



## BAB II

### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### II.1 Macam – Macam Proses

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan epiklorohidrin dapat dilakukan dengan beberapa cara atau proses dan bahan baku yang dipergunakan juga berbeda pula. Adapun proses yang dapat digunakan dalam pembuatan epiklorohidrin adalah:

1. Pembuatan epiklorohidrin dengan mereaksikan diklorohidrin dan natrium hidroksida
2. Pembuatan epiklorohidrin dari alil klorida
3. Pembuatan epiklorohidrin dari gliserol dan asam klorida

##### II.1.1 Pembuatan Epiklorohidrin dengan Mereaksikan Diklorohidrin dan Natrium Hidroksida

Pada proses ini, epiklorohidrin diproduksi dari reaksi antara diklorohidrin dan natrium hidroksida sehingga membentuk epiklorohidrin dan natrium klorida. Reaksi dijalankan dalam suatu Reaktor

Alir Tangki Berpengaduk (CSTR). Suhu reaksi yang terjadi di dalam reactor pada kisaran suhu 40 – 90 °C dan reaksi dijalankan pada tekanan atmosferis (Patrick Gilbeau, 2010).

Reaksi:



Reaksi pembentukan epiklorohidrin tersebut membutuhkan pelarut organik seperti benzene, toluene, dan 1,2,3-trikloropropan. Diantara jenis pelarut tersebut, dipilih 1,2,3-trikloropropan karena memiliki massa jenis yang lebih berat daripada air dan titik didihnya berada diantara titik didih epiklorohidrin dan diklorohidrin (Viriot et al., 1957). Reaksi melibatkan 1064 gram 1,3-dichloro-2-propanol (8,25 mol) dengan menambahkan 1752 gram 18% w/w natrium hidroksida



(7,9 mol) dengan waktu tinggal di dalam reaktor dalam rentang waktu 1 detik – 180 menit. Konversi yang terjadi sebesar 93,5% (Dirix et al., 2015).

### II.1.2 Pembuatan Epiklorohidrin dari Alil Klorida

Pembuatan epiklorohidrin dari alil klorida dengan tiga langkah reaksi utama, yaitu:

- $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_3(\text{aq}) + \text{Cl}_2(\text{l}) \rightarrow \text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{Cl}(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq})$
- $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCH}_2\text{Cl}(\text{aq}) + \text{HOCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ClCH}_2\text{CHClCH}_2\text{OH}(\text{aq}) + \text{ClCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{Cl}(\text{aq})$
- $\text{ClCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{Cl}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_3\text{H}_5\text{ClO}(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Epiklorohidrin diproduksi dari klorohidrinasi alil klorida. Alil klorida diperoleh dengan kloronasi propena. Propena dipanaskan dan klorida diumpankan ke reaktor, dimana bereaksi pada suhu tinggi dan tekanan sedang. Alil klorida diperoleh dengan distilasi. Hidrogen klorida yang dihasilkan dapat diperoleh kembali dalam penyerap gas buang. Alil klorida kemudian direaksikan dengan asam hipoklorit yang menghasilkan diklorohidrin (2,3-dikloro-1-propanol dan 1,3-dikloro-2-propanol). Setelah itu diklorohidrin direaksikan dalam reaktor tipe kolom dengan natrium hidroksida. Kondisi reaksi adalah 70 – 100 °C dan tekanan atmosfer. Hasil epiklorohidrin adalah 60% dan 65% terhadap propilena dan klorida yang diumpankan ke reaksi alil klorida (Faith, et al., 1975).

### II.1.3 Pembuatan Epiklorohidrin dari Gliserol dan Asam Klorida

Pembuatan epiklorohidrin dari gliserol dan asam klorida terdiri dari 2 tahap utama, yaitu:

- Pembentukan diklorohidrin dari gliserol dan klorin  $\text{COHCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})(\text{l}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{ClCH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{Cl}(\text{aq}) + \text{ClCH}_2\text{CH}(\text{Cl})\text{CH}_2\text{OH}(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- Pembentukan epiklorohidrin dari diklorohisrin dan basa



## Pra Rencana Pabrik

### “Pabrik Epiklorohidrin dari Diklorohidrin dan Natrium Hidroksida”

---



Reaksi dilakukan dalam dua reaktor alir tangka berpengaduk (RATB) yang disusun seri. Reaksi dilakukan pada fase cair dimana reaktor pertama beroperasi pada tekanan rendah (1 – 4 bar) sedangkan reaktor kedua beroperasi pada tekanan sedang (5 – 20 bar) serta suhu pada masing-masing reaktor dijaga pada suhu 90 – 130 °C. Pada kedua reaktor digunakan kombinasi katalis berupa asam asetat 3% dan asam maleat 8% untuk memperoleh selektivitas tinggi dan waktu reaksi yang lebih singkat.

Hasil reaksi pada reaktor kedua yang berupa campuran uap-cair gliserol, HCl, kloropropanadiol dan sedikit diklorohidrin dialirkan pada vaporizer. Hasil uap yang kaya air dan HCl dialirkan pada kolom recovery deklorinasi, sedangkan hasil cairan tersisa dialirkan pada reaktor pertama sehingga dapat dikonversi menjadi diklorohidrin. Produk reaktor pertama kemudian dilewatkan pada rangkaian vaporizer untuk mengambil HCl yang terikut sebagai uap, sedangkan cairan menuju kolom recovery diklorohidrin. Hasil bawah yang berupa produk yang kaya akan kloropropanadiol Sebagian besar dikembalikan pada reaktor pertama dan Sebagian dilakukan purging untuk membuang komponen berat.

Diklorohidrin yang dihasilkan kemudian dicampurkan dengan larutan NaOH sehingga terbentuk ECH dan garam. Reaksi pembentukan ECH dan pemisahan produk ECH dilakukan sekaligus dengan metode reactive distillation, sehingga dapat diperoleh produk berupa crude ECH pada sesi atas dan campuran diklorohidrin, garam klorida dan pengotor lain pada sesi bawah kolom.

Hasil curde ECH ini perlu dimurnikan untuk memperoleh spesifikasi produk ECH yang diinginkan. Konversi diklorohidrin mencapai 99,2% (Cassarino et al., 2009).



## II.2 Seleksi Proses

Dari ketiga proses maka dipilih proses pembuatan epiklorohidrin dengan mereaksikan diklorohidrin dan natrium hidroksida karena berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang mudah diperoleh
2. Peralatan yang dipakai lebih sedikit dan mudah didapat atau mudah di rancang di Indonesia
3. Proses yang digunakan lebih sederhana sehingga biaya proses lebih murah
4. Produk yang dihasilkan mempunyai konversi cukup tinggi, yaitu mencapai 93,5%
5. Produk samping yang dihasilkan adalah NaCl yang mempunyai banyak kegunaan

Kondisi operasi tiap proses untuk menghasilkan epiklorohidrin berbeda-beda sehingga dilakukan perbandingan antara berbagai proses berdasarkan faktor teknis.

**Tabel II.2 Perbandingan antara Berbagai Proses berdasarkan Faktor Teknis**

No	Tinjauan	Proses 1	Proses 2
1	Fase Reaksi	Cair ***	Cair ***
2	Suhu	50°C – 80°C ***	60°C – 110°C ***
3	Tekanan	Atmosferis ***	Atmosferis ***
4	Reaktor	CSTR ***	CSTR ***



## Pra Rencana Pabrik

### “Pabrik Epiklorohidrin dari Diklorohidrin dan Natrium Hidroksida”

5	Konversi	93,5% ***	88,2% **
6	Harga	NaOH ***	Ca(OH) <sub>2</sub> **
Jumlah*		18	16

Dari tinjauan secara teknis, dapat disimpulkan bahwa proses yang paling baik adalah proses 1 yaitu proses pembentukan epiklorohidrin dengan mereaksikan diklorohidrin dan natrium hidroksida dengan nilai pertimbangan pemilihan proses terbesar.

### II.3 Uraian Proses

Pada prarencana pabrik epiklorohidrin dapat dibagi menjadi 3 unit proses, yaitu:

1. Unit Pengendalian Bahan Baku
2. Unit Proses Epiklorohidrin
3. Unit Pemurnian Produk

#### II.3.1 Unit Pengendalian Bahan Baku

Pada proses persiapan bahan baku, diawali dengan mengalirkan NaOH 98% flakes menggunakan screw conveyor dari silo (F-110) ke Mixer (M-112) yang akan diencerkan menjadi larutan NaOH 18%. Setelah itu, larutan NaOH 18% keluar M-01 dipanaskan terlebih dahulu sampai suhu 80°C di heater (E-113) sebelum masuk ke reaktor alir tangka berpengaduk (R-210). Kemudian, diklorohidrin dari tangka penyimpanan (F-120) dan triklorohidrin dari tangka penyimpanan (F-130) dipompakan menuju mixer (M-122). Selanjutnya, arus keluaran mixer (M-122) dipanaskan terlebih dahulu di heater (E-132) sampai suhu 80°C sebelum masuk ke reaktor (R-210).

#### II.3.2 Unit Proses Epiklorohidrin

Reaksi pembentukan epiklorohidrin antara natrium hidroksida dari mixer (M-112) dengan arus campuran yang sudah dipanaskan menjadi 80°C keluar dari mixer (M-122) dan tekanan 1 atm



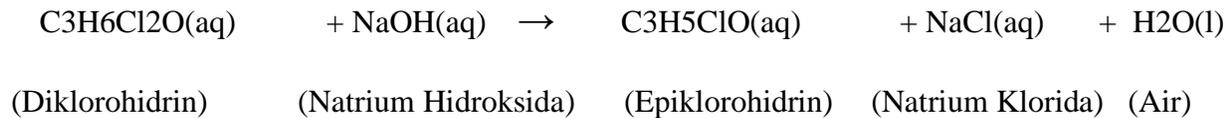
## Pra Rencana Pabrik

### “Pabrik Epiklorohidrin dari Diklorohidrin dan Natrium Hidroksida”

---

dari reaktor alir tangki berpengaduk (R-210)

Di dalam reaktor terjadi reaksi sebagai berikut :



Reaksi dehidrokloronasi di atas bersifat irreversible. Reaksi yang terjadi juga merupakan reaksi yang bersifat eksotermis, sehingga untuk menjaga suhu reaksi reaktor pada suhu reaksi yang ditetapkan maka reaktor perlu dilengkapi dengan pendingin. Konversi optimum yang dihasilkan dari reaksi ini sebesar 93,5% ,terhadap NaOH.

#### II.3.3 Unit Pemurnian Produk

Produk keluar reaktor berupa natrium klorida, air, sisa natrium hidroksida dan diklorohidrin serta epiklorohidrin yang larut dalam trikloropropan. Selanjutnya, produk keluaran reaktor tersebut didinginkan terlebih dahulu pada cooler (E-133) sampai suhu 65°C sebelum dipompakan menuju decanter (FL-230) untuk dipisahkan fase berat dan fase ringannya yang ditentukan dari densitas masing-masing fase. Fase berat berupa sedikit epiklorohidrin, diklorohidrin, natrium hidroksida, natrium klorida, dan air yang didinginkan terlebih dahulu di cooler untuk dipompakan menuju Unit Pengolahan Lanjut (UPL). Sedangkan fase ringan berupa epiklorohidrin, diklorohidrin, trikloropropan, dan air dipanaskan terlebih dahulu di heater sampai suhu 122,9°C sebelum dipompakan menuju menara destilasi (D-310) untuk memisahkan air dari campurannya. Hasilatas Destilasi berupa air, epiklorohidrin, dan diklorohidrin diumpankan ke Destilasi. Sedangkan hasil bawah Destilasi didinginkan terlebih dahulu menggunakan cooler dari suhu 126,56°C menjadi 35°C untuk dipompakan ke UPL. Hasil atas Destilasi dialirkan ke evaporator , dan hasil bawahnya dipompakan ke UPL yang sebelumnya sudah didinginkan menggunakan cooler . Hasil keluaran bawah berupa produk epiklorohidrin 99% didinginkan terlebih dahulu pada cooler sehingga suhu mencapai 35°C kemudian disimpan di tangki penyimpanan .



## Pra Rencana Pabrik

### “Pabrik Epiklorohidrin dari Diklorohidrin dan Natrium Hidroksida”

---

Sedangkan hasil keluaran atas Evaporator berupa air didinginkan terlebih dahulu di cooler sebelum dipompakan ke UPL.