

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Saat ini Indonesia dapat dikategorikan sebagai negara industri karena sektor industri memberikan kontribusi paling besar terhadap pertumbuhan PDB Indonesia. Salah satu industri yang memegang peranan penting untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat dalam perekonomian yaitu industri kimia. Industri kimia dapat mencakup petrokimia, agrokimia, farmasi, polimer, cat, dan oleokimia. Salah satu produk dari industri petrokimia adalah Etilbenzena.

Etilbenzena adalah senyawa kimia dengan rumus molekul C_8H_{10} , berupa cairan yang tidak berwarna dan berbau khas seperti bensin. Etilbenzena merupakan salah satu senyawa yang banyak digunakan untuk memproduksi stirena. Stirena digunakan secara komersil dalam produksi karet, plastik, insulasi, *fibreglass*, pipa, peralatan kapal dan otomotif, serta tempat / wadah makanan. Selain itu, etilbenzena digunakan sebagai bahan pelarut pada industri cat, bahan baku *bleaching* dan pelumas, parfum, phenol, serta barang-barang dari plastik sebagai *plasticizer*.

Berdasarkan pentingnya kegunaan etilbenzena tersebut, diprediksi jumlah kebutuhannya akan terus meningkat. Oleh karena itu, pendirian pabrik ini mempunyai peluang yang cukup besar untuk direalisasikan dan diharapkan dapat membuka kesempatan lapangan kerja baru yang nantinya akan menurunkan tingkat pengangguran di Indonesia.

I.2 Sifat – sifat Bahan Baku dan Produk

1.2.1. Etilena

Etilena merupakan cairan yang tidak berwarna dan termasuk senyawa hidrokarbon olefin.

Tabel I.1. Sifat-sifat dari Etilena

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus Molekul	C ₂ H ₄
Berat Molekul (g/mol)	28,052
Titik didih, (pada 1 atm), (°C)	-103.7
Flash point, (°C)	-136
Melting point, (°C)	-169,15
Tekanan kritis, (atm)	49,66
Viskositas cairan (Pa.S)	1,160 x 10 ⁻⁴
Kapasitas panas gas ideal (25 °C) (J/mol.K)	42.840
Panas penguapan, (J/mol)	13.540

(chandra Asri Petrochemical,2015)

1.2.2. Benzena

Benzena merupakan cairan yang tidak berwarna, mudah menguap, sangat reaktif dan mudah terbakar.

Tabel I.2. Sifat-sifat dari Benzena

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus Molekul	C ₆ H ₆
Berat Molekul (g/mol)	78,99
Titik didih, (pada 1 atm), (°C)	80
Titik leleh, (pada 1 atm), (°C)	5,533
Densitas (pada 25 °C), (g/L)	873,700
Tekanan uap (pada 26,75 °C), (kPa)	13,330
Temperatur kritis (°C)	289,450
Tekanan kritis, (atm)	48,600
Viskositas (pada 20 °C), (Cp)	0,646
Flash point, (°C)	-11,100

(MSDS,2015)

I.2.3. Katalis Zeolit/ZMS-5

Katalis Zeolit atau ZMS-5 merupakan katalis zeolit sintesis yang dikembangkan sebagai katalis pada sintesis senyawa organik, *refining petroleum* dan industri petrokimia. Katalis ini mempunyai struktur pori dua dimensi yang menyilang, sehingga reaktan yang berdifusi pada salah satu pori dan produknya akan keluar pada pori yang lain. ZMS-5 merupakan molekular berwarna putih, sedikit berbahaya apabila terjadi kontak kulit (iritasi) dan apabila terhirup debu akan menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan. Berikut merupakan sifat fisis dari Zeolit tipe ZSM-5 :

Sifat Fisis Katalis Zeolit tipe ZSM-5

Rumus molekul	= Al ₂ O ₃ .SiO ₂
Mol rasio (SiO ₂ /Al ₂ O ₃)	= 38
Bentuk	= <i>Spherical</i>
Wujud	= Butiran Padat
Ukuran	= 3 mm

Bulk density = 0,75 kg/L
Porositas = 0,18 – 0,45 mL/g

(ACS Material, 2019)

1.2.4. Etilbenzena

Dalam kondisi normal, etilbenzena adalah cairan aromatik yang tidak berwarna, berbau khas, dan mudah mengiritasi kulit.

Tabel I.3. Sifat-sifat dari Etilbenzena

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus Molekul	C ₈ H ₁₀
Berat Molekul (g/mol)	106,168
Titik didih, (pada 1 atm), (°C)	136,186
Titik leleh, (pada 1 atm), (°C)	-94,950
Densitas (pada 20 °C), (kg/m ³)	0,86702
Densitas (pada 25 °C), (kg/m ³)	0,86264
Kapasitas panas gas ideal (25 °C) (J/mol.°C)	1,169
Viskositas kinematis (pada 37,8 °C), (m ² /s)	1,160 x 10 ⁻⁴
Flash point, (°C)	15
Panas penguapan (pada 136,2 °C), (kJ/g.mol)	13,540

(MSDS, 2015)

1.2.5. Dietilbenzena

Dietilbenzena merupakan produk samping alkilasi benzena dengan Etilena. Senyawa yang berupa cairan dan uap yang mudah terbakar.

Tabel I.4. Sifat-sifat dari Dietilbenzena

Sifat Fisik	Keterangan
Rumus Molekul	C ₁₀ H ₁₄
Berat Molekul (g/mol)	134
Titik didih, (pada 1 atm), (°C)	184
Titik leleh, (pada 1 atm), (°C)	-43
Tekanan uap (kPa)	0,133
Viskositas (mm ² /s)	1,197
Flash point, (°C)	44

(Thermofisher, 2009)

I.3 Kegunaan dan Keunggulan Produk

Produk Etilbenzena dengan rumus molekul C₈H₁₀ adalah cairan tidak berwarna, mudah mengiritasi kulit, dan berbau khas. Sekitar 99% produk Etilbenzena di seluruh dunia digunakan untuk produksi stirena. Selain itu Etilbenzena juga dapat digunakan untuk :

1. Bahan baku bleaching dan pelumas (Antraquinon)
2. Bahan baku parfum, *plasticizer* , dan fenol
3. Solven cat

(Wiley, 2007)

I.4 Analisa Pasar

Kebutuhan produk etilbenzena di pasaran dihitung dengan mempertimbangkan impor, ekspor, produksi yang telah dilakukan di pabrik sejenis yang ada di Indonesia serta kebutuhan riil di Indonesia.

Kebutuhan pasar EB pada tahun 2023 =

= Demand - Supply

= (Konsumsi EB tahun 2023 + Ekspor EB tahun 2023) – (Produksi yang sudah ada pada tahun 2023 + Impor pada tahun 2023)

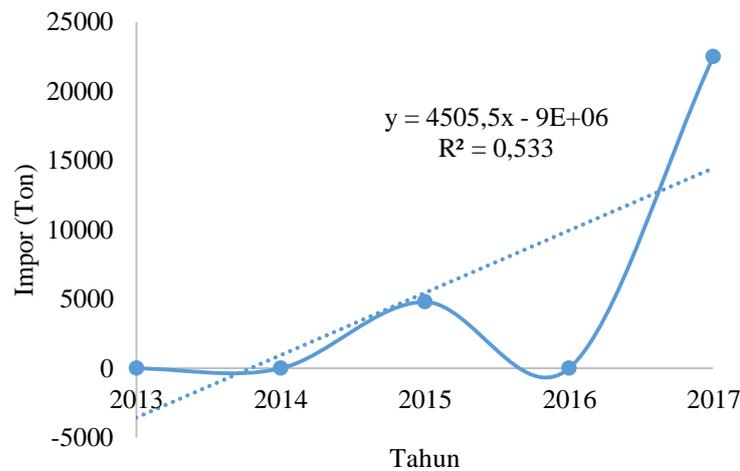
Berikut merupakan data impor etilbenzena yang disajikan pada Tabel I.2 untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri pada tahun 2013-2017

Tabel I.5. Data Impor Etilbenzen

Tahun	Kapasitas (ton/tahun)
2013	0
2014	1
2015	4.803
2016	12
2017	22.522

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2019)

Selanjutnya, dilakukan regresi linear untuk memprediksi impor EB ke Indonesia pada tahun 2023 seperti disajikan pada Gambar I.1.



Gambar I.1. Impor Etilbenzena Tahun 2013-2017

Dari Tabel I.1 dan Gambar I.1, diperoleh persamaan regresi linier

$$y = 4505,5x - 9.000.000 \text{ dengan } R^2 \text{ sebesar } 0,533$$

dimana ,

y = Kapasitas etilbenzena yang diimpor tiap tahun

x = Tahun

Oleh karena R^2 nilainya kecil dan datanya fluktuatif (naik turun), maka prediksi impor pada tahun 2023 tidak menggunakan hasil regresi linier tersebut, tetapi menggunakan rata-rata antara tahun 2013 sampai tahun 2017, dan hasilnya adalah sebesar 5.468 Ton

I.4.1 Produksi Etilbenzena yang Sudah Ada

Produksi EB di Indonesia pada tahun 2018 hanya dilakukan oleh PT.Styrindo Mono Indonesia dengan kapasitas produksi 220.000 ton/tahun.

Diasumsikan bahwa pertumbuhan produksi stirena sebesar 5% per tahun. Maka produksi EB pada tahun 2023 sebesar :

$$\text{Produksi tahun 2023} = (1,05)^n \times \text{Produksi stirena pada tahun 2018}$$

Dengan $n = 5$

$$\begin{aligned} &= (1,05)^5 \times 220.000 \text{ ton/tahun} \\ &= \mathbf{280.781,944 \text{ ton/tahun}} \end{aligned}$$

I.4.2 Konsumsi Etilbenzena

Kebutuhan EB di Indonesia dihitung berdasarkan kapasitas pabrik stirena dikarenakan sebgaiian besar EB digunakan sebagai bahan baku stirena. Pabrik Stirena di Indonesia pada tahun 2018 hanya dilakukan oleh Styrimdo Mono Indonesia dengan kapasitas 340.000 ton/tahun.

Sehingga pada tahun 2023 diasumsikan bahwa pertumbuhan produksi stiren sebesar 5% per tahun. Maka produksi stirena pada tahun 2023 sebesar :

$$\text{Produksi tahun 2023} = (1,05)^n \times \text{Produksi stirena pada tahun 2018}$$

Dengan $n = 5$

$$\begin{aligned} &= (1,05)^5 \times 340.000 \text{ ton/tahun} \\ &= \mathbf{433.936 \text{ ton/tahun}} \end{aligned}$$

Setelah didapatkan konsumsi stirena sebesar 433.936 ton/tahun, akan dihitung mol stirena dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{massa konsumsi stiren}}{\text{BM stiren}} \\ &= \frac{433.936 \text{ ton}}{104,152 \frac{\text{ton}}{\text{ton mol}}} \\ &= 4.166,372 \text{ ton mol} \end{aligned}$$

Dengan konversi EB menjadi stirena sebesar 88%, maka konsumsi EB sebesar :

$$\begin{aligned} &= \frac{100}{88} \times 4.166,372 \text{ ton mol} \\ &= 4.734,514 \text{ ton mol} \end{aligned}$$

Setelah mendapat mol dari EB, maka dapat dihitung konsumsi EB pada tahun 2023 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= 4.734,514 \text{ Ton mol} \times 106,17 \frac{\text{ton}}{\text{ton mol}} \\ &= \mathbf{502.663,351 \text{ Ton}} \end{aligned}$$

I.4.3 Penentuan Kapasitas

Sampai saat ini, Indonesia tidak melakukan ekspor EB. Sehingga, penentuan kapasitas yang diperoleh dari kebutuhan pasar sebagai berikut:

Kebutuhan pasar EB pada tahun 2023

$$\begin{aligned} &= (\text{Konsumsi pada tahun 2023} + \text{Ekspor pada tahun 2023}) - (\text{Produksi EB untuk stiren yang sudah ada pada tahun 2023} + \text{Import pada tahun 2023}) \\ &= (502.663,351 \text{ ton} + 0) - (280.781,944 \text{ ton} + 5.468 \text{ ton}) \\ &= \mathbf{216.413,407 \text{ Ton}} \end{aligned}$$

Pabrik ini direncanakan untuk memenuhi kurang lebih 40% dari kebutuhan pasar EB pada tahun 2023 yaitu sebesar 216.413,407 Ton x 40% = 87.000 Ton/tahun.

I.5 Aspek Teknis

Pada Tabel 1.2 disajikan kapasitas beberapa pabrik EB yang terdapat di seluruh dunia.

Tabel I.6. Pabrik EB di Seluruh Dunia

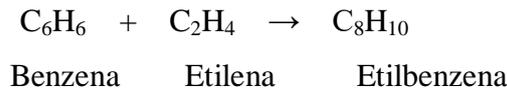
Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
Panjin Natural Gas Chemical Plant	Panjin City.	60.000
Westlake Stirena	Lake Charles Louisiana	205.000
BP Chemicals	Texas City, Texas	500.000
INEOS NOVA	Bayport, Texas	830.000
Dow Chemical	Freeport, Texas	860.000
Sterling Chemicals	Texas City, Texas	860.000
Chevron Phillips Chemical	St. James, Louisiana	1.000.000
Cos – Mar	Carville, Louisiana	1.300.000
Lyondell Chemical	Channelview, Texas	1.360.000

(Icis, 2007)

Dari Tabel I.2 terlihat bahwa kapasitas produksi etilbenzena dari pabrik di seluruh dunia berkisar 60.000 – 1.360.000 ton/tahun, maka dengan kapasitas pabrik yang direncanakan yaitu 87.000 ton/tahun dirasa masih bisa direncanakan secara teknis.

I.6 Ketersediaan Bahan Baku

Untuk menghasilkan 87.000 ton EB dengan kadar 99,4% dilakukan pengecekan kebutuhan bahan baku berupa benzena dan Etilena sebagai berikut :



- Basis etilena masuk 3.136,8319 kg/jam
- Massa Etilena per tahun = 3.136,8319 kg/jam × 24 jam × 330 hari
= 24.844 ton/tahun

- BM etilena = 28 kg/kmol

- Etilena masuk = $\frac{3.136,8319 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{28 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 112,0297 \text{ kmol}$

- Etana merupakan pengotor yang terdapat dalam etilena, yang terkandung sebesar 0,05% terhadap etilen = $\frac{0,05\%}{99,95\%} \times 112,0297 \text{ kmol} = 0,0523 \text{ kmol}$

- Perbandingan mol benzena:etilena yang dipersyarat adalah 8:1 (Chauvel, 1989)

- Benzena masuk = $8 \times 112,0297 \text{ kmol} = 896,2377 \text{ kmol/jam}$
 Massa Benzena = $896,2377 \frac{\text{kmol}}{\text{jam}} \times 78 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} = 69.905,5393 \text{ kg/jam}$

Massa benzena per tahun = 69.905,5393 kg/jam × 24 jam × 330 hari
= 553.652 ton/tahun

Ketersediaan bahan baku Benzena di Indonesia dapat dilihat pada Tabel I.3.

Tabel I.7. Daftar Nama Perusahaan Produsen Benzena di Indonesia

Nama Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Pertamina RU-IV, Cilacap, Jawa Tengah	120.000
PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama, Tuban	325.000
PT. Chandra Asri Petrochemical, cilegon, Banten	363.000
Total	808.000

Dengan data produsen benzena terlihat bahwa kebutuhan benzena sebagai bahan baku relatif tersedia atau bisa dicukupi dari dalam negeri. Selain itu, kebutuhan bahan baku Etilena dari pabrik yang direncanakan yaitu 24.844 ton didapatkan dari PT.Chandra Asri Petrochemical yang memproduksi Etilena sebesar 860.000 ton/tahun. Dari data kapasitas tersebut, kebutuhan bahan baku untuk etilbenzena berupa benzena dan Etilena dapat tercukupi.

Pabrik EB di seluruh dunia:

(Sumber: <https://www.icis.com/explore/resources/news/2010/03/15/9342056/us-chemical-profile-ethylbenzene/>)