menghasilkan *phenyl ethyl alcohol* adalah reaksi eksotermis, karena  $\Delta H_f$  yang negatif.



Sumber. James G. Speight

**Gambar 1.4** Reaksi *friedel-carafits*

**Tabel 1.4** Perbandingan beberapa proses pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol*

Proses Parameter	Reaksi Hidrogenasi Benzyl Alcohol	Hidrogenasi Stirena	Reaksi FriedelCraf
Suhu Operasi	120-250 °C	40 – 120 °C	10 – 12 °C
Tekanan	200-300 atm	0,07 atm	300 psia
Konversi	-	75-80%	>98,1%
Kemurnian	-	95 – 100%	97 – 100%
Kelebihan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bahan baku mudah di dapat</li> <li>2. Kondisi operasi pada tekanan tinggi</li> <li>3. Potensi ekonomi yang di dapat kecil.</li> <li>4. Kebutuhan alat yang di gunakan lebih banyak.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kemurnian produk tinggi</li> <li>2. Bahan baku mudah didapat</li> <li>3. Kondisi operasi pada tekanan rendah</li> <li>4. Tidak ada reaksi samping</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konversi reaksi tinggi</li> <li>2. Kemurnian produk tinggi</li> <li>3. Tidak ada reaksi samping</li> <li>4. Bahan baku ramah lingkungan</li> </ol>

### 1.8 Pemilihan Proses

Dari ketiga proses yang dipilih adalah proses oksidasi etilen oksida dan benzene atau reaksi *FriedelCraf* dengan pertimbangan sebagai berikut ;

1. Tekanan, suhu yang digunakan pada reaksi proses *friedel craf* lebih rendah daripada proses hidrogenasi *benzyl alcohol* dan hidrogenasi stirena.
2. Proses *friedel craf* lebih ekonomis kerana membutuhkan alat lebih sedikit dari pada proses hidrogenasi *benzyl alcohol* dan hidrogenasi stirena.
3. Konversi untuk proses *friedel craf* lebih besar dari pada proses hidrogenasi *benzyl alcohol* dan hidrogenasi stirena.

4. Bahan baku yang di dapat dari proses *friedel craf* lebih ramah lingkungan dari pada proses hidrogenasi *benzyl alcohol* dan hidrogenasi stirena.

## 1.9 Uraian Proses

Secara umum proses pembentukan *Phenyl Ethyl Alcohol* dari oksidasi Etilen Oksida dan Benzena dapat dibagi menjadi 3 tahap.

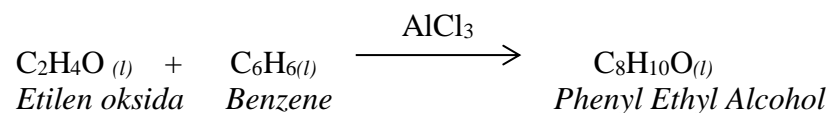
1. Tahap penyiapan bahan baku.
2. Tahap pembentukan produk.
3. Tahap pemurnian produk.

### 1.9.1 Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* adalah Benzena dan Etilen oksida. Etilen oksida di Tangki Penampungan pada suhu 30°C di tambahkan compressor untuk menaikkan tekanan 3 atm agar fasanya berubah menjadi liquid sebelum menuju Cooler untuk didinginkan sampai mencapai suhu 10°C sebagai umpan Reaktor. Kemudian bahan baku kedua yaitu Benzena dari Tangki Penampung pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm di pompakan ke dalam Cooler sampai suhu 10°C dialirkan dengan pompa lalu aliran ke dua bahan baku di alirkan menuju Reaktor.

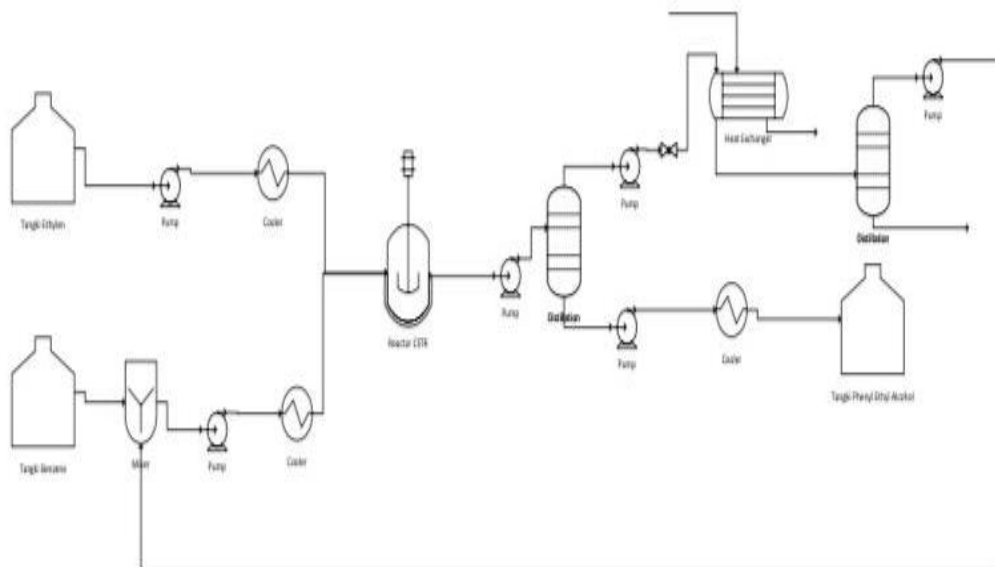
### 1.9.2 Tahap Oksidasi Etilen Oksida dan Benzena

Proses pembuatan *Phenyl Ethyl Alcohol* dilakukan dalam reactor dimana bahan baku etilen oksida dan benzene di pompakan kedalam reactor secara bersamaan disertai penambahan katalis ( $\text{AlCl}_3$ ) yang bertujuan untuk mempercepat reaksi Oksidasi Etilen Oksida dan Benzena di dalam *reactor*, dengan sifat reaksi eksotermis pada suhu 10°C dengan tekan 3 atm.



### 1.9.3 Pemisahan dan Pemurnian Hasil

Pada tahap ini produk hasil keluaran dari Reaktor cstr-100 dialirkan menuju destilasi T-100 digunakan untuk memisahkan *Phenyl Ethyl alcohol* dari campuran yang masih terkandung didalamnya, keluaran bawah destilasi berupa produk di alirkan menuju *cooler* yang berfungsi untuk menurunkan suhu keluaran menara destilasi, kemudian produk ditampung pada tangki penyimpanan. Sedangkan keluaran atas menara destilasi berupa benzena yang akan dipompakan menuju *heat exchanger* untuk di alirkan menuju destilasi T-200 untuk di *recycle*.



### 1.10 Analisa ekonomi dasar

Berikut merupakan tabel analisa ekonomi dasar pada pra rancangan pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* berdasarkan reaksi dapat dilihat pada Tabel 1.5

**Tabel 1.5** Analisa ekonomi Awal Proses oksidasi etilen oksida dan benzene.

	Bahan Baku		Katalis	Produk
	Benzene (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	Etilen Oksida(C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O)	Aluminium Clorida (AlCl <sub>3</sub> )	<i>Phenyl ethyl Alcohol</i> (C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> )
Berat Molekul(Kg/mol)	78,11	44,05	133,34	122,16
Harga Bahan(Rp/kg)	Rp.30,000	Rp.11,250	Rp.19,500	Rp.85.000
Harga total	60.750			85.000

Sumber, Alibaba.com 2023

$$\begin{aligned}
 \text{Analisa Ekonomi} &= \text{Produk} - \text{Bahan baku} \\
 &= \text{Rp. 85.000} - (\text{Rp. 30,000} + \text{Rp. 11,250} + \text{Rp. 19,500}) \\
 &= \text{Rp. 85.000} - 60.750 \\
 &= \text{Rp. 24.250}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Analisa Ekonomi Awal maka persentase keuntungan diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Keuntungan} &= \frac{4.250}{85.000} \times 100\% \\
 &= 24,5\%
 \end{aligned}$$

Maka keuntungan yang didapat dari analisa ekonomi awal sebesar 24,5% dari produksi.