



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

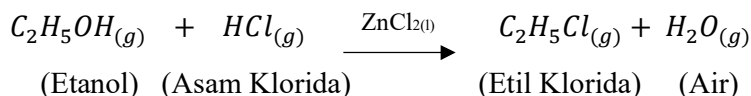
II.1 Macam - Macam Proses

Terdapat tiga metode yang digunakan dalam industri untuk memproduksi etil klorida, diantaranya sebagai berikut.

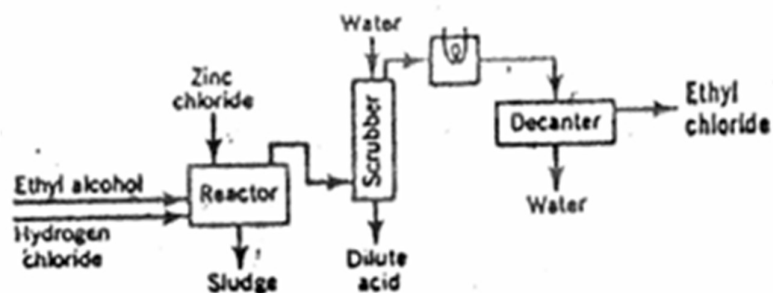
1. Pembentukan Etil Korida Melalui Hidroklorinasi Etanol
2. Pembentukan Etil Korida Melalui Hidroklorinasi Etilen
3. Pembentukan Etil Korida Melalui Klorinasi Etana

II.1.1 Pembentukan Etil Korida Melalui Hidroklorinasi Etanol

Pada proses ini mereaksikan antara etanol dan asam klorida dilakukan dengan bantuan katalis *zinc chloride* (ZnCl_2). Adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut.



Proses sintesis etil klorida melalui proses hidroklorinasi dilakukan dengan mereaksikan etanol dan hidrogen klorida anhidrat di dalam reaktor dengan katalis larutan zink klorida (ZnCl_2) dengan konsentrasi 45%. Proses reaksi berada pada kondisi isothermal dan isobarik dengan temperatur konstan 145°C serta tekanan 30 psi (2,04 atm). Campuran uap produk yang keluar dari bagian atas reaktor yang selanjutnya dilewatkan menuju *scrubber* untuk mengabsorpsi sisa asam klorida yang tidak bereaksi sehingga menghasilkan produk samping berupa larutan asam (*dilute acid*). Melalui rangkaian tahapan reaksi dan pemisahan fasa ini, proses dinilai sangat efisien karena mampu mencapai yield reaksi sebesar 95–98% serta menghasilkan produk akhir etil klorida dengan tingkat kemurnian spesifikasi tinggi yang mencapai 99%.

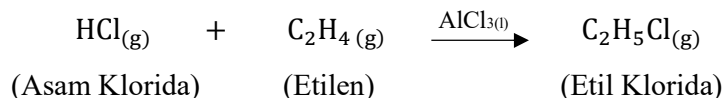


Gambar II. 1 Diagram alir proses pembuatan etil klorida dari etanol dan hidrogen klorida

(Faith, Keyes and Clark, 1950)

II.1.2 Pembentukan Etil Klorida Melalui Hidroklorinasi Etilen

Reaksi yang terjadi antara HCl dan etilen adalah sebagai berikut:



Etil klorida dihasilkan dari penambahan hidrogen klorida ke dalam etilen dalam kondisi anhidrat dengan keberadaan katalis seperti aluminium klorida. Gas etilena dan hidrogen klorida yang secara substansial anhidrat dicampur dalam proporsi kira-kira equimolecular dan diteruskan ke dalam reaktor. Dengan keberadaan katalis aluminium klorida, pada temperatur $35\text{--}40^\circ\text{C}$, akan menghasilkan reaksi hidroklorinasi eksotermik. Produk atas reaktor akan diumpungkan ke dalam kolom atau "flash drum" dimana titik didih dari etil klorida yang terendah sehingga etil klorida terpisah dari polimer berat lainnya. Etil klorida yang masih mentah akan dimurnikan dengan fraksinasi. Katalis akan secara kontinyu digunakan dan katalis akan di make-up dengan katalis yang baru. Pada temperatur $130\text{--}250^\circ\text{C}$ dan tekanan 9 bar dengan keberadaan besi atau logam klorida etana dan klorin akan berpengaruh terhadap *yield* etil klorida. Rasio antara klorin dan etana kira-kira dengan waktu tinggal 1-1,5 detik, dan temperatur 100°C dan 200°C akan memberikan hasil terbaik. Produk hasil dari reaksi ini harus

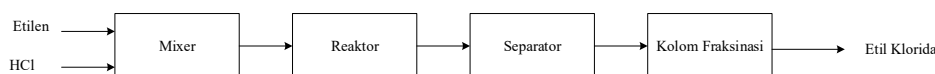


Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Etil Klorida dari Etanol dan Asam Klorida dengan Katalis ZnCl_2 Melalui Proses Hidroklorinasi Etanol”

didinginkan sangat cepat untuk mendapatkan konversi yang maksimum yaitu sebesar 90% (Faith, Keyes and Clark, 1950).

Pada fase cair proses dijalankan pada suhu tinggi dan dapat menyebabkan terjadinya polimerisasi serta dapat merusak katalisator. Kesulitan lain yang dihadapi adalah mengganti katalisator yang sudah tidak aktif lagi serta pendingin yang cukup untuk mempertahankan suhu (Kirk and Othmer, 1956).

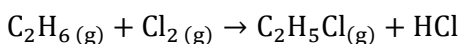


Gambar II. 2 Diagram alir proses pembuatan etil klorida dari etilen dan hidrogen klorida

(Faith, Keyes and Clark, 1950)

II.1.3 Proses Klorinasi Etana

Proses pembuatan etil klorida dengan cara klorinasi etana dalam industri biasanya dijalankan secara termal. Reaksi yang terjadi sebagai berikut (Kirk and Othmer, 1956) :



(Etana) (Klorin) (Etil Klorida) (Asam Klorida)

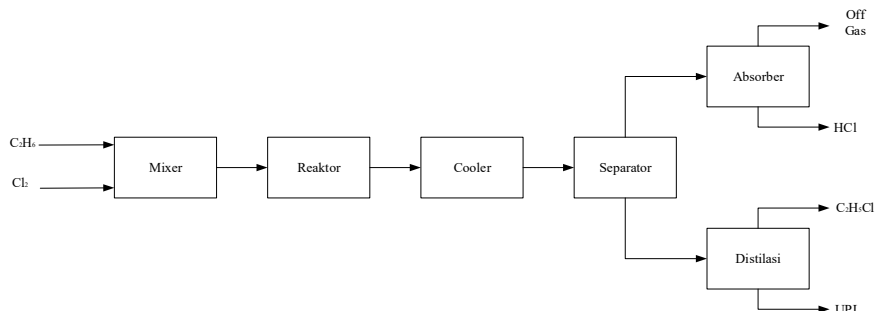
Reaksi sangat eksotermis sehingga suhu reaksi harus dipertahankan selalu tetap untuk mengurangi terjadinya produk samping, mencegah terjadinya pirolisa etil klorida menjadi etilen dan asam klorida, serta terjadinya reaksi karbonisasi. Reaksi karbonisasi dapat terjadi jika perbandingan antara klorin dan etil sangat besar, sedangkan pirolisa terjadi jika temperaturnya terlalu tinggi. Oleh karena itu, reaktor yang digunakan harus reaktor yang dilengkapi pendingin agar panas yang dihasilkan bisa diserap sehingga suhunya konstan. Etil klorida yang dihasilkan sangat tergantung pada perbandingan klorin dan etana yang digunakan. Selektivitas terbesar dihasilkan pada suhu operasi 250-500°C. Karbon terbentuk pada suhu 400°C, maka range suhu 250-500°C merupakan range yang terbaik dengan



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Etil Klorida dari Etanol dan Asam Klorida dengan Katalis ZnCl_2 Melalui Proses Hidroklorinasi Etanol”

konversi 50% (European Patent 0584074, 1996). Tekanan operasi tinggi sekitar 8 bar dan waktu kontak reaksi adalah sebesar 1-2 detik.



Gambar II. 3 Diagram alir proses pembuatan etil klorida dari Etana dan Klorin

(Kirk and Othmer, 1956)

II.2 Pemilihan Proses

Berikut terdapat perbandingan antara ketiga proses pembuatan etil klorida yaitu proses Hidroklorinasi etanol, proses Hidroklorinasi etilen dan proses Klorinasi etana yang disajikan dalam sebuah tabel.

Tabel II. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Etil Klorida

Parameter	Proses Hidroklorinasi Etanol	Proses Hidroklorinasi Etilen	Proses Klorinasi Etana
Bahan Baku	HCl + Etanol	HCl + Etilen	Etana + Klorin
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	145	130-250	250-500
Tekanan (atm)	2,041	8,882	7,895
Konversi Reaksi (%)	95,2	90	50
Katalis	ZnCl_2	AlCl_3	-

Berdasarkan tabel perbandingan proses pembuatan etil klorida diatas, maka dipilih proses hidroklorinasi etanol dengan pertimbangan sebagai berikut:



-
1. Konversi reaksi yang dihasilkan tinggi
 2. Bahan baku pembuatan mudah didapatkan
 3. Suhu operasi yang digunakan relatif rendah
 4. Tekanan operasi yang digunakan lebih rendah

II.3 Uraian Proses

Proses pembentukan etil klorida dari etanol dan HCl dibagi menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam proses sintesis etil klorida adalah etanol cair dengan konsentrasi 95% dan larutan asam klorida cair dengan konsentrasi 33%, yang masing-masing disimpan di dalam tangki penyimpanan pada kondisi suhu operasi 30°C dan tekanan 1 atm. Sebelum memasuki reaktor, kedua bahan baku tersebut terlebih dahulu dipompa menuju unit *vaporizer* secara terpisah untuk diuapkan hingga menjadi fase gas dan dinaikkan tekanan hingga 2,04 atm menggunakan kompresor. Selanjutnya dialirkan melewati alat penukar panas (*heat exchanger*) guna menaikkan suhunya hingga mencapai suhu operasi reaktor sebesar 145°C . Secara bersamaan, dilakukan preparasi pada katalis di mana bubuk zink klorida dengan tingkat kemurnian 99,5% dilarutkan menggunakan air proses di dalam tangki pelarutan hingga membentuk larutan katalis dengan konsentrasi 45%. Larutan katalis cair tersebut selanjutnya dipanaskan terlebih dahulu melewati *heat exchanger* hingga mencapai suhu 145°C agar profil termal tetap konstan saat larutan tersebut dimasukkan sebagai medium fasa cair di dalam reaktor.

2. Tahap Reaksi Pembentukan Etil Klorida

Tahap reaksi sintesis etil klorida berlangsung di dalam sebuah reaktor gelembung (*bubble reactor*) yang beroperasi secara isothermal pada suhu 145°C dan tekanan 2,04 atm. Reaksi pembentukan etil klorida (hidroklorinasi etanol) bersifat eksotermis dan irreversible. Reaksi yang terjadi berlangsung pada fase gas dengan perbandingan mol reaktan 1:1,07 dan menggunakan katalis Zink Klorida (ZnCl_2) cair. Produk keluar reaktor dengan suhu 145°C dan tekanan



Pra Rancangan Pabrik

“Pabrik Etil Klorida dari Etanol dan Asam Klorida dengan Katalis ZnCl_2 Melalui Proses Hidroklorinasi Etanol”

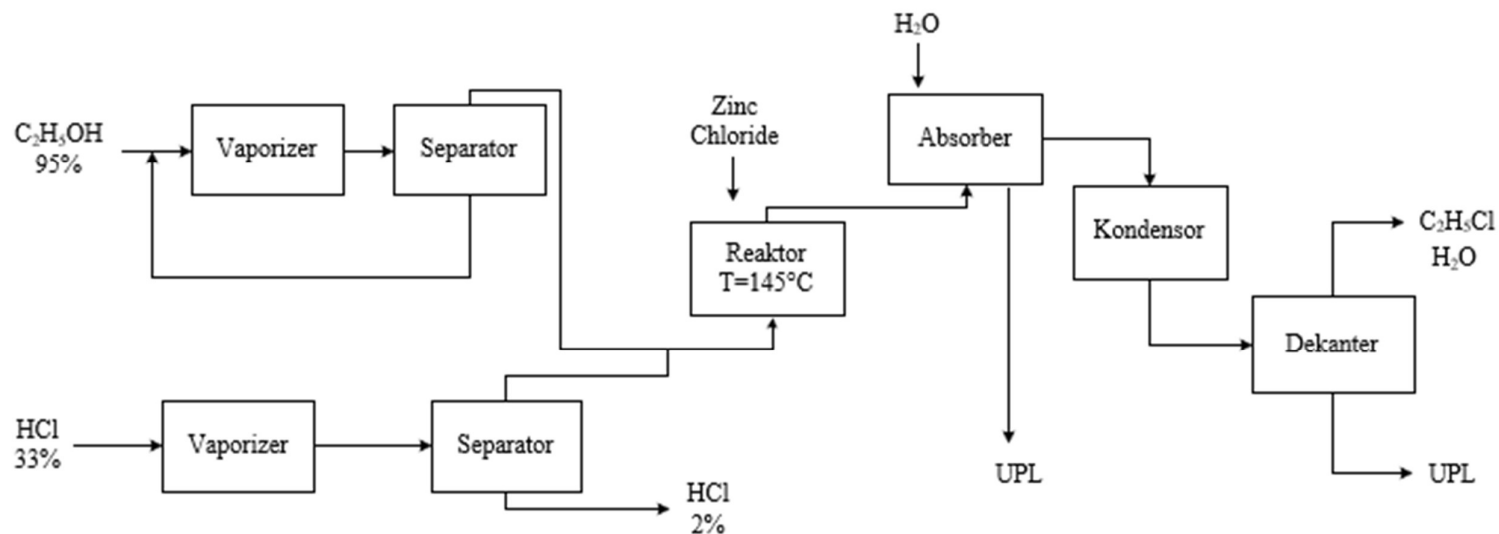
2,04 atm. Konversi pembentukan produk yang dihasilkan selama proses reaksi pada reaktor sebesar 95,2% terhadap etanol.

3. Tahap Pemurnian Produk

Tahap pemurnian produk dilakukan dengan melalui serangkaian unit separasi. Uap produk keluaran dari reaktor langsung diumpankan ke dalam unit kolom absorber. Pada absorber, aliran gas ini dikontakkan dengan pelarut air bersuhu 80°C yang disiramkan secara berlawanan arah (*counter-current*). Proses absorpsi ini secara efektif melarutkan sisa reaktan berupa etanol, asam klorida, serta sebagian uap air untuk dibawa turun sebagai produk limbah dan sebanyak 0,4% etil klorida ikut terbawa dengan pelarut air. Gas keluaran atas absorber yang kini kaya akan etil klorida kemudian dialirkan menuju kondensor untuk diembunkan hingga suhu berada di bawah titik didih campuran yaitu 32°C guna mengubah fasa uap menjadi cairan. Kondensat cair ini selanjutnya dimasukkan ke dalam unit dekanter untuk proses pemisahan fasa akhir berdasarkan perbedaan kelarutan dan densitas gravitasi. Pada dekanter, sebanyak 0,9% fasa akan terpisah sebagai produk bawah (limbah air), sementara fasa organik yang berada di lapisan atas berhasil menghasilkan etil klorida dengan kemurnian tinggi mencapai 99%, yang kemudian dipompa menuju tangki penyimpanan produk akhir.



Pra Rancangan Pabrik
“Pabrik Etil Klorida dari Etanol dan Asam Klorida dengan Katalis ZnCl_2
Melalui Proses Hidroklorinasi Etanol”



Gambar II. 4 Basic Flow Diagram Uraian Proses