



## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

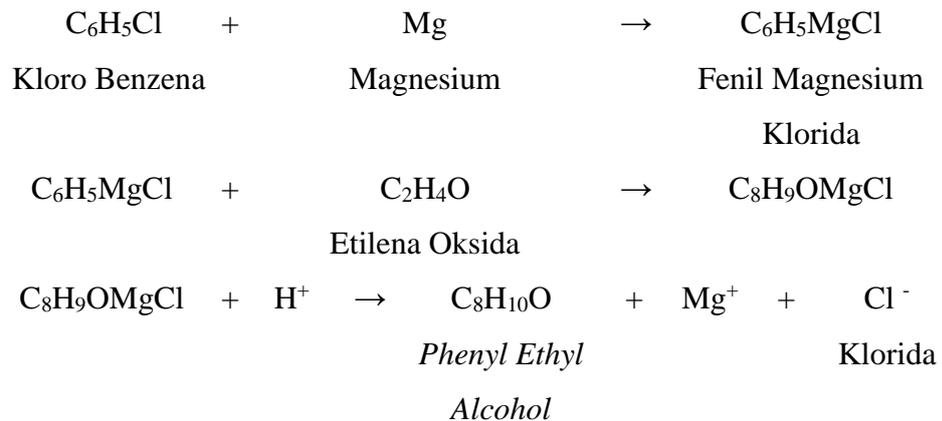
#### II.1 Macam-Macam Proses

*Phenyl ethyl alcohol* dapat dibuat dari tiga macam proses, yaitu proses dengan reaksi Grignard, reaksi Friedel-Craft serta proses hidrogenasi stirena oksida.

Ketiga proses tersebut dijelaskan sebagai berikut:

##### 1. Reaksi Grignard

Selama 25 tahun terakhir setelah tahun 1990, reaksi Grignard digunakan untuk membuat *Phenyl Ethyl Alcohol*. Akan tetapi reaksi ini hanya dipakai untuk jumlah yang terbatas. Proses Grignard yang digunakan untuk menghasilkan *Phenyl Ethyl Alcohol* mengikuti tahap-tahap reaksi sebagai berikut:



Kondisi operasi:

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$T = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

(Kirk, 1991)

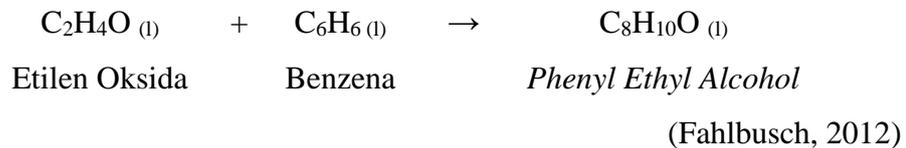
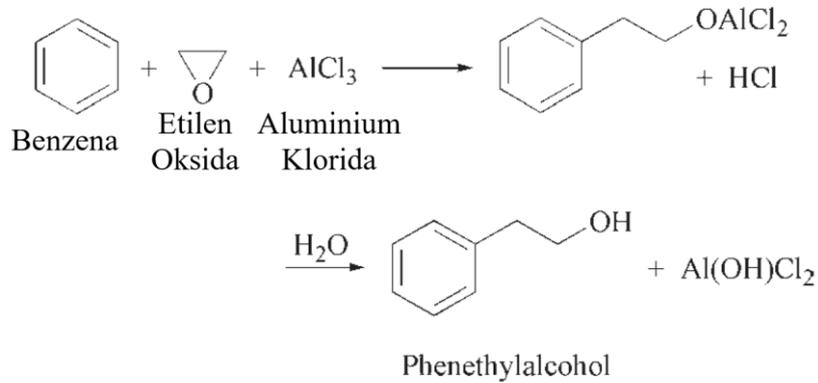
##### 2. Reaksi Friedel-Craft

Reaksi Friedel-Crafts menggeser penggunaan reaksi sebelumnya (reaksi Grignard). Reaksi Friedel-Crafts pertama kali digunakan oleh Scharschmidt pada tahun 1925, yaitu dengan mereaksikan *Benzene* ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) dan *Ethylene oxide* ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ ) dengan menggunakan katalis  $\text{AlCl}_3$ . Reaksi ini menghasilkan yield 75-80% serta kemurnian 98-100%. Penggunaan



Pra Rencana Pabrik  
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan  
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

*Benzene* berlebih dapat memberi pengaruh pada agitasi yang baik selama proses reaksi (Kirk, 1991). Reaksi yang terjadi yaitu:



Kondisi operasi:

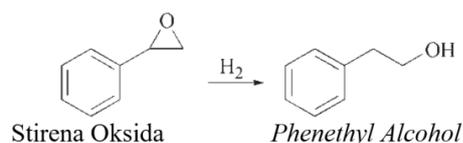
$$P = 50 \text{ mmHg (0,07 atm)}$$

$$T = 6-10 \text{ }^\circ\text{C}$$

(Ferber, 1983)

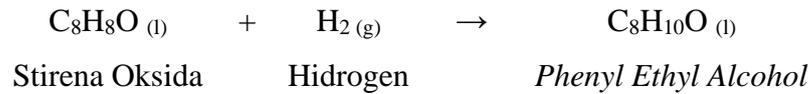
### 3. Hidrogenasi Stirena Oksida

Pada proses 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). Reaksi yang terjadi yaitu:





Pra Rencana Pabrik  
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan  
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida



(Fahlbusch, 2012)

Kondisi Operasi:

P = 300 psia (20,4 atm)

T = 40-120 °C

## II.2 Pemilihan Proses

Proses Parameter	Reaksi Grignard	Reaksi Friedel- Craft	Hidrogenasi Stirena
Suhu Operasi	100 °C	10 – 12 °C	40 – 120 °C
Tekanan	1 atm	0,07 atm	300 psia
Konversi		75-80%	>99,9%
Kemurnian		95 – 100%	97 – 100%
Kelebihan	<ol style="list-style-type: none"> <li>Merupakan reaksi penemuan awal <i>phenyl ethyl alcohol</i></li> <li>Kondisi operasi pada tekanan rendah</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Kemurnian produk tinggi</li> <li>Bahan baku mudah didapat</li> <li>Kondisi operasi pada tekanan rendah</li> <li>Tidak ada reaksi samping</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Konversi reaksi tinggi</li> <li>Kemurnian produk tinggi</li> <li>Tidak ada reaksi samping</li> <li>Bahan baku ramah lingkungan</li> </ol>

Berdasarkan tabel perbandingan beberapa proses pembuatan *phenyl ethyl alcohol*, maka dipilih proses hidrogenasi stirena dengan pertimbangan konversi mencapai > 99,9%, bahan baku yang ramah lingkungan serta proses produksi yang tidak memerlukan banyak instalasi alat.



### II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan hidrogenasi katalitik Stirena Oksida dapat dibagi menjadi 3 (tiga) tahap, yaitu:

#### 1. Tahap Persiapan Bahan Baku

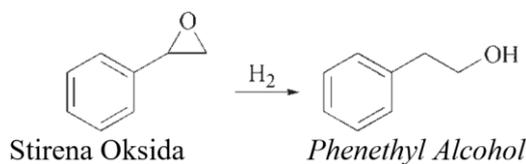
Tahap penyiapan bahan baku ini dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan baku sesuai dengan kondisi yang disyaratkan oleh reaktor. Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan *phenyl ethyl alcohol* adalah metanol, stirena oksida, NaOH, katalis Pd/C, dan gas hidrogen. Metanol dan stirena oksida disimpan dalam tangki tertutup (F-110 & F-120), NaOH disimpan dalam silo (F-130) dan katalis Pd/C disimpan dalam drum, gas hidrogen yang dibutuhkan dalam reaksi akan dialirkan langsung dari PT. Air liquide Indonesia karena dalam reaksi hidrogenasi yang terjadi dibutuhkan hidrogen dalam jumlah besar sehingga apabila hidrogen ditampung didalam tangki akan membutuhkan ukuran tangki yang besar dan peralatan instrumentasi yang banyak karena sifat hidrogen yang eksplosif. Hidrogen dari PT. Air liquide dialirkan secara langsung menggunakan pipa pada suhu 40 °C dan tekanan 300 psia.

Metanol dan stirena oksida dalam tangki dialirkan menggunakan pompa (L-111 & L-121) menuju tangki pencampuran (M-150), sedangkan NaOH padat dialirkan menuju tangki pelarutan (M-140) menggunakan *screw conveyor* (J-131) untuk dilarutkan terlebih dahulu menggunakan air yang selanjutnya baru dialirkan menuju tangki pencampuran (M-150) menggunakan pompa (L-141). Katalis padat Pd/C dimasukkan kedalam mixer (M-150) secara manual karena kebutuhan yang sedikit dan katalis akan ditahan di dalam reaktor tanpa dikeluarkan hingga mencapai batas umur katalis. Di dalam mixer terjadi pencampuran selama 1 jam antara metanol, stirena oksida, NaOH, katalis Pd/C, serta hasil *recycle* dari menara distilasi 1 (D-310) untuk menghasilkan campuran yang sesuai spesifikasi yang dibutuhkan oleh reaktor. NaOH dalam campuran berfungsi sebagai promotor pada reaksi hidrogenasi stirena oksida dan pemberi suasana basa. Sedangkan metanol berfungsi sebagai pelarut dan pemberi suasana alkohol.



## 2. Tahap Reaksi

Tahapan reaksi merupakan tahap pembentukan produk yang terjadi di dalam reaktor. Larutan campuran keluar dari mixer (M-150) dan dipanaskan terlebih dahulu dengan *heater* (E-152), kemudian dialirkan menuju reaktor (R-210) dengan bantuan pompa (L-151). Hidrogen untuk reaksi hidrogenasi dialirkan menuju reaktor (R-210) dengan jumlah berlebih. Reaktan berupa larutan campuran stirena oksida, metanol, air, NaOH, dan katalis Pd/C dengan suhu 40 °C dan gas hidrogen dengan tekanan 300 psia direaksikan dalam reaktor (R-210) dalam suasana basa (pH: 13-14). Reaksi yang terjadi yaitu:



Proses operasi pada reaktor berjalan kontinu dengan waktu tinggal selama 1 jam. Reaktor yang digunakan adalah reaktor *bubble* yang mana stirena oksida akan bereaksi dengan gas hidrogen membentuk *phenyl ethyl alcohol* dengan jenis reaksi eksotermis. Reaksi ini berlangsung dengan bantuan katalis Pd/C 1% dengan konversi yang dihasilkan sebesar 99,9%. Produk yang diperoleh terdiri dari larutan *phenyl ethyl alcohol*, reaktan sisa (stirena oksida dan hidrogen) dan senyawa yang tidak bereaksi yaitu natrium hidroksida, katalis Pd/C, air dan metanol.

## 3. Tahap Pemurnian Produk

Tahap pemurnian produk bertujuan untuk menghasilkan produk dengan spesifikasi yang diminati konsumen. Campuran larutan *phenyl ethyl alcohol*, metanol, NaOH, stirena oksida, dan air akan dialirkan menuju *flash drum* (F-220) untuk dipisahkan antara bahan berfase cair dengan bahan berfase gas, sedangkan katalis Pd/C akan tertahan di reaktor karena adanya penyaring di dasar reaktor yang akan dikeluarkan pada saat umur katalis habis.



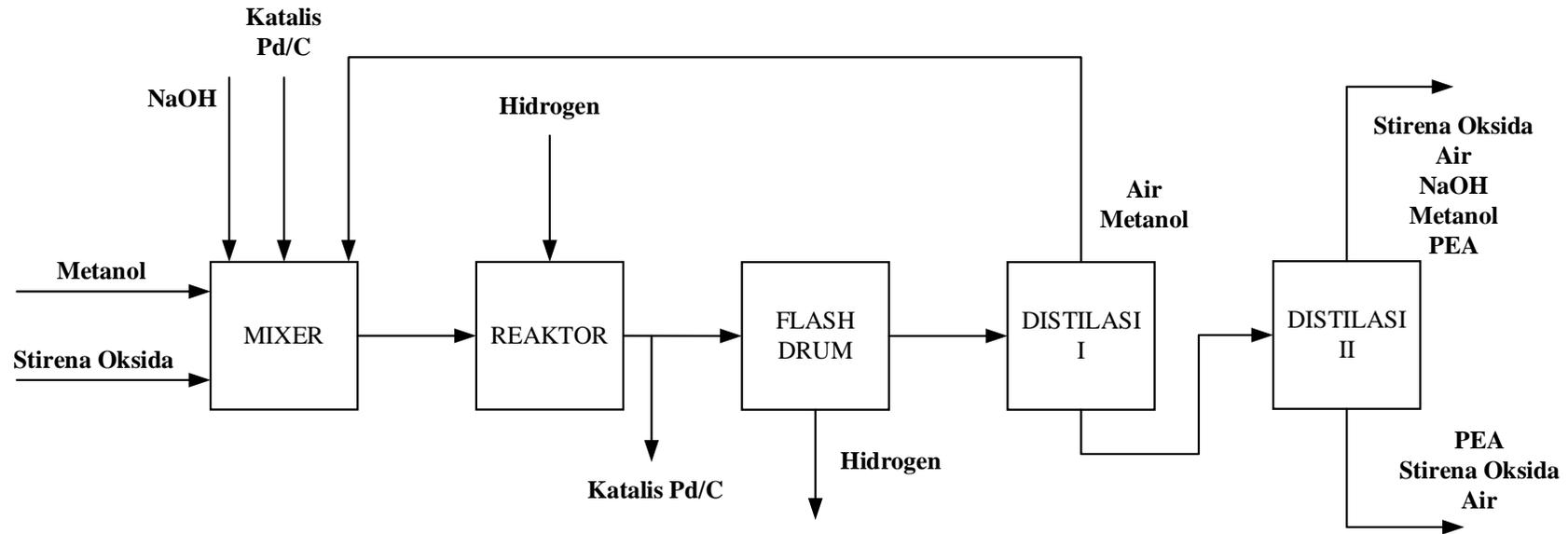
Pra Rencana Pabrik  
Pabrik *Phenyl Ethyl Alcohol* dengan  
Proses Hidrogenasi Stirena Oksida

---

Larutan campuran *phenyl ethyl alcohol* yang telah terpisah dari gas hidrogen kemudian dialirkan kedalam tangki (F-230) untuk disimpan sementara. Kemudian larutan campuran dialirkan ke dalam *heater* (E-232) karena umpan masuk distilasi yang digunakan adalah pada suhu 65 °C. Proses distilasi yang di gunakan sebanyak 2 distilasi. Distilasi 1 (D-310) digunakan untuk memisahkan metanol dan sedikit air sebagai produk atas. Kemudian air, *phenyl ethyl alcohol*, NaOH, stirena oksida dan sedikit metanol sebagai produk bawah. Produk atas di *recycle* kembali ke dalam mixer (M-150) dan produk bawah yang di hasilkan digunakan sebagai umpan distilasi 2 (D-320). Produk atas yang di hasilkan pada distilasi 2 (D-320) adalah stirena oksida, metanol, air, NaOH dan sedikit *phenyl ethyl alcohol*. Produk bawah yang di hasilkan adalah air, sedikit stirena oksida dan PEA dengan kemurnian 99% berat. Hasil bawah distilasi dialirkan kedalam *cooler* (H-323) untuk menurunkan suhu produk menjadi 30 °C dan produk ditampung dalam tangki (F-410) sebelum dijual pada konsumen.



#### II.4 Flowsheet Dasar



Gambar II.1 Flowsheet Dasar Pabrik Phenyl Ethyl Alcohol