

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan Industri di Indonesia, khususnya industri kimia dari tahun ke tahun semakin berkembang dan mengalami peningkatan baik kuantitas maupun kualitas. Hal ini sebagai akibat dari kebutuhan bahan baku dan juga bahan pembantu yang semakin meningkat.

Dengan semakin berkembangnya industri elektronika dan industri *polymer* akhir-akhir ini, kebutuhan bahan baku untuk proses pembuatan PCB (*Poly Chlorinated Benzene*) dan kebutuhan bahan baku dalam proses pembuatan *polymer* juga semakin meningkat. Salah satu bahan baku pembuatan PCB dan *polymer* adalah *allyl chloride*.

Industri *allyl chloride* termasuk dalam industri yang bernilai strategis, artinya dengan pendirian pabrik ini mampu menumbuhkan inovasi pembangunan industri, sebagai produk antara yang dibutuhkan pada berbagai industri, misalnya, bahan-bahan kimia untuk industri *electroplating*, farmasi, *allyl isosianat*, *allyl amina*, *allyl sulfonat*, *ephichlorohydrin*, *ion exchange resin*, *thermosetting resin*, *fumigant*, *plester*, *mustard oil*, insektisida,

fragrance, flavor chemicals, bahan *adhesive* pembuatan *paper*, industri kimia dan lain lain. Dengan demikian dapat meningkatkan dan merangsang pertumbuhan industri di Indonesia, sehingga dapat mengurangi masalah pengangguran di Indonesia.

Prarancangan pabrik *allyl chloride* ini mencoba memberi petunjuk sedini mungkin dalam pengambilan keputusan atau kebijaksanaan yang realistis pada pendirian pabrik *allyl chloride* terutama dari aspek teknis, manajemen, ekonomi, dan finansial. Aspek teknis meliputi perencanaan, kapasitas, desain pabrik, pemilihan lokasi pabrik, serta peralatan pembuatan *allyl chloride* yang sesuai dengan proses dan kapasitas pabrik. Aspek ekonomi dan finansial meliputi permodalan yang diperlukan untuk pendirian pabrik, keuangan, serta kelayakan ekonomi yang terkait dengan situasi moneter di Indonesia atau di dunia.

Aspek manajemen terutama mencakup organisasi perusahaan yang efektif dan efisien.

1.1.1. Pemilihan Kapasitas Produksi

Pendirian pabrik *allyl chloride* ini bertujuan untuk mengantisipasi kebutuhan *allyl chloride* yang semakin meningkat dan ketergantungan dari luar negeri juga dengan pertimbangan dapat membuka lapangan kerja baru serta menambah perolehan

devisa negara. Prediksi kapasitas rancangan suatu pabrik juga didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu ketersediaan bahan baku, kebutuhan produk dimasa yang akan datang, serta kapasitas pabrik yang sudah ada.

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku pembuatan *allyl chloride* yaitu *propylene* dan *chlorine* sudah banyak diproduksi pabrik-pabrik kimia dalam negeri, diantaranya adalah PT. Candra Asri dan PT. Asahimas.

2. Kebutuhan produk dimasa yang akan datang

Di Indonesia belum ada pabrik *allyl chloride* yang berdiri. Maka dari itu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia harus mendatangkan *allyl chloride* dari luar negeri.

Menurut data BPS, kebutuhan *allyl chloride* setiap tahun semakin meningkat. Hal itu dapat dilihat dari jumlah import *allyl chloride* tiap tahun. Kebutuhan jumlah import *allyl chloride* dapat dilihat dari data jumlah import *allyl chloride* setiap tahunnya yang tertera pada tabel 1.1. dibawah ini.

Berdasarkan perubahan kebutuhan import tiap tahunnya maka diperkirakan kebutuhan import dalam negeri pada tahun 2013 sebesar 55.976 ton/tahun. Pabrik ini dirancang berkapasitas 18.000 ton/tahun sehingga dapat memenuhi

sekitar 32% dari total kebutuhan dalam negeri pada tahun 2013.

Tabel 1.1. Data jumlah impor *allyl chloride*

Tahun	Jumlah Impor (ton)
1999	8.557
2000	10.985
2001	14.450
2002	18.986
2003	21.729
2004	25.538

Sumber : "Statistik Perdagangan Luar Negeri," BPS, 1999 - 2004

Selain data dari BPS, beberapa pabrik *allyl chloride* yang ada di dunia juga bisa dijadikan acuan dalam penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan.

Tabel 1.2. Daftar pabrik *allyl chloride*

No.	Lokasi	Kapasitas/ tahun
1.	La Nueva Cantina, Mexico	20.000 ton
2.	Thai Organics, Thailand	20.000 ton

(<http://www.che.cemr.wvu.edu/publications/projects/allyl>)

(<http://www.tocc.co.th/capacity/htm>)

Berdasarkan dari data BPS dan pabrik yang sudah berdiri di luar negeri, maka rencananya pabrik yang akan kami dirikan berkapasitas 18.000 ton/tahun.

1.2. Tinjauan Pustaka

Allyl chloride merupakan hasil klorinasi dari *propylene*. *Allyl chloride* mempunyai rumus molekul C_3H_5Cl dengan berat molekul 76,5 gr/mol. *Allyl chloride* biasa digunakan sebagai produk tengahan dalam industri kimia.

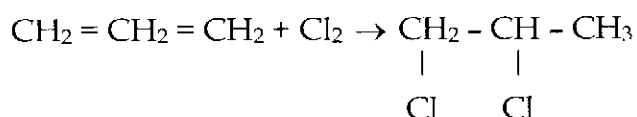
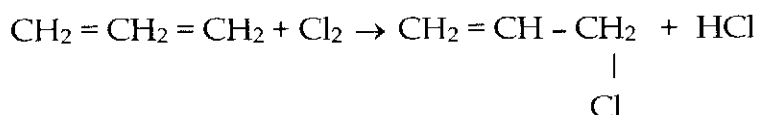
Allyl chloride dapat dibuat dengan beberapa proses. Untuk menentukan proses yang paling menguntungkan, kita tinjau beberapa proses pembuatan *allyl chloride*.

Macam – macam proses pembuatan *allyl chloride* yaitu :

a. Klorinasi *propylene*

Allyl chloride dibuat dengan mereaksikan *chlorine* dengan *propylene* pada suhu operasi $200\text{ }^{\circ}\text{C} - 500\text{ }^{\circ}\text{C}$.

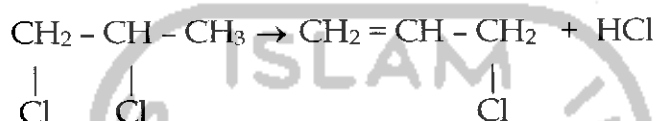
Reaksi yang terjadi :



Selektivitas pembuatan *allyl chloride* dengan klorinasi *propylene* ini berkisar antara 75% - 80% terhadap *propylene* dan 75% terhadap *chlorine*.

b. Dehidroklorinasi dari 1,2 - *dichloropropane*

Reaksi :



Proses ini kurang disukai karena selektivitas yang rendah yaitu antara 50% - 60%. Suhu operasi antara 500 °C - 600 °C.

c. Oksiklorinasi *propylene* dengan HCl

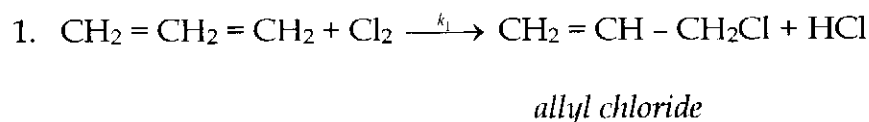
Reaksi pada proses ini dapat berjalan dengan bantuan katalis. Proses ini tidak disarankan karena *yield* rendah serta alat-alat yang digunakan sangat kompleks.

(Kirk Othmer, vol. V, 1978)

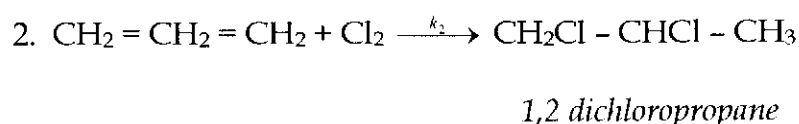
d. *Allyl chloride* proses katalitik

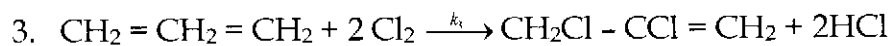
Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah :

Untuk reaksi primer :



Untuk reaksi sekunder:





2-3 dichloropropane

Katalis yang digunakan adalah *vanadium pentoksida* (V_2O_5) dengan densitas 1.480 kg/m^3 . Pada proses yang menggunakan katalis, reaktor yang digunakan adalah reaktor *shell and tube packed bed* dengan konfigurasi yang direkomendasikan, dengan asumsi diameter partikel katalis $d_p = 3 \text{ mm}$, densitas partikel katalis $\rho_{cat} = 2.000 \text{ kg/m}^3$, rongga $\varepsilon = 0,50$, koefisien perpindahan panas dari reaktor kedinding tube $h = 60 \text{ W/m}^2\text{°C}$, tekanannya 40 bar. Untuk reaksi dengan katalis, suhu operasi yang digunakan antara $(400 - 540)^\circ\text{C}$ atau $(752 - 1004)^\circ\text{F}$, karena di bawah suhu 400°C katalis tidak aktif.

(<http://www.che.cemr.wvu.edu/publications/projects/allyl>)

Dari berbagai macam proses yang dapat digunakan untuk memperoleh *allyl chloride*, maka dipilih proses yang pertama, yaitu proses klorinasi *propylene* dengan pertimbangan :

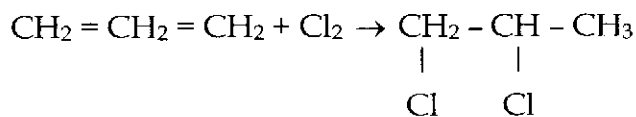
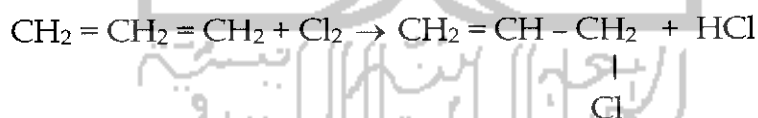
- Konversi tinggi
- Prosesnya sederhana
- Kemurnian dan mutu tinggi
- Tanpa katalis
- Bahan baku terdapat didalam negeri

Supaya proses bisa berjalan lancar, reaktor yang digunakan harus sesuai dengan kondisi operasi yang ada. Dalam proses ini bahan baku yang digunakan, baik *propylene* (C_3H_6) maupun *chlorine* (Cl_2) berupa gas sehingga mudah tercampur menjadi homogen tanpa harus diaduk serta reaksinya berlangsung tanpa menggunakan katalis. Dengan alasan ini maka reaktor yang digunakan dalam proses pembuatan *allyl chloride* ini adalah reaktor alir pipa (RAP) *mono tube/single tube*.

Supaya reaksi dapat berlangsung pada kondisi yang diinginkan dan dicapai konversi yang diharapkan, maka perlu ditinjau secara termodinamika dan kinetika reaksi yang terjadi.

1.2.1. Tinjauan Termodinamika

Reaksi :



Panas pembentukan pada 298 K diperoleh dari Reid, R. C., "The Properties of Gases and Liquid", ed. IV, 1978 :

$$\Delta H^{\circ}_f C_3H_6 : 2,043 \cdot 10^4 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H^{\circ}_f C_3H_5Cl : -6,280 \cdot 10^2 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H^{\circ}_f \text{ C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2 : -1,660 \cdot 10^5 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H^{\circ}_f \text{ HCl} : -9,236 \cdot 10^4 \text{ kJ/kmol}$$

Energi Gibbs pada 298 K diperoleh dari Reid, R. C., "The Properties of Gases and Liquid", ed. IV, 1978 :

$$\Delta G^{\circ}_f \text{ C}_3\text{H}_6 : 6,276 \cdot 10^4 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta G^{\circ}_f \text{ C}_3\text{H}_5\text{Cl} : 4,363 \cdot 10^4 \text{ kJ/kmol}$$

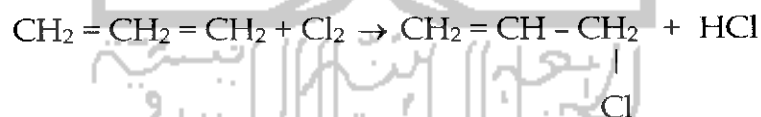
$$\Delta H^{\circ}_f \text{ C}_3\text{H}_6\text{Cl}_2 : -8,315 \cdot 10^4 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H^{\circ}_f \text{ HCl} : -9,533 \cdot 10^4 \text{ kJ/kmol}$$

1.2.2. Tinjauan Kintika

Persamaan kecepatan reaksi antara *propylene* dan *chlorine* diperoleh dari Smith, J. M., "Chemicals Enggineering Kinetics", ed. 4, 1981 :

a. Untuk reaksi



$$r_1 : k_1 \times P(\text{C}_3\text{H}_6) \times P(\text{Cl}_2)$$

$$k_1 : 206.000 \times e^{(-27.000/RT)}$$

Dengan hubungan :

$$r_1 : \text{kecepatan reaksi, lbmol/ (jam.ft}^3\text{)}$$

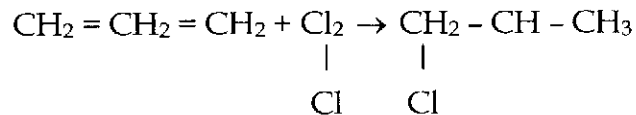
$$R : \text{konstanta gas ideal}$$

$$T : \text{suhu operasi, } ^{\circ}\text{C}$$

$P(C_3H_6)$: tekanan parsial *propylene*, atm

$P(Cl_2)$: tekanan parsial *chlorine*, atm

b. Untuk reaksi



r_2 : $k_2 \times P(C_3H_6) \times P(Cl_2)$

k_2 : $11,7 \times e^{(-6.860/RT)}$

Dengan hubungan :

r_2 : kecepatan reaksi, lbmol/(jam.ft³)

R : konstanta gas ideal

T : suhu operasi, °C

$P(C_3H_6)$: tekanan parsial *propylene*, atm

$P(Cl_2)$: tekanan parsial *chlorine*, atm

Tabel 1.3. *Adiabatic operation*

Adiabatic Operation							
Conversion per mole feed			T (°R)	Conversion of Chlorine in feed			Selectivity S_0 = x_1/x_2
X_1	X_2	Total		X_1	X_2	Total	
0,0	0,0	0,0	852	0,0	0,0	0,0	-
0,0023	0,0145	0,0168	910	0,0115	0,0725	0,0840	0,16
0,0086	0,0318	0,0404	986	0,0430	0,159	0,202	0,27
0,0274	0,0514	0,0788	1100	0,137	0,257	0,394	0,53
0,0814	0,0688	0,1502	1281	0,407	0,344	0,751	1,18
0,1228	0,0739	0,1967	1390	0,614	0,369	0,983	1,66

(Smith, J. M., "Chemicals Engineering Kinetics", ed. 4, 1981)