



BAB II

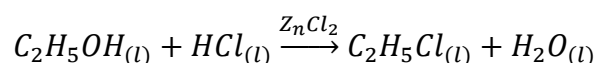
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-Macam Proses

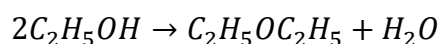
Pembentukan etil klorida dapat dilakukan dengan tiga proses antara lain:

1. Hidroklorinasi Etil Alkohol

Proses hidroklorinasi alkohol terjadi reaksi antara etil alkohol dan asam klorida pada suhu 150-190°C dengan bantuan katalis $ZnCl_2$:



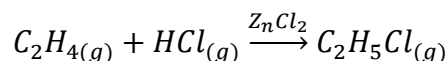
Reaksi tersebut berlangsung pada tekanan 2 atm didalam reactor fixed bed multitube. Terdapat produk yang dihasilkan dari proses reaksi ini dengan konversi mencapai 90% dari berat etanol dan kemurnian sebesar 99%. Adapun hal yang harus diperhatikan dari proses ini yaitu terbentuknya reaksi samping antara kombinasi dua etanol yang menghasilkan dietil eter seperti reaksi sebagai berikut :



Terdapat pencegahan agar tidak terjadi reaksi samping yaitu dengan cara penambahan asam klorida berlebih 10-15% eksese (Faith, Keyes and Clark, 1957)

2. Hidroklorinasi Etilen

Proses hidroklorinasi etilen terjadi reaksi antara etilen dan asam klorida dengan bantuan katalis :

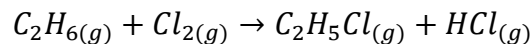


Reaksi tersebut dijalankan dalam fase uap. Reaksi tersebut berlangsung dalam reactor fixed bed multitube pada suhu 175°C, tekanan 18 atm dengan bantuan $ZnCl_2$ sebagai support katalis dengan bantuan penyangga beraluminium berpori (celite) yang berfungsi untuk mempercepat reaksi. Penyangga tersebut berfungsi meningkatkan stabilitas dan luas permukaan katalis. Terdapat produk yang dihasilkan dari proses reaksi ini dengan konversi mencapai 90% (Cherniavsky, 1957)



3. Klorinasi Etana

Proses klorinasi etana terjadi reaksi substitusi antara etana dan klorin. Reaksi ini berlangsung melalui mekanisme substitusi radikal bebas dan dapat dijalankan secara termal, fotokimia dan katalitik. Pada dunia industri yang digunakan yaitu secara termal.



Reaksi terjadi secara eksotermis pada suhu 375-475°C. Suhu yang lebih tinggi akan menyebabkan etil klorida terurai menjadi etilen dan HCl dengan konversi mencapai 94,6% yield (Cherniavsky, 1957)

II.2 Pemilihan Proses

Dalam perancangan pabrik kimia, pemilihan proses produksi merupakan tahap krusial yang menentukan efisiensi, ke ekonomian, serta kelayakan operasional suatu industri. Etil klorida (C_2H_5Cl), yang digunakan secara luas dalam industri farmasi, anestesi, dan sintesis organik, dapat diproduksi melalui beberapa jalur reaksi kimia. Pada subbab ini, akan dikaji dan dibandingkan tiga alternatif proses utama, yaitu:

Tabel II. 1 Parameter Pemilihan Proses

Parameter	Hidroklorinasi Alkohol	Hidroklorinasi Etilen	Klorinasi Etan
Bahan Baku	Etanol dan HCl	Etilen dan HCl	Etan dan Klorin
Suhu Reaksi	150°C – 190°C	175°C	375°C – 475°C
Tekanan	2 atm	18 atm	6 atm
Konversi	90%	90%	94,6%
Produk samping	Ada	Tidak ada	Ada
Potensial Ekonomi	1 : 1,684	1 : 4,068	1 : 1,847

Dari ketiga proses dalam pembuatan etil klorida diatas, dipilih proses hidroklorinasi etilen dengan pertimbangan sebagai berikut :

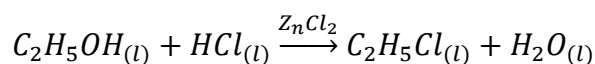
1. Bahan baku yang digunakan mudah diperoleh yaitu etilen dari PT Chandra Asri Pacific Tbk, Anyer dan HCl dari PT. Sulfindo Adiusaha, Serang.



2. Mempunyai potensi ekonomi yang tinggi dibandingkan dengan proses lainnya.
3. Mempunyai konversi yang cukup tinggi
4. Tidak mempunyai produk samping

II.3 Potensi Ekonomi

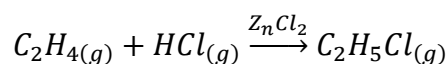
1. Hidroklorinasi Etil Alkohol



Reaktan		
Komponen	Mr (ton/jam)	Harga (Rp /ton)
C ₂ H ₅ OH	0.046	10.789.581
HCl	0.037	18.073.000
Total	1.155.985,226	
Produk		
Komponen	Mr (ton/jam)	Harga (Rp /ton)
C ₂ H ₅ Cl	0.065	30.181.910
H ₂ O	0.018	0
Total	1.946.733,195	

Perbandingan reaktan dengan produk yaitu 1 : 1,684

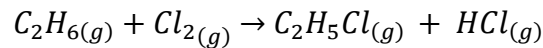
2. Hidroklorinasi Etilen



Reaktan		
Komponen	Mr (ton/jam)	Harga (Rp /ton)
C ₂ H ₄	0.028	12.506.516
HCl	0.037	3.500.000
Total	478.557,774	
Produk		
Komponen	Mr (ton/jam)	Harga (Rp /ton)
C ₂ H ₅ Cl	0.065	30.181.910
Total	1.946.733,195	

Perbandingan reaktan dengan produk yaitu 1 : 4,068

4. Klorinasi Etan

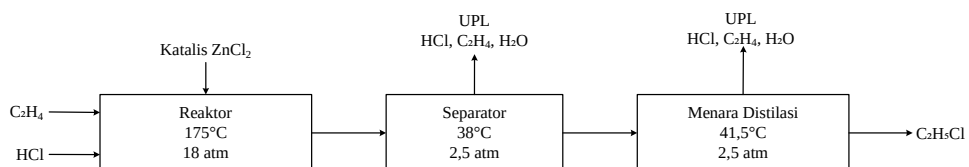


Reaktan		
Komponen	Mr (ton/jam)	Harga (Rp /ton)
C ₂ H ₆	0.030	3.090.483
Cl ₂	0.071	14.530.692
Total	1.122.940,553	
Produk		
Komponen	Mr (ton/jam)	Harga (Rp /ton)
C ₂ H ₅ Cl	0.065	30.181.910
HCl	0.037	3.500.000
Total	2.074.483,195	

Perbandingan reaktan dengan produk yaitu 1 : 1,847

Berdasarkan hasil perhitungan potensi ekonomi dari beberapa alternatif proses yang dikaji, proses hidroklorinasi etilen dipilih sebagai dasar pra-rancangan pabrik etil klorida. Pemilihan proses ini didasarkan pada nilai potensi ekonomi yang paling tinggi dibandingkan dengan proses hidroklorinasi etil alkohol dan klorinasi etana, sehingga secara ekonomi dinilai lebih menguntungkan untuk dikembangkan pada skala industri.

II.4 Uraian Proses



Gambar II. 1 Diagram Alir Proses Pembuatan Etil Klorida dari Etilen dan Asam Klorida



1. Tahap Penyimpanan Bahan Baku

Bahan baku dalam pembuatan etil klorida terdiri atas etilen dan asam klorida. Etilen 99,5% disimpan di dalam tangki penyimpanan dalam fase gas pada kondisi suhu 30°C dan tekanan 19 atm. Selanjutnya, etilen dipanaskan menggunakan *heater* hingga mencapai suhu 208°C dan dinaikkan tekanannya menggunakan *expansion valve* hingga 19 atm dengan suhu 165°C sebelum dialirkan ke dalam reaktor.

Asam klorida 33% disimpan di dalam tangki penyimpanan dalam fase cair pada kondisi suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Asam klorida kemudian dialirkan menuju *vaporizer* untuk diuapkan hingga mencapai suhu 100°C. Uap asam klorida selanjutnya dialirkan ke *adsorption dryer* untuk mengurangi kandungan H₂O pada suhu 100°C dan tekanan 1 atm, kemudian di kompresor untuk menaikkan tekanan hingga 19 atm pada suhu 281°C dan di *cooler* untuk menurunkan suhunya hingga 165°C sebelum akhirnya dialirkan menuju reaktor untuk bereaksi dengan etilen.

2. Tahap Pembentukan Produk

Bahan baku dialirkan ke dalam reaktor *fixed bed multitube* dalam fase gas pada kondisi operasi suhu 175°C dan tekanan 18 atm dengan bantuan katalis padat Zink Chloride (ZnCl₂).

3. Tahap Pemurnian Produk

Gas keluaran reaktor yang mengandung etil klorida serta sisa reaktan yang tidak bereaksi dikondensasi menggunakan kondensor pada suhu 115°C dan tekanan 18 atm, kemudian dialirkan menuju *cooler* untuk diturunkan suhunya hingga 86°C. Selanjutnya, tekanan aliran keluaran *cooler* diturunkan menggunakan *expansion valve* hingga mencapai 3 atm, sebelum dilakukan pemisahan fasa pada separator *flash drum* pada suhu 40°C dan 3 atm.

Separator *flash drum* berfungsi untuk memisahkan fase cair hasil kondensasi dan fase gas yang tidak terkondensasi. Fase cair hasil kondensasi pada suhu 40°C dialirkan menuju kolom distilasi untuk memisahkan



pengotor yang masih tersisa dalam etil klorida. Fase gas yang tidak terkondensasi di alirkan ke unit UPL.

Produk keluaran atas kolom distilasi yang mengandung sisa reaktan dan sebagian kecil etil klorida dialirkan ke kondensor untuk kondensasi campuran gas pada suhu $41,5^{\circ}\text{C}$ dan tekanan 3 atm, kemudian di tampung menggunakan tangki akumulator dimana sebagian aliran diuapkan dan dikembalikan ke kolom distilasi, sedangkan sisanya masuk ke tangki penyimpanan gas sisa. Sementara itu, produk keluaran bawah kolom distilasi berupa etil klorida dialirkan menuju *reboiler* di mana sebagian aliran diuapkan dan dikembalikan ke kolom distilasi, sedangkan sisanya dialirkan menuju *cooler* untuk diturunkan suhunya hingga 35°C pada tekanan 3 atm kemudian disimpan di tangki penyimpanan produk etil klorida.