

**PRA-RANCANGAN PABRIK ETIL KLORIDA DARI ETILEN DAN  
HIDROGEN KLORIDA KAPASITAS 7.500 TON/TAHUN**



**SKRIPSI PRA-RANCANGAN PABRIK**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan Diploma  
Empat (D-4) Program Studi Teknologi Kimia Industri

Jurusan Teknik Kimia

Politeknik Negeri Ujung Pandang

FATMA MAULDYA

432 21 013

FAUZIAHTUL FAHIRAH

432 21 034

**PROGRAM STUDI D-4 TEKNOLOGI KIMIA INDUSTRI**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA**

**POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG**

**MAKASSAR**

**2025**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **“Pra rancangan Pabrik Etil Klorida Dari Etilen dan Hidrogen Klorida Kapasitas 7.500 Ton/Tahun”** Oleh Fatma Mauldy NIM 43221013 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 29 September 2025

Mengesahkan,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Yuliani HR, S.T., M.Eng  
Nip.19730309 200312 2 002



Maria Assumpta Nogo Ole, S.T., M.T  
Nip.19910815 202203 2 010

Mengetahui,

a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc  
Nip.19650320 199202 001

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **“Pra rancangan Pabrik Etil Klorida Dari Etilen dan Hidrogen Klorida Kapasitas 7.500 Ton/Tahun”** Oleh Fauziahtul Fahirah. MN NIM 43221034 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 29 September 2025

Mengesahkan,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

  
Ir. Yuliani HR, S.T., M.Eng  
Nip.19730309 200312 2 002

  
Maria Assumpta Nogo Ole, S.T., M.T  
Nip.19910815 202203 2 010

Mengetahui,

a.n. Direktur

Ketua Jurusan Teknik Kimia



  
Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc  
Nip.19650320 199202 001

## **DAFTAR ISI**

|                                          |      |
|------------------------------------------|------|
| HALAMAN PENGESAHAN .....                 | i    |
| HALAMAN PENERIMAAN.....                  | iii  |
| KATA PENGANTAR.....                      | v    |
| DAFTAR ISI.....                          | vii  |
| DAFTAR TABEL.....                        | xiii |
| DAFTAR GAMBAR.....                       | xv   |
| DAFTAR SIMBOL .....                      | xvi  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                    | xix  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                  | 1    |
| 1.1 Latar Belakang.....                  | 1    |
| 1.2 Kapasitas Rancangan.....             | 2    |
| 1.2.1 Kebutuhan Produk.....              | 2    |
| 1.2.2 Kapasitas Pabrik Etil Klorida..... | 6    |
| 1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku.....       | 8    |
| 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik .....        | 8    |
| 1.3.1. Sumber Bahan Baku .....           | 9    |
| 1.3.2. Sumber Tenaga Kerja .....         | 9    |
| 1.3.3. Utilitas Pabrik.....              | 10   |
| 1.3.4. Transportasi .....                | 10   |
| 1.3.5. Pemasaran.....                    | 10   |
| 1.4 Tinjauan Pustaka.....                | 10   |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| BAB II DESKRIPSI PROSES .....                          | 15 |
| 2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....             | 15 |
| 2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....                      | 15 |
| 2.1.2 Spesifikasi Bahan Pembantu .....                 | 16 |
| 2.1.3 Spesifikasi Produk.....                          | 17 |
| 2.2 Konsep Proses.....                                 | 17 |
| 2.2.1 Tinjauan Termodinamika.....                      | 17 |
| 2.2.2. Perbandingan Proses Pembuatan Etil Klorida..... | 22 |
| 2.3 Uraian Proses.....                                 | 25 |
| 2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....                  | 25 |
| 2.3.2 Tahap Reaksi .....                               | 25 |
| 2.3.3 Tahap Pemurnian dan Penyimpanan.....             | 26 |
| BAB III NERACA MASSA.....                              | 28 |
| 3.1 Reaktor (R-01).....                                | 28 |
| 3.2 Kondensor Parsial (CP-01).....                     | 29 |
| 3.3 Separator (SP-01).....                             | 30 |
| 3.4 Menara Destilasi (MD-01).....                      | 31 |
| BAB IV NERACA PANAS .....                              | 33 |
| 4.1 Heater (H-01).....                                 | 33 |
| 4.2 Heater (H-02).....                                 | 34 |
| 4.3 Reaktor (R-01).....                                | 34 |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 4.4 Cooler (C-01).....                                          | 35 |
| 4.5 Cooler (C-02).....                                          | 36 |
| 4.6 Kondensor Parsial (CP-01) .....                             | 37 |
| 4.7 Separator (SP-01) .....                                     | 38 |
| 4.8 Menara Destilasi (MD-01).....                               | 38 |
| 4.9 Cooler (C-03).....                                          | 39 |
| BAB V SPESIFIKASI ALAT PROSES .....                             | 40 |
| 5.1 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Etilen (T-01) .....           | 40 |
| 5.2 Tangki Penyimpanan Bahan Baku Hidrogen Klorida (T-02) ..... | 40 |
| 5.3 Tangki Penyimpanan Produk Etil Klorida (T-03).....          | 41 |
| 5.4 Expansion Valve (EV-01) .....                               | 42 |
| 5.5 Expansion Valve (EV-02) .....                               | 42 |
| 5.6 Expansion Valve (EV-03) .....                               | 43 |
| 5.7 Expansion Valve (EV-04) .....                               | 43 |
| 5.8 Heat Exchanger (HE-01) .....                                | 43 |
| 5.9 Heat Exchanger (HE-02) .....                                | 45 |
| 5.10 Cooler (C-01).....                                         | 46 |
| 5.11 Cooler (C-02).....                                         | 47 |
| 5.12 Cooler (C-03).....                                         | 48 |
| 5.13 Reaktor (R-01).....                                        | 49 |
| 5.14 Kondensor Parsial (CP-01).....                             | 50 |

|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| 5.15 Separator (SP-01) .....                             | 51         |
| 5.16 Menara Destilasi (MD-01).....                       | 52         |
| 5.17 Condensor (CD-01) .....                             | 53         |
| 5.18 Reboiler (RB-01).....                               | 54         |
| 5.19 Accumulator (ACC-01) .....                          | 55         |
| 5.20 Pompa 1 (P-01).....                                 | 55         |
| 5.21 Pompa 2 (P-02).....                                 | 56         |
| 5.22 Pompa 3 (P-03).....                                 | 57         |
| 5.23 Pompa 4 (P-04).....                                 | 58         |
| 5.24 Pompa 5 (P-05).....                                 | 59         |
| <b>BAB VI UTILITAS .....</b>                             | <b>61</b>  |
| 6.1 Unit Pendukung Proses.....                           | 61         |
| 6.1.1 Unit Pengadaan air.....                            | 62         |
| 6.2 Unit Penyediaan Udara Instrument.....                | 76         |
| 6.3 Kebutuhan Listrik.....                               | 76         |
| 6.4 Kebutuhan Bahan Bakar .....                          | 77         |
| <b>BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....</b> | <b>78</b>  |
| 7.1 Instrumentasi.....                                   | 78         |
| 7.2 Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup.....          | 80         |
| 7.3 Kesehatan Kerja.....                                 | 101        |
| <b>BAB VIII LAY OUT &amp; TATA LETAK PABRIK.....</b>     | <b>103</b> |



|                                  |                                                                          |     |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8.1                              | Lokasi Pabrik .....                                                      | 103 |
| 8.2                              | Tata Letak Pabrik .....                                                  | 106 |
| 8.3                              | Tata Letak Proses .....                                                  | 111 |
| BAB IX STRUKTUR ORGANISASI ..... |                                                                          | 117 |
| 9.1                              | Bentuk Perusahaan .....                                                  | 117 |
| 9.1.1                            | Bentuk Perusahaan .....                                                  | 117 |
| 9.2                              | Struktur Organisasi .....                                                | 118 |
| 9.3                              | Tugas dan Wewenang .....                                                 | 121 |
| 9.4                              | Jadwal Kerja Karyawan .....                                              | 127 |
| 9.5                              | Status Karyawan dan Sistem Penggajian Karyawan .....                     | 129 |
| 9.6                              | Klarifikasi Karyawan .....                                               | 130 |
| 9.7                              | Penggolongan Jabatan dan Keahlian .....                                  | 131 |
| 9.8                              | Kesejahteraan Karyawan .....                                             | 135 |
| BAB X ANALISA EKONOMI .....      |                                                                          | 137 |
| 10.1.1                           | Modal Investasi Tetap (MIT)/ <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI) ..... | 138 |
| 10.1.2                           | Modal Kerja/Working Capital Investment (WC) .....                        | 140 |
| 10.1.3                           | Biaya Produksi Total (BPT)/ <i>Total Cost</i> (TC) .....                 | 141 |
| 10.2                             | Analisa Kelayakan Ekonomi .....                                          | 142 |
| 10.2.1                           | Percent Profit on Sales (POS)/Profit Margin .....                        | 142 |
| 10.2.2                           | Break Even Point (BEP) .....                                             | 143 |
| 10.2.3                           | Return on Investment (ROI) .....                                         | 145 |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 10.2.4 Pay Out Time (POT) .....            | 146 |
| 10.2.5 Internal Rate of Return (IRR) ..... | 146 |
| 10.2.6 Shut Down Point (SDP) .....         | 147 |
| BAB XI KESIMPULAN .....                    | 148 |
| DAFTAR PUSTAKA                             | 149 |

## **PRA RANCANGAN PABRIK ETIL KLORIDA KAPASITAS 70.000 TON/TAHUN**

### **RINGKASAN**

Etil Klorida merupakan salah satu senyawa kimia yang pada suhu kamar dan tekanan atmosferis berupa gas tak berwarna sering dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan Tetra Etil Lead (TEL). TEL merupakan bahan tambahan yang digunakan untuk meningkatkan kualitas bahan bakar yang berfungsi sebagai anti knocking. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor ke luar negeri, maka dirancang pabrik Etil Klorida dengan kapasitas 7.500 ton/tahun. Kebutuhan bahan baku, transportasi, tenaga kerja, pemasaran, serta utilitas, maka Lokasi pabrik yang strategis dipilih di Cilegon.

Peralatan proses yang ada antara lain, reaktor, kondensor parsial, separator, menara destilasi, *heat exchanger*, *expansion valve*, *cooler*, dan pompa. Etil Klorida dihasilkan dari reaksi etilen dan hidrogen klorida ( $C_2H_4$  dan  $HCl$ ) dalam reactor fixed bed multitube pada kondisi non adiabatik dan non isotermal pada suhu  $200^{\circ}C$  dan tekanan 28,2 atm. Katalis yang digunakan Adalah zirconium oxychloride. Konversi yang diperoleh sebesar 84%. Reaksi berlangsung secara eksotermis, sehingga diperlukan air pendingin. Pemurniaan etil klorida digunakan menara destilasi sehingga diperoleh Etil Klorida dengan kemurnian 99%.

Utilitas terdiri dari unit penyediaan air sebagai pendingin maupun keperluan umum, penyediaan *steam*, tenaga Listrik, penyediaan udara tekan, penyediaan bahan bakar, dan unit pengolahan limbah. Pabrik etil klorida memiliki tiga laboratorium, yaitu laboratorium fisik, laboratorium analitik, dan laboratorium penelitian dan pengembangan, untuk menjaga kualitas bahan baku dan produk.

Perusahaan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan non *shift*.

Hasil analisis ekonomi terhadap prancangan pabrik etil klorida diperoleh Total Capital Investment sebesar Rp 158.940.236.910,06, Total Production Cost sebesar Rp 293.663.725.895. Hasil analisis kelayakan menunjukka ROI sebelum pajak dan setelah pajak 14,47%, POT sebelum pajak dan setelah pajak 4,04 tahun, BEP 50,56%, SDP 30,70% dan IRR 14,10%. Berdasarkan analisis ekonomi dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik Etil Klorida dengan kapasitas 7.500 ton/tahun layak didirikan pembangunannya.

## **PRE DESIGN ETHYL CHLORIDE PLANT CAPACITY 7.500 TON/TAHUN**

### **SUMMARY**

*Ethyl Chloride is a chemical compound that at room temperature and atmospheric pressure is a colorless gas, often used as the main material in the production of Tetraethyl Lead (TEL). TEL is an additive used to improve the quality of fuel, functioning as an anti-knocking agent. To meet domestic demand and for export abroad, an Ethyl Chloride plant with a capacity of 7,500 tons/year has been designed. Considering the requirements for raw materials, transportation, labor, marketing, and utilities, a strategic plant location was chosen in Cilegon.*

*The existing process equipment includes a reactor, partial condenser, separator, distillation column, heat exchanger, expansion valve, cooler, and pump. Ethyl chloride is produced from the reaction of ethylene and hydrogen chloride ( $C_2H_4$  and  $HCl$ ) in a multitube fixed-bed reactor under non-adiabatic and non-isothermal conditions at a temperature of  $200^{\circ}C$  and a pressure of 28.2 atm. The catalyst used is zirconium oxychloride. The conversion obtained is 84%. The reaction is exothermic, requiring cooling water. Ethyl chloride is purified using a distillation column to obtain ethyl chloride with a purity of 99%.*

*Utilities consist of units for supplying water for cooling and general purposes, steam supply, electric power, compressed air supply, fuel supply, and waste treatment units. The ethyl chloride plant has three laboratories, namely a physical laboratory, an analytical laboratory, and a research and development laboratory, to maintain the quality of raw materials and products.*

*The results of the economic analysis of the ethyl chloride plant design show that the Total Capital Investment is IDR 158,940,236,910.06, and the Total Production Cost is IDR 293,663,725,895. The feasibility analysis results indicate a pre-tax and after-tax ROI of 14.47%, a pre-tax and after-tax payback period (POT) of 4.04 years, a BEP of 50.56%, an SDP of 30.70%, and an IRR of 14.10%. Based on the economic analysis, it can be concluded that the establishment of an Ethyl Chloride plant with a capacity of 7,500 tons/year is feasible.*

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan industri kimia di Indonesia terus berkembang sehingga akan berdampak pada perkembangan ekonomi nasional secara umum dan kesejahteraan masyarakat. Industri kimia diharapkan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan impor bahan kimia dari negara lain, memperluas lapangan pekerjaan, menghemat devisa negara, meningkatkan ekspor dan mempercepat laju pertumbuhan ekonomi. Etil klorida merupakan bahan kimia yang digunakan dalam bidang industri obat-obatan atau farmasi, refrigeran dan bahan pembuat senyawa organik. Selain itu Etil Klorida digunakan dalam produksi Tetra etil lead (TEL) dan sebagai bahan baku pembuatan Etil selulosa yaitu senyawa kimia yang digunakan dalam industri plastik dan pernis (Kirk and Othmer, 2004). Berdasarkan manfaat dari Etil Klorida, maka akan memacu pertumbuhan industri, baik di bidang kimia maupun kesehatan dalam dan luar negeri.

Berdasarkan data pembangunan dan pentahapan industri prioritas oleh Kementerian Perindustrian Indonesia pada tahun 2015, industri farmasi, kosmetik, dan alat kesehatan berada di urutan kedua serta industri polimer berada di urutan ke tujuh dalam jajaran industri prioritas di tahun 2025-2035. Salah satu bahan yang digunakan dalam industri tersebut adalah Etil Klorida.

Pada tahun 1997 kebutuhan Etil Klorida di Indonesia dari tahun 2018 sampai 2022 data impor terus meningkat mencapai 2,243 ton. Dengan memperhatikan kebutuhan dalam negeri dan kegunaannya, maka pabrik pembuatan Etil Klorida ini sangat potensial didirikan di Indonesia. Sehubungan dengan hal tersebut maka

dibuatlah suatu prarancangan pabrik pembuatan Etil Klorida dari Etilen dan Hidrogen Klorida.

## **1.2 Kapasitas Rancangan**

Dalam menentukan besar kecilnya kapasitas pabrik Etil Klorida yang akan direncanakan, sebelumnya perlu diketahui dengan jelas kebutuhan impor dalam negeri. Hal ini dilakukan untuk melihat banyaknya kapasitas yang perlu dicukupi di dalam negeri. Hal ini bertujuan untuk mengetahui banyaknya kapasitas kebutuhan Etil Klorida, sehingga kapasitas yang ditetapkan dapat memenuhi maupun mengurangi ketergantungan impor ataupun keperluan ekspor.

### **1.2.1 Kebutuhan Produk**

Kebutuhan produk merupakan faktor krusial dalam penentuan kapasitas produksi suatu industri. Hal tersebut mengacu terhadap permintaan pasar terhadap produk. Selain itu, kebutuhan produk mempengaruhi keputusan strategis dalam mengatur jumlah output produksi. Kapasitas pabrik perlu mempertimbangkan kebutuhan produk baik di dalam negeri maupun luar negeri. Data impor Etil Klorida di Indonesia dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1 1 Data Impor Etil Klorida di Indonesia

| Tahun       | Impor (Ton/Tahun) |             |
|-------------|-------------------|-------------|
|             | Ton/Tahun         | Pertumbuhan |
| 2018        | 1,341             | -           |
| 2019        | 1,106             | -0,1756     |
| 2020        | 1,487             | 0,3447      |
| 2021        | 2,095             | 0,4088      |
| 2022        | 2,243             | 0,0706      |
| Pertumbuhan | 8,274             | 0,6486      |

(Sumber : UN Data,2023)

Tabel 1 2 Data Komsumsi Etil Klorida di Indonesia

| Tahun       | Impor (Ton/Tahun) |             |
|-------------|-------------------|-------------|
|             | Ton/Tahun         | Pertumbuhan |
| 2019        | 202,277           | 0           |
| 2020        | 168,28            | -0,1680     |
| 2021        | 9,242             | -0,9450     |
| Pertumbuhan | 379,799           | -1,1131     |

(Sumber : Badan Pusat Statistik,2021)

Tabel 1 3 Impor Etil Klorida dari berbagai negara

| Negara            | Kebutuhan (ton) |
|-------------------|-----------------|
| India             | 22.250          |
| Malaysia          | 16.660          |
| Singapore         | 10.690          |
| Myanmar           | 4.360           |
| Brunei darussalam | 44.360          |
| Taipei            | 23.170          |
| Korea             | 1.860           |
| Flipina           | 1.840           |
| Thailand          | 2.980           |
| France            | 157.910         |
| Swedia            | 95.540          |
| Sri lanka         | 2.630           |

(Sumber, Trade Map, 2021; UN data, 2021)

Berdasarkan data pada Tabel 1.1 dapat diprediksi import Etil Klorida di Indonesia tahun 2030 dengan menggunakan metode *Discounted* yang dapat dilihat pada Persamaan (1.1)

$$M_5 = P((1+i))^n$$

Dimana:

P = Data besarnya impor pada tahun 2022

M<sub>5</sub> = Rata-rata kenaikan impor pertahun



n = Selisih tahun 2022 dan 2030

Menghitung data impor tahun pabrik dibangun (2030):

$$\begin{aligned}M_1 &= P((1+i)^n) \\&= 2.243,48 (1+(0,2162))^8 \\&= 10.738 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Menghitung nilai konsumsi dalam negeri tahun (2030)

$$\begin{aligned}M_5 &= P((1+i)^n) \\&= 9,242 (1+(-0,5566))^9 \\&= 0,0062 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Untuk menghitung kapasitas pabrik baru yang di dirikan pada tahun 2030 dapat dihitung menggunakan persamaan (1.2)

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5$$

Dimana :

$M_1$  = Nilai impor (ton)

$M_2$  = Produksi pabrik dalam negeri (ton)

$M_3$  = Kapasitas produksi pabrik baru (ton)

$M_4$  = Nilai ekspor (ton)

$M_5$  = Konsumsi dalam negeri (ton)

Dari hasil tersebut kapasitas pabrik etil klorida pada tahun 2030 dapat dihitung menggunakan persamaan (1.1) yaitu persamaan sebagai berikut.

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = (0 + 0,006125514) - (10.737,89 + 0)$$

$$M_3 = 10.738 \text{ ton/tahun}$$

Melihat penggunaan etil klorida di Indonesia serta mempertimbangkan bahan baku etilen dan hidrogen klorida yang tersedia, maka dapat ditetapkan kapasitas produksi pabrik etil klorida yang akan dirancang 70% dari kebutuhan etil klorida pada tahun 2022 yaitu 2,243 ton/tahun

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi} &= 70\% \times 10.738 \text{ ton/tahun} \\ &= 7.500 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

### 1.2.2 Kapasitas Pabrik Etil Klorida

Penentuan kapasitas pabrik perlu mempertimbangkan keberadaan pabrik Etil Klorida yang telah berdiri. Hal ini bertujuan memberikan gambaran kapasitas pabrik yang layak dan menguntungkan karena hanya pabrik yang menguntungkan yang akan tetap berdiri. Selain itu, menjadi strategi yang cerdas untuk memastikan efisiensi dan efektivitas operasional. Adapun beberapa pabrik Etil Klorida yang telah berdiri di berbagai negara beserta kapasitasnya dapat dilihat pada tabel 1.4

Tabel 1 4 Data Kapasitas Pabrik Etil Klorida yang sudah didirikan

| Negara          | Perusahaan                    | Kapasitas (Ton/Tahun) |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------|
| India           | Chloritech Industries         | 2.000                 |
| USA (Texas)     | Dow chemical (Freeport)       | 4.540                 |
| USA             | Dupont (Deepwater)            | 45.400                |
| USA (Texas)     | Ethyl Chloride Co. (Pasadena) | 72.600                |
| USA (Louisiana) | PPG (Lake Charles)            | 56.700                |

(Sumber : ICIS Via Unimal, 2024 )

Dari tabel di atas dapat diketahui kapasitas minimal pabrik yang memproduksi adalah 72.600 ton/th oleh Ethyl Chloride Co. (Pasadena) dengan lokasi pembuatannya di USA, Texas.

Dengan mempertimbangkan besarnya konsumsi etil klorida di Indonesia dan jumlah bahan baku yang tersedia serta data dari Pabrik etil klorida yang telah memenuhi kapasitas ekonomis. Kapasitas ini ditetapkan dengan beberapa pertimbangan diantara lain :

1. Memenuhi kebutuhan dalam negeri yang diperkirakan akan meningkat dari tahun ke tahun sebagai hasil dari pembangunan.
2. Mampu mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri walaupun sepenuhnya belum mencukupi setidaknya dapat meminimalisir nilai impor dari produk tersebut.
3. Membuka kesempatan berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan etil klorida sebagai bahan baku yang selama ini belum berkembang di Indonesia.

### 1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga ketersediaan bahan baku sangat diprioritaskan. Lokasi pendirian pabrik di Cilegon ini cukup tepat mengingat sumber bahan baku etilen diperoleh dari PT Chandra Asri yang berlokasi di Anyer dan bahan baku lain yaitu hidrogen klorida berasal dari PT Sulfindo Adhi Usaha di Serang. Pemilihan lokasi ini diharapkan dapat mengurangi biaya transportasi dan mempercepat proses pengiriman.

Tabel 1 5 Produsen Etilen di Indonesia

| Nama                          | Lokasi   | Kapasitas         |
|-------------------------------|----------|-------------------|
| PT Pertamina                  | Balongan | 61.000 ton/tahun  |
| PT Chandra Asri Petrochemical | Anyer    | 860.000 ton/tahun |

(PT. Chandra Asri, 2018; PT. Pertamina, 2019)

Tabel 1 6 Produsen Etilen di Indonesia

| Nama                          | Lokasi   | Kapasitas         |
|-------------------------------|----------|-------------------|
| PT Sulfindo Adhi Usaha        | Serang   | 131.000 ton/tahun |
| PT Asahimas Subentra Chemical | Anyer    | 4.000 ton/tahun   |
| PT Timuraya Tunggal           | Karawang | 85.000 ton/tahun  |

(Sumber, Mustaina, 2021)

### 1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik perlu dipertimbangkan untuk keberlangsungan operasi pabrik yang akan didirikan. Pada penentuan lokasi pabrik, ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan seperti sumber bahan baku, sumber tenaga kerja, utilitas pabrik, dan transportasi. Berdasarkan faktor-faktor tersebut, lokasi yang paling

optimal untuk didirikannya pabrik etil klorida dari etilen dan hidrogen klorida adalah di Desa Gunung Sugih, Kec.Ciwandan, Kota Cilegon, Banten Lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 1.1

#### 1.3.1. Sumber Bahan Baku



**Gambar 1 1 Lokasi Pabrik Etil Klorida**

Bahan baku etilen diperoleh dari PT Chandra Asri yang berlokasi di Cilegon dengan kapasitas 860.000 ton/tahun. Sedangkan bahan baku lain yaitu hidrogen klorida berasal dari PT Sulfindo Adhi Usaha di Serang dengan 131.000 ton/tahun.

#### 1.3.2. Sumber Tenaga Kerja

Faktor tenaga kerja merupakan hal penting dalam industri kimia. Tenaga kerja dapat dipenuhi dari sumber daya manusia yang ditinjau dari aspek pendidikan yang memadai, pemerataan tenaga kerja, serta pemberian ongkos atau gaji cukup

memadai. Dengan didirikannya pabrik etil klorida ini akan berdampak terbukanya lapangan kerja baru dilokasi.

#### **1.3.3. Utilitas Pabrik**

Utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting sebagai penunjang pada proses produksi dalam suatu pabrik industri kimia. Penunjang tersebut seperti ketersediaan air, energi, bahan bakar, dan *steam*. Utilitas atau fasilitas pendukung produksi etil klorida berupa air dapat dengan mudah ditemukan di kawasan ini. Air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan operasi berupa air demin dan air pendingin serta non-operasi berupa air *portable* didapat dari aliran sungai Cidanau.

#### **1.3.4. Transportasi**

Transportasi di daerah ini cukup lengkap meliputi jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan bermuatan besar untuk kebutuhan distribusi produk etilen klorida ke pabrik tujuan maupun keperluan pembangunan pabrik dan pelabuhan yang digunakan untuk transportasi bahan baku produksi.

#### **1.3.5. Pemasaran**

Lokasi pabrik di Cilegon menjadi sangat strategis bila dilihat dari sisi pemasaran, dimana target penjualan etil klorida adalah industri polimer seperti PT Tripolita dan PT Yamatogomu di Karawang dan industri cat seperti PT Imperial Chemical Industries Paints Indonesia di Bogor yang merupakan pasar potensial untuk pemasaran etil klorida.

### **1.4 Tinjauan Pustaka**

Etil Klorida atau yang dikenal sebagai *Chloroethane* dan *Monochloroethane* adalah salah satu senyawa kimia yang berwujud gas pada suhu kamar dan tekanan

atmosfer dengan titik didih normalnya 12,2° C dan mudah ditekan menjadi cairan yang bening dan jernih (Kirk and Othmer, 2004). Di abad ke-15 Etil Klorida diproduksi dari Etilen dan Hidrogen Klorida untuk pertama kalinya oleh Valentine. Namun pembuatan etil klorida skala industri baru dimulai pada tahun 1922 di USA sebagai bahan dasar pembuatan TEL atau bahan aditif untuk meningkatkan kualitas anti knocking gasoline (Kirk and Othmer, 2004).

Dalam pembuatan Etil Klorida secara industri terdapat tiga proses yang digunakan yaitu, Hidroklorinasi Etil Alkohol, Hidroklorinasi Etana, dan Hidroklorinasi Etilen (Kirk, and Othmer, 2004).

#### 1. Hidroklorinasi Etanol

Proses hidroklorinasi Etanol terjadi antara Etil Etanol dan Hidrogen Klorida pada suhu 150 – 190°C dengan bantuan  $ZnCl_2$  dengan reaksi yang terjadi adalah:



Proses ini berlangsung pada tekanan 2 atm dan dilakukan dalam reactor fixed bed multitube. Produk yang dihasilkan dari proses ini konversinya mencapai 95% dari berat etanol, dengan kemurnian. produk mencapai 99%. Hal yang menjadi perhatian dalam proses ini adalah reaksi samping antara kombinasi dua molekul etanol yang menghasilkan Dietil Eter sesuai dengan reaksi sebagai berikut:



Untuk itu perlu dicegah dengan penambahan Hidrogen Klorida berlebih 10-15% eksess (Kirk and Othmer, 2004).

## 2. Hidroklorinasi Etana

Klorinasi ini dapat berlangsung pada tiga keadaan, yaitu pada proses thermal klorinasi, proses petrokimia dan proses katalitik. Dari ketiga proses ini yang paling menguntungkan adalah proses thermal klorinasi. Reaksi yang terjadi pada proses thermal klorinasi adalah sebagai berikut



Reaksi perasamaan 1 merupakan reaksi eksotermis (-27,9 kcal/gmol) yang berlangsung pada suhu 230°C. Pada suhu sekitar 400°C akan terjadi mekanisme reaksi radikal sebagai berikut :



Suhu reaksi harus dipertahankan selalu tetap untuk mengurangi terjadinya produk samping, mencegah terjadinya pirolisa etil klorida menjadi etilen dan hidrogen klorida, dan terjadinya reaksi karbonisasi. Reaksi karbonisasi dapat terjadi jika perbandingan antara klorin dan etana sangat besar, sedangkan pirolisa terjadi jika temperaturnya terlalu tinggi. Untuk itu reaktor yang digunakan harus merupakan reaktor yang dilengkapi pendingin agar panas yang timbul bisa diserap, sehingga suhunya konstan. Reaktor jenis ini adalah reaktor *fluidized bed*, dengan zat terfluidisasi bukan merupakan katalis, misalnya pasir dengan ukuran 60 dan 140 mesh. Klorin dan etana dimasukkan dari dasar reaktor melalui *jets* yang berdiameter 1/16 dan ¼ inch.

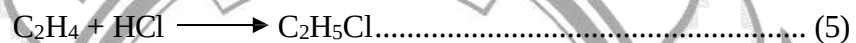
Etil klorida yang dihasilkan sangat tergantung pada perbandingan klorin dan



etana yang digunakan. Pada perbandingan klorin dan etana sebesar 2 : 1, etil klorida yang dihasilkan sebesar 95,5%, Selektifitas terbesar dihasilkan pada temperature operasi 350 - 400°C. Karena karbon terbentuk pada temperature 400 merupakan range yang terbaik. Tekanan operasi sebaiknya cukup tinggi dan waktu kontak reaksi adalah sebesar 1-2 detik.

### 3. Hidroklorinasi etilene

Hidroklorinasi etilene menjadi etil klorida dapat terjadi pada fasa uap dan fasa cair. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Bila proses berlangsung pada fasa uap, reaksi terjadi pada reaktor fixed bed dengan menggunakan katalis dan produk reaktor berupa gas masuk ke proses pemurnian. Proses berlangsung pada temperature 200°C dan tekanan 28 atm, dengan katalis tembaga klorida yang didukung seng klorida di atas alumina berpori. Konversi per pass-nya sebesar 90% dan yield yang dihasilkan sebesar 99,5%. Bila katalis yang digunakan seng klorida dengan charcoal, maka konversi yang diperoleh hanya 84%. Proses fasa uap ini sulit karena sulitnya regenerasi katalis dan memerlukan sistem pendingin untuk menjaga suhu reaksi tetap.

Pada proses fasa cair, uap etilena dan uap hidrogen klorida dicampur selanjutnya diumpankan ke dalam tangki yang sebagian telah diisi katalis cair. Katalis yang digunakan adalah zing klorida dengan konsentrasi kurang dari 1%. Konsentrasi katalis yang sering digunakan sebesar 0,2-0,3% berat. Reaksi antara etilen dan hidrogen klorida merupakan reaksi yang sangat cepat dan

menghasilkan panas. Untuk itu reaktor yang digunakan harus dilengkapi dengan pendingin. Untuk mencegah terjadinya deaktivasi katalis, sebagian cairan di dalam reaktor perlu dibuang. Umpan hidrogen klorida yang tidak bereaksi direcovery dan di recycle. Proses ini menghasilkan yield sebesar 98%. Banyaknya katalis yang digunakan adalah 0,5 sampai 0,8 lb setiap 100 lb etil klorida.

Produk etil klorida yang berbentuk uap dilewatkan melalui water scrubber, sehingga memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Selanjutnya produk etil klorida disimpan dalam tangki storage. Pada pra rancangan pabrik etil klorida ini dipilih dengan menggunakan proses Hidroklorinasi etilen, karena proses ini mempunyai beberapa keuntungan, yaitu:

- a. Proses ini pelaksanaannya lebih mudah dibanding proses pertama dan kedua. Temperature operasi adalah  $200^{\circ}\text{C}$ , sedangkan tekanan operasinya sebesar 28 atm.

Biaya produksinya lebih murah dibandingkan dengan proses pertama dan proses yang kedua. Hal ini disebabkan karena harga bahan bakunya, yaitu etilen lebih murah

## BAB XI KESIMPULAN

Pabrik etil klorida dan hidrogen klorida dengan kapasitas 7.500 ton/tahun dapat digolongkan sebagai pabrik berisiko tinggi:

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, serta Lokasi pabrik maka pabrik etil klorida dari etilen dan hidrogen klorida ini tergolong pabrik berisiko tinggi.

2. Aspek Lokasi

Lokasi pendirian pabrik di Desa Gunung Sugih, Kec.Ciwandan, Kota Cilegon, Banten merupakan daerah yang strategis karena berada pada daerah dengan ketersediaan bahan baku yang memadai dan letaknya tidak jauh dari ibukota provinsi sehingga memudahkan pemasaran serta sistem transportasi yang mendukung.

3. Aspek struktur Perusahaan

Bentuk Perusahaan yaitu Perseroan Terbatas (PT) dengan sistem organisasi garis dan staff serta jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 109 orang.

4. Aspek ekonomi

Pabrik ini layak untuk didirikan karena memberikan keuntungan yang ditinjau dari segi ekonomi. Berikut data hasil analisis ekonomi yang diperoleh:

- *Return on Investment (ROI)* = 14,91%
- *Pay out time (POT)* = 4,04 tahun
- *Internal rate of return (IRR)* = 14,10%
- *Break event point (BEP)* = 50,56%

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2021. Data Komsumsi Tahun 2019-2021. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Brown, G.G, 1978. *Unit Operation*, 3<sup>rd</sup> ed., McGraw Hill International Book Company, Tokyo.
- Chloritech Industries, 2011, *Deatailed Product Description*, [www.chloritechindustries.com](http://www.chloritechindustries.com), Maret 2011.
- Coulson, J.M., and Richadson, J.F., 1983, *Chemical Emgineering*, Pergamon Press, Oxford.
- Departement Keuangan Republik Indonesia, 2002, *Keputusan Direktur Jenderal Pajak Nomor Kep-173/Pj/2002 Tentang Pedoman Standar Gaji Karyawan Asing*, [www.pajak.net](http://www.pajak.net), 11 November 2011.
- Elnas, Zulfikar Bagus. 2010. “Prarancangan Pabrik Etil Klorida dari Etilen dan Hidrogen Klorida dengan Kapasitas 37.000 Ton/Tahun” (Tugas Khusus Prarancangan Reaktor R-301). Bandar Lampung
- Geankoplis, C.J., 1983, *Transport Process and Unit Operation*, 2<sup>nd</sup> ed., Allyn and Bacon Inc., Boston
- Karda, I Dewa. 2017. “Prarancangan Pabrik Etil Klorida dengan Proses Hidroklorinasi Etanol Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”. Tugas Akhir
- Kern, D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, McGraw Hill International Book Company, Singapore.

Perry R.H. 2008. "Perry's Chemical Engineers' Handbook,"

[https://students.aiu.edo.submissions/profiles/resources/onlineBook/z5y2E6\\_Perry-s\\_Chemical\\_Engineers-Handbook.pdf](https://students.aiu.edo.submissions/profiles/resources/onlineBook/z5y2E6_Perry-s_Chemical_Engineers-Handbook.pdf).

Prasetyo, Taufiq Edhi, dan Dwy Irwanto. 2018. "Prarancangan Pabrik Etil Klorida dari Etilen dan Hidrogen Klorida dengan kapasitas 15.000 Ton/Tahun".

Trade Map. 2021. Data Impor Etil Klorida di Indonesia. <https://www.trademap.org> Diakses Pada 10 Agustus 2021.

UN Data. 2023. Data Impor Etil Klorida di Indonesia. <https://data.un.org> Diakses pada 10 Agustus 2021.

Yaws. 2019. "Chemical Properties Handbook: Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety and Health Related Properties for Organic and Inorganic Chemicals" McGraw-Hill.

<https://id.scribd.com/document/358549782/Yaws-chemical-properties-handbook.pdf>

