

## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

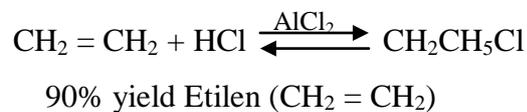
#### 2.1. Proses Produksi

Untuk memproduksi Etil Klorida terdapat tiga proses yang digunakan sebagai dasar perancangan pabrik di Indonesia:

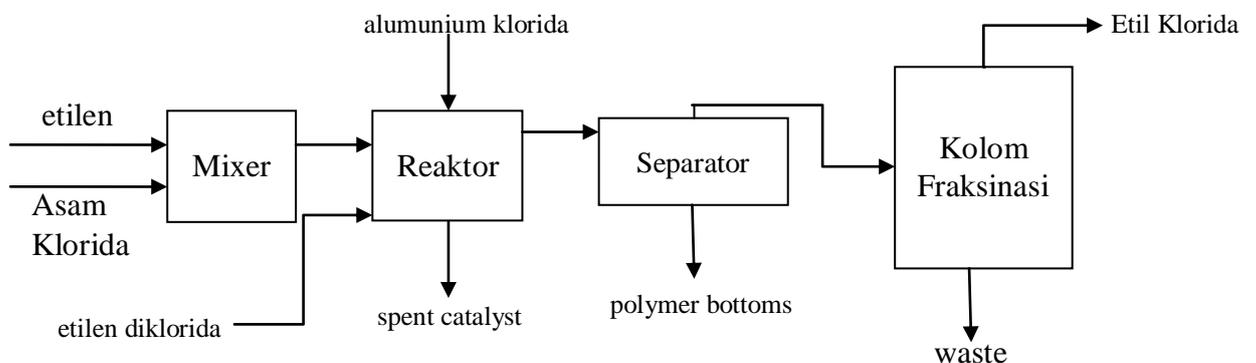
1. Proses Hidroklorinasi Etilen
2. Proses Klorinasi Etana
3. Proses Hidroklorinasi Etil Alkohol

##### 2.1.1 Proses Hidroklorinasi Etilen

Reaksi antara etilen dan Asam Klorida berlangsung dalam fase gas dan bersifat eksotermis. Reaksi dapat berlangsung pada suhu 130-250 °C dalam suasana katalitik dan tekanan 0,1-0,3 Mpa (1-3 atm). Semakin tinggi suhu maka reaksi semakin cepat, akan tetapi dapat menyebabkan terbentuknya produk polimerisasi dan merusak katalis. Reaksi dibantu dengan 2% larutan sebagai katalis.



Hal terpenting dalam prosedur ini, terdapat dua aliran gas menuju proses: satu aliran yang kaya akan etana, dan aliran lainnya kaya akan etilen. Klorinasi pada aliran yang kaya etana terjadi pada suhu tinggi, stage ini nonkatalis. Asam Klorida yang tidak bereaksi dengan aliran dialirkan ke reaktor untuk menghidroklorinasi aliran yang kaya etilen, reaksi ini berlangsung pada tekanan rendah dan dibantu dengan katalis. Etilen diklorida merupakan produk samping dari proses.



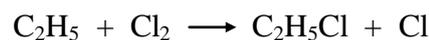
Gambar 2.1. Proses Pembuatan Etil Klorida dengan Hidroklorinasi Etilen

Jumlah yang signifikan banyak dari Etil Klorida sebagai hasil samping juga terbentuk dari proses hidroklorinasi dengan bantuan katalis tembaga klorida, dari etilen dan Asam Klorida yang menghasilkan 1,2-dikloroetana, yang digunakan untuk bahan baku pembuatan vinil klorida (*Othmer, 1962 hal 587*).

### 2.1.2 Proses Klorinasi Etana

Etana dapat diklorinasi secara termal, katalitik, fotokimia, maupun elektrolit. Monoklorinasi yang paling disukai karena klorinasi Etil Klorida hampir secepat dari rate etana.

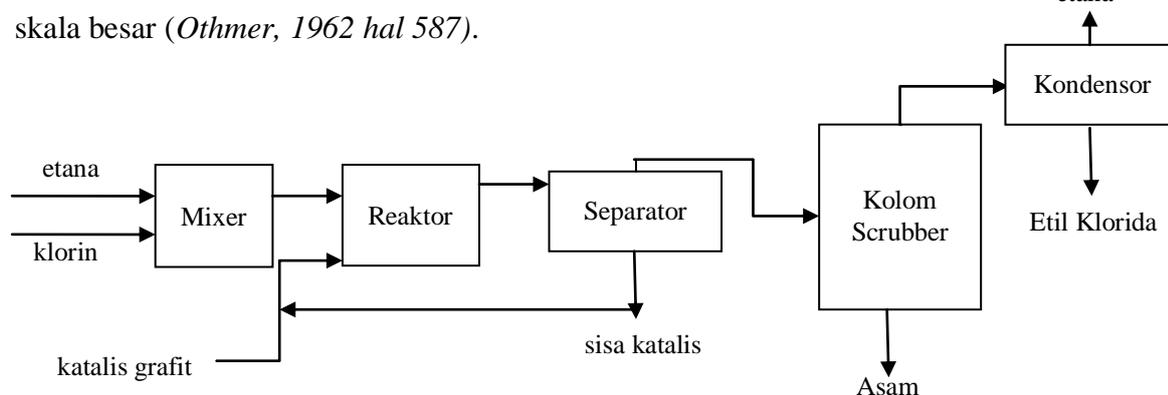
Klorinasi termal dari etana pada umumnya terjadi pada suhu 250-500 °C. Pada suhu 400 °C, reaksi berantai radikal bebas terjadi:



Konversi: 44%

Klorin dan etana disatukan dalam reaktor fluid bed media perpindahan panas padat, inert, padat, misalnya, pasir, pada 380-440°C; kecepatan linier gas cukup untuk mempertahankan suspensi padat yang terbagi halus dalam reaktor.

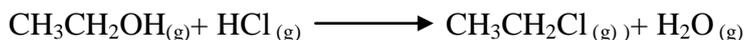
Klorinasi etana dapat dikatalisis dengan membawa gas yang bereaksi ke dalam kontak dengan logam klorida, atau karbon kristal (grafit). Klorinasi fotokimia tidak digunakan secara industri. Klorinasi elektrolit, yang melibatkan mengalirkan arus tegangan rendah melalui campuran katalitik  $\text{AlCl}_3\text{-NaAlCl}_4$ , belum digunakan dalam skala besar (*Othmer, 1962 hal 587*).



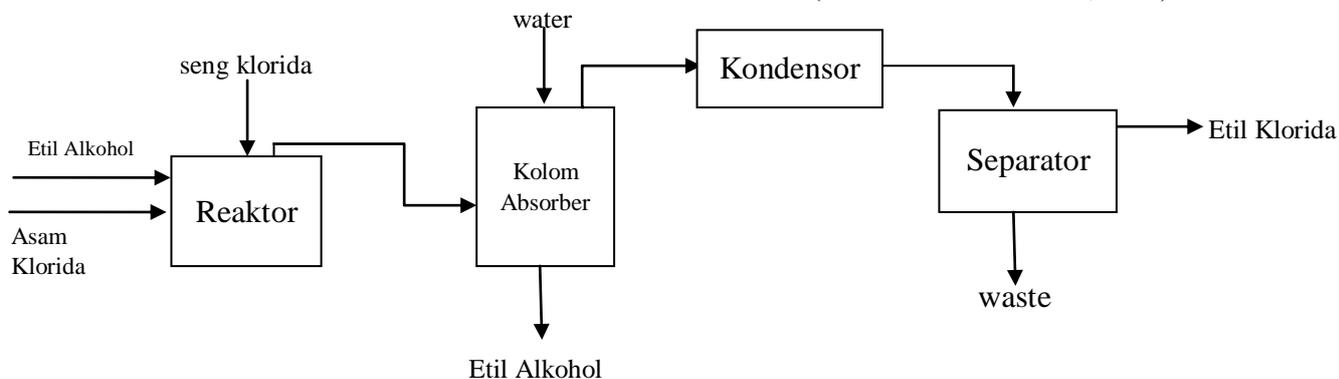
Gambar 2.2. Proses Pembuatan Etil Klorida dengan Klorinasi Etana (Keyes, 1995).

2.1.3 Proses Hidroklorinasi Etil Alkohol

Selama bertahun-tahun reaksi ini adalah satu-satunya proses teknis yang ditetapkan untuk produksi Etil Klorida, tetapi ditinggalkan karena tingginya biaya Etil Alkohol.



Dikatalis dengan seng klorida, Etil Alkohol dan Asam Klorida bereaksi pada 138 hingga 160 ° C, tekanan 20 hingga 50 Psi(1,36-3,4 atm) dalam kondisi refluks dalam bejana berjaket kaca. Keluaran dari reaktor diabsorber dengan air untuk menghilangkan Asam Klorida, Etil Alkohol dan produk samping air. Etil Klorida dengan kemurnian tinggi (99,6%) diproduksi dalam Yield dari 95 hingga 98% berdasarkan Etil Alkohol. Proses ini sederhana dan bersih (U.S. Patent 2396639,1946).



Gambar 2.3. Proses Pembuatan Etil Klorida dengan Hidroklorinasi Etil Alkohol

Tabel 2.1. Matrik aspek masing-masing proses Etil Klorida

Parameter	Macam Proses		
	1	2	3
a. Aspek proses			Etil
- Bahan baku	Etilen+HCl	Etana+Cl <sub>2</sub>	Alkohol+HCl
- Konversi	90%	44%	99%
- Yield	99,5%	44%	95-98%
- Katalis	AlCl <sub>3</sub>	AlCl <sub>3</sub> -NaAlCl <sub>4</sub>	ZnCl <sub>2</sub>
b. Aspek Operasi			
- Suhu °C	130-250	250-500	138-160
- Tekanan Atm	1-3	-	1,36-3,4
c. Aspek Ekonomi			
- Investasi	Sedang	Tinggi	Tinggi

Keterangan:

1. Proses Hidroklorinasi Etilen
2. Proses Klorinasi Etana
3. Proses Hidroklorinasi Etil Alkohol

Berdasarkan perbandingan dari ketiga proses tersebut diatas, maka dipilih proses hidroklorinasi Etil Alkohol dengan pertimbangan- pertimbangan sebagai berikut:

- Kemudahan dalam mendapatkan bahan baku
- Yield dan konversi yang diperoleh tinggi
- Suhu dan tekanan operasi rendah.

## 2.2. Uraian Proses

Proses pembuatan Etilen Klorida ini pada prinsipnya dapat dibagi menjadi beberapa tahapan proses, yaitu:

1. Tahap Persiapan Bahan Baku
2. Tahap Reaksi
3. Tahap Pemurnian dan Pemisahan Produk

Uraian proses secara lengkap adalah sebagai berikut:

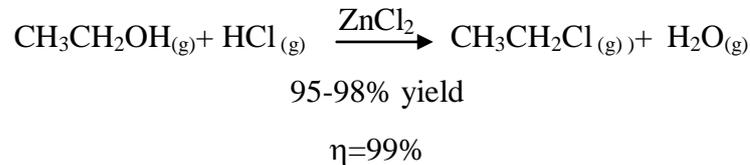
### 1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku Etil Alkohol cair 95% dengan suhu 30°C dengan tekanan 1 atm disimpan dalam tangki penyimpanan (F-111). Kemudian diumpan ke *Vaporizer* (V-113), *Vaporizer* berfungsi untuk mengubah fase Etil Alkohol dari fase cair menjadi fase gas. Efisiensi pada *Vaporizer* hanya mencapai 95% maka diperlukan separator untuk memisah gas dan cair. Hasil bawah akan diolah oleh pengolahan limbah, sedangkan produk atas akan diumpan ke dalam kompresor (G-115) untuk menaikkan tekanan dari 1 atm ke 2,02 atm. Setelah dinaikkan tekanan Etil Alkohol akan diumpan menuju *Heat Exchanger* (E-116) untuk menaikkan suhu sesuai kondisi operasi pada reaktor 145 °C.

Bahan baku Asam Klorida Anhidrat disimpan dalam fase cair dengan suhu -80°C dengan tekanan 1 atm disimpan dalam tangki penyimpanan (F-117). Kemudian diumpankan ke kompresor (G-118) untuk menurunkan tekanan ke 2,02 atm. Setelah dinaikkan tekanannya, Asam Klorida fase gas akan diumpan menuju *Heat Exchanger* (E-119) untuk menaikkan suhu sesuai kondisi operasi pada reaktor 145 °C.

## 2. Tahap Reaksi

Reaksi yang terbentuk adalah:



Reaksi berlangsung pada suhu 145°C (eksotermis) pada tekanan 2,02 atm. Di dalam reaktor akan terjadi reaksi antara Etil Alkohol dan Asam Klorida membentuk Etil Klorida dan Air. Reaktor yang digunakan adalah Reaktor *Fixed Bed Multi Tube* (R-110) dengan media pendingin air untuk mengatur suhu agar konstan. Produk keluar reaktor berupa Etil Klorida, Asam Klorida, Etil Alkohol, dan Air dialirkan menggunakan ekspander (G-121) menuju *Cooler* (E-122) untuk didinginkan sampai suhu 60 °C.

## 3. Tahap Pemurnian dan Pemisahan Produk

Hasil dari *Cooler* kemudian dialirkan menuju kolom Absorber (D-120), dengan dan tekanan 1 atm dan dikontakkan dengan air proses yang sudah dinaikkan sampai suhu 60°C dengan *Heat Exchanger* (E-123) yang berfungsi untuk memisahkan Asam Klorida, Etil Alkohol, Air yang kemudian akan menuju pengolahan limbah. Hasil atas Absorber berupa Asam Klorida dan produk Etil Klorida dialirkan menuju kompresor (G-124) untuk menaikkan tekanan dari 1 atm menjadi 3 atm, kemudian produk Etil Klorida dalam fase gas diembunkan dengan kondensor (E-125) dengan suhu 30°C dan tekanan 3 atm, selanjutnya produk dialirkan bin produk (F-127) untuk menyimpan produk larutan Etil Klorida.

Produk keluaran dari bin produk yaitu berupa larutan Etil Klorida diperoleh kemurnian 99,6% dialirkan menuju mesin pengemas (X-128) dan disimpan dalam gudang penyimpanan (F-129) (U.S. Patent 2396639,1943).