

# BAB I

## PEMBAHASAN UMUM

### 1.1. Pendahuluan

Saat ini Indonesia mengalami banyak perkembangan di berbagai industri. Salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia adalah industri di bidang kimia. Pesatnya perkembangan di sektor industri kimia, menyebabkan banyaknya kebutuhan bahan baku dan bahan penunjang lainnya untuk memenuhi perkembangan industri kimia agar terus berlangsung. Salah satu bahan kimia yang sedang berkembang adalah, etilen diklorida atau *1,2-dichloroethane*.

Etilen diklorida atau *1,2-dichloroethane* dengan rumus molekul  $C_2H_4Cl_2$  adalah senyawa organik yang reaktif dan bersifat sangat beracun dengan karakteristik berupa cairan seperti minyak, tidak berwarna (jernih), dan memiliki bau seperti kloroform. Etilen diklorida sedikit larut di dalam air, akan tetapi larut dalam pelarut polar seperti etanol dan benzene. Pada tekanan 1 atmosfer etilen diklorida mempunyai titik didih  $83,4^{\circ}C$  dan titik beku  $-35,^{\circ}C$  (Kirk dan Othmer, 1993).

Etilen diklorida atau yang sering dikenal dengan EDC memiliki banyak manfaat di bidang industri. Etilen diklorida (EDC) merupakan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi *vinyl chloride monomer* (VCM) dan *poly vinyl chloride* (PVC). Etilen diklorida juga dapat digunakan sebagai bahan baku dalam proses etilen diamina, perkloretilen, karbon tetra klorida, dan trikloroetilen. Selain itu, etilen diklorida juga digunakan sebagai pelarut (*solvent*) dalam industri cat, minyak, lilin, *coating remover*, dan juga merupakan bahan baku intermediet

dalam proses pembuatan berbagai zat-zat organik lainnya, seperti vinilidin klorida, metilkloroform, dan etilamin (Kirk dan Othmer, 1993).

Kebutuhan dunia akan etilen diklorida sejak tahun 1985 lalu terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya permintaan dari vinil klorida monomer dan poli vinil klorida. Hal ini memungkinkan terjadinya peningkatan dari ekspor etilen diklorida guna untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Akan tetapi, produksi etilen diklorida di Indonesia masih dipenuhi dengan mengimpor dari berbagai Negara seperti USA, Inggris, Cina, Australia, Singapura, dan Jepang. Padahal, produk etilen diklorida (EDC) merupakan produk yang sangat strategis dan menjanjikan. Dengan didirikannya pabrik etilen diklorida ini di Indonesia, maka diharapkan dapat memenuhi kebutuhan bahan baku industri dan juga akan semakin berkembang pula pabrik pembuatan vinil klorida monomer (VCM) dan poli vinil klorida (PVC) sehingga dapat meningkatkan nilai sektor perekonomian dan pembangunan di dalam Indonesia.

## **1.2. Sejarah dan Perkembangan**

Etilen diklorida atau *1,2-dichloroethane* pada masa lalu sangat populer dengan sebutan *dutch oil* demi menghormati ilmuwan-ilmuwan Belanda yang pertama kali berhasil mensintesa zat tersebut dari gas etilen dan gas klorin di akhir abad ke-18 (Asahimas, 2019). Pada awalnya, etilen diklorida (EDC) merupakan produk samping dalam sintesa etilen oksida dan etil klorida. Kemudian setelah Perang Dunia II, pada tahun 1970 pabrik khusus etilen diklorida (EDC) mulai

dikembangkan. Etilen diklorida mulai menjadi salah satu produk petroleum yang pertumbuhannya terus meningkat hingga sampai sekarang (Susanta, 2009).

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan etilen diklorida (EDC) adalah etilen dan klorin untuk proses klorinasi langsung, dan etilen, hydrogen klorida, dan oksigen untuk proses oksiklorinasi. Pabrik yang memproduksi etilen diklorida di Indonesia adalah PT. Asahimas Chemical Indonesia dengan kapasitas produksi 470.000 ton per tahun dan PT Sulfindo Adi Usaha dengan kapasitas produksi 370.000 ton per tahun yang sama-sama didirikan di wilayah Cilegon, Jawa barat. Proses yang digunakan pada kedua pabrik tersebut dalam memproduksi etilen diklorida (EDC) adalah dengan menggunakan proses klorinasi langsung (*direct chlorination*).

### 1.3. Jenis-jenis Proses Pembuatan

Proses pembuatan etilen diklorida atau *1,2-dichloroethane* terdapat dua proses, yaitu proses klorinasi langsung dan oksiklorinasi.

#### 1. *Direct Chlorination Process* (Proses Klorinasi Langsung)

Proses klorinasi langsung menggunakan bahan baku berupa etilen ( $C_2H_4$ ) dan klorin ( $Cl_2$ ) dalam cairan induk *1,2-dichloroethane* dan berlangsung pada fase gas dengan temperature 85-180°C dengan menggunakan katalis  $FeCl_3$ . Klorin mengandung 0,5% berat oksigen ( $O_2$ ) menuju reactor bersama-sama dengan etilen. Pada proses klorinasi langsung (*direct chlorination*) etilen direaksikan secara adisi dan eksotermis dengan persamaan reaksi:



Porduk etilen klorida mempunyai kemurnian 95%. Proses ini direaksikan dalam fase gas.

## 2. *Oxychlorination Process* (Proses Oksiklorinasi)

Oksiklorinasi adalah proses klorinasi yang menggunakan gas hidrogen klorida (HCl) sebagai sumber klorin dengan oksigen sebagai oksidator. Proses oksiklorinasi dari etilen menjadi proses yang alternatif dalam pembuatan etilen diklorida. Proses ini berlangsung pada reactor *fluidized bed* atau reactor *fix bed* dengan menggunakan katalis tembaga klorida (CuCl<sub>2</sub>). Apabila menggunakan reactor jenis *fluidized bed* operasi berlangsung pada temperature 220-245<sup>o</sup>C dan tekanan 150-500 kPa, sedangkan untuk reactor jenis *fix bed* operasi berlangsung pada temperatur 230-330<sup>o</sup>C dan tekanan 150-1400 kPa (Kurtz, 1976).

Pada proses oksiklorinasi ini, 1 mol *1,2-dichloroethane* dihasilkan dari reaksi sintesa 1 mol etilen dengan 2 mol hydrogen klorida serta 0,5 mol oksigen (EP. Patent 2015/2935164 B1, 2015). Pembuatan etilen diklorida (EDC) dengan proses oksiklorinasi merupakan reaksi katalitik yang berlangsung pada fase gas. Pada proses oksiklorinasi bahan baku yang digunakan yaitu etilen (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), hydrogen klorida (HCl), dan oksigen (O<sub>2</sub>) yang direaksikan bersama untuk membentuk etilen diklorida (EDC). Reaksi yang terja didalam proses oksiklorinasi adalah secara eksotermis dengan persamaan reaksi sebagai berikut:



## 1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

### 1.4.1. Bahan Baku

#### 1. Etilen

No	Sifat-sifat	Keterangan
1	Rumus molekul	$C_2H_4$
2	Berat molekul (kg/kmol)	28,0000
3	Densitas ( $gr/cm^3$ )	0,1178
4	Viskositas (cP)	1,03 E-4
5	Wujud	Gas
6	Warna	Tidak berwarna
7	Titik didih, $T_d$ ( $^{\circ}C$ )	-103,80
8	Titik beku, $T_f$ ( $^{\circ}C$ )	-169,20
9	Tekanan kritis, $P_c$ (bar)	50,40
10	Temperatur kritis, $T_c$ (K)	282,40
11	$\Delta H^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	52,33
12	$\Delta G^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	68,16

(Sumber: Coulson, 2005)

## 2. Hidrogen Klorida

No	Sifat-sifat	Keterangan
1	Rumus molekul	HCl
2	Berat molekul (kg/kmol)	36,5000
3	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	1,0455
4	Wujud	Gas
5	Warna	Tidak berwarna
6	Titik didih, T <sub>d</sub> (°C)	-85,10
7	Titik beku, T <sub>f</sub> (°C)	-114,2
8	Tekanan kritis, P <sub>c</sub> (bar)	83,10
9	Temperatur kritis, T <sub>c</sub> (K)	324,60
10	$\Delta H^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	-92,36
11	$\Delta G^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	-95,33

(Sumber: Coulson, 2005)

## 3. Oksigen

No	Sifat-sifat	Keterangan
1	Rumus molekul	O <sub>2</sub>
2	Berat molekul (kg/kmol)	32,0000
3	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	1,429
4	Wujud	Gas
5	Warna	Tidak berwarna
6	Titik didih, T <sub>d</sub> (°C)	-183,00
7	Titik beku, T <sub>f</sub> (°C)	-218,00
8	Tekanan kritis, P <sub>c</sub> (bar)	50,50
9	Temperatur kritis, T <sub>c</sub> (K)	154,60
10	$\Delta H^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	0
11	$\Delta G^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	0

(Sumber: Coulson, 2005)

### 1.4.2. Bahan Penunjang

#### 1. Ferro (III) Klorida

No	Sifat-sifat	Keterangan
1	Rumus molekul	$\text{FeCl}_3$
2	Wujud	Kristal heksagonal
3	Diameter partikel (m)	0,003
4	Bulk density ( $\text{Kg/cm}^3$ )	1000,84
5	Porositas	0,5
6	Rapat massa ( $\text{Kg/m}^3$ )	2000
7	Umur katalis (Tahun)	3-5

(Sumber: chemeng.com)

#### 2. Tembaga (II) Klorida

No	Sifat-sifat	Keterangan
1	Rumus molekul	$\text{CuCl}_2$
2	Berat molekul (gr/mol)	170,84
3	Wujud	Padat
4	Densitas ( $\text{Kg/cm}^3$ )	3190
5	Titik didih ( $^{\circ}\text{C}$ )	993
6	Bulk density ( $\text{Kg/m}^3$ )	720
7	Porositas	0,54
8	Volume pori (ml/gr)	0,33
9	Surface area ( $\text{m}^2/\text{gr}$ )	115

(Sumber: EP. Patent 2,198,058 B1)

### 1.4.3. Produk

#### 1. Etilen Diklorida

No	Sifat-sifat	Keterangan
1	Rumus molekul	$C_2H_4Cl_2$
2	Berat molekul (kg/kmol)	99,0000
3	Densitas ( $gr/cm^3$ )	1,2529
4	Viskositas (cP)	0,84
5	Wujud	Cair
6	Warna	Tidak berwarna
7	Titik didih, $T_d$ ( $^{\circ}C$ )	83,40
8	Titik beku, $T_f$ ( $^{\circ}C$ )	-35,70
9	Tekanan kritis, $P_c$ (bar)	53,7
10	Temperatur kritis, $T_c$ (K)	561,0
11	$\Delta H^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	-129,74
12	$\Delta G^{\circ}f_{(g)}$ (kJ/mol)	-73,90

(Sumber: Coulson, 2005)

## 2. Air

No	Sifat-sifat	Keterangan
1	Rumus molekul	H <sub>2</sub> O
2	Berat molekul (kg/kmol)	18,0152
3	Wujud	Cair
4	Titik didih, T <sub>d</sub> (°C)	100,05
5	Tekanan kritis, P <sub>c</sub> (atm)	218,3074
6	Temperatur kritis, T <sub>c</sub> (C)	400,15