

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Sebagai negara berkembang yang sedang menata diri menuju negara maju di segala bidang, Indonesia diharapkan mampu bersaing dengan negara-negara industri lain di dunia. Peningkatan yang sangat pesat, baik secara kualitas maupun kuantitas juga terjadi dalam industri kimia. Oleh karena itu untuk masa yang akan datang, industri kimia khususnya, perlu dikembangkan agar tidak selalu bergantung pada negara lain. Dengan mendirikan banyak industri kimia diharapkan Indonesia dapat mengurangi jumlah impor bahan kimia dari negara lain. Sasaran lain yang ingin dicapai adalah memperluas lapangan kerja, menyeimbangkan struktur ekonomi di Indonesia dan meningkatkan produksi dalam negeri.

Salah satu bahan industri kimia yang banyak dikonsumsi oleh industri kimia dalam negeri adalah etilen, yang selama ini masih banyak yang didatangkan dari luar negeri. Etilen merupakan salah satu senyawa penting dalam industri petrokimia. Etilen merupakan bahan dasar untuk berbagai produk *intermediate* maupun produk akhir seperti plastik, resin, *fiber*, elastomer, solven, surfaktan, *coating*, dan *antifreeze*. Etilen dibutuhkan oleh pabrikan sebagai bahan pembuat kemasan dan plastik. Saat ini di Indonesia produksi etilen didapatkan dari bahan baku nafta. Namun karena bahan baku yang digunakan merupakan nafta yang juga digunakan sebagai bahan pencampur memproduksi bahan bakar minyak (BBM), maka bahan nafta akan lebih dulu di alokasikan nafta untuk memproduksi BBM. Hampir semua produk etilen, sekitar 97% diperoleh dari nafta. Dengan semakin terbatasnya produksi gas dan minyak bumi serta meningkatnya kebutuhan gas dan

minyak bumi sebagai sumber energi, maka diperlukan alternatif untuk memproduksi etilen dengan cara dehidrasi etanol menjadi etilen.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam melakukan perancangan pabrik Etilen ini hal dasar yang harus dilakukan adalah menentukan kapasitas produksi pabrik. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi dalam pemilihan kapasitas pabrik Etilen, antara lain:

1.2.1 Kapasitas komersial

Salah satu pabrik yang memproduksi etilen di Indonesia yaitu PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk. Dengan kapasitas produksi sebesar 860.000 ton/tahun.

1.2.2 Kebutuhan dalam negeri

Penentuan kebutuhan Etilen dalam negeri menggunakan data impor kebutuhan Etilen dalam negeri. Data kebutuhan impor Etilen didapatkan dari salah satu lembaga statistik yang ada di Indonesia yaitu Badan Pusat Statistik (BPS).

Tabel 1.1 Data Impor Etilen (BPS, 2017)

TAHUN	IMPOR ETILEN (TON) / TAHUN
2013	628.278,39
2014	636.892,106
2015	705.633,378
2016	645.345,537
2017	620.711,723

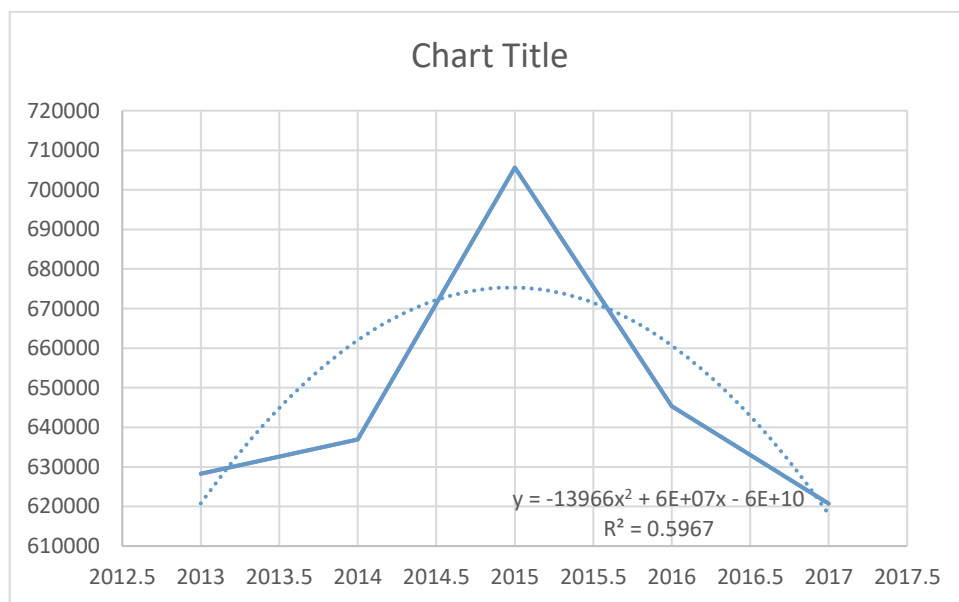
Berdasarkan data impor kebutuhan Etilen dalam negeri, untuk memperkirakan jumlah import etilen pada tahun 2023 di gunakan metode regresi linear dan regresi

polinomial yang di gambarkan pada grafik gambar 1.1 . untuk metode regresi linear di dapatkan nilai R² sebesar 0,001 dengan persamaan $y = -667,99x + 2000000$. Sedangkan pada gambar 1.1 dapat diliat dengan menggunakan regresi polinomial didapatkan nilai R² sebesar 0,596 dengan persamaan $y = -13966x^2 + 6E+07x - 6E+10$. Nilai R² yang di dapat lebih besar dan lebih mendekati nilai 1. Sehingga dari persamaan tersebut diperkirakan nilai impor etilen pada tahun 2023 sebesar 4.223.739 ton/ tahun dengan persamaan di bawah ini :

$$y = -13966x^2 + 6E+07x - 6E+10$$

$$y = -13966*(2023)^2 + 6E+07*(2023) - 6E+10$$

$$y = 4.223.739 \text{ ton}$$



Gambar 1.1 Data impor dan regresi polinomial Etilen tahun 2013 hingga 2017

1.2.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang di gunakan dalam merancang pabrik Etilen adalah Etanol, yang di dapatkan dari PT. INDO ACIDATAMA yang berada di surakarta dengan kapasitas 39.450 ton/th, PT. MOLINDO RAYA INDUSTRIAL dengan kapasitas

63.120 ton/th dan PT. ETANOL CERIA ABADI dengan kapasitas 10.400 ton/th dengan lokasi pabrik di malang, jawa timur.

Berdasarkan ketiga pertimbangan tersebut dan keterbatasan bahan baku maka pabrik etilen dari etanol akan didirikan dengan kapasitas 60.000 ton/tahun dengan bahan baku etanol yang di butuhkan sebesar 103.694 ton/tahun.

1.3. Tinjauan Pustaka

1.3.1. Etanol

Etanol atau sering juga disebut dengan alkohol adalah suatu cairan transparan, mudah terbakar, tidak berwarna, mudah menguap, dengan rumus kimia C_2H_5OH , dapat bercampur dengan air, eter, dan kloroform, yang diperoleh melalui fermentasi karbohidrat dari ragi yang disebut juga dengan etil alkohol (Bender, 1982). Rumus umum dari alkohol adalah $R-OH$ secara struktur alkohol sama dengan air, namun salah satu hidrogennya digantikan oleh gugus alkil. Gugus fungsional alkohol adalah gugus hidroksil, OH . Pemberian nama alkohol biasanya dengan menyebut nama alkil yang terikat pada gugus OH , kemudian menambahkan nama alkohol (Siregar, 1988). Etanol digunakan pada berbagai produk meliputi campuran bahan bakar, produk minuman, penambah rasa, industri farmasi, dan bahan-bahan kimia. Pembuatan etanol dalam industri ada 2 macam yaitu : 1) Cara non fermentasi (sintetik), suatu proses pembuatan alkohol yang tidak menggunakan enzim ataupun jasad renik, 2) Cara fermentasi, merupakan proses metabolisme dimana terjadi perubahan kimia dalam substrat karena aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroba (Endah *dkk*, 2007). Etanol untuk keperluan industri dalam skala lebih besar dihasilkan dari fermentasi tetes tebu, yaitu hasil samping dalam industri gula tebu.

1.3.2. Etilen

Etilen merupakan senyawa yang tersusun dari unsur hidrogen dan karbon atau hidrokarbon olefin yang paling ringan dengan berat molekul 28,054. Pada suhu kamar etilen berupa gas tidak berwarna, mudah terbakar, sedikit berbau wangi. Sifat kimia etilen ditentukan dari ikatan rangkapnya yang bereaksi terutama secara adisi menghasilkan hidrokarbon jenuh dan turunannya serta polimer (Kirk and Othner, 1981)

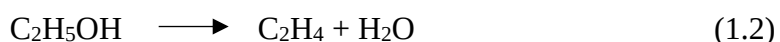
Etilen merupakan senyawa antara yang menjadi bahan baku berbagai produk turunannya berdasarkan karakteristik reaksi (Ketta, 1984). Sekarang hampir seluruh etilen dibuat dari gas alam, etana, propana, dan parafin lain yang berat serta fraksi minyak mentah, nafta, kerosin, dan gas oil. Sejumlah kecil etilen didapat dari gas keluaran kilang (*catalytic cracking*).

1.3.3. Pemilihan Proses

Beberapa cara pembuatan etilen menurut Mc. Ketta (1984) adalah :

a. Dehidrasi Etanol

Produksi etilen dari dehidrasi etanol masih jarang di gunakan untuk memproduksi etilen dalam skala industri. Reaksi dehidrasi etanol menjadi etilen merupakan reaksi yang diharapkan menjadi sumber alternatif produksi etilen. Pembuatan etilen dari dehidrasi etanol mengikuti persamaan reaksi berikut :



Reaksi terjadi dengan menggunakan katalis $\text{Ag}_3 \text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ dan beroperasi pada suhu 175 °C, yang selanjutnya dilakukan pemurnian untuk memisahkan kadar H_2O

dan C_2H_5OH . Pembentukan etilen dari reaksi dehidrasi etanol cukup menguntungkan dengan nilai konversi reaksi mencapai 99% pada tekanan 1,4 atm.

b. Pirolisis Hidrokarbon

Proses Pirolisis Hidrokarbon dapat menghasilkan etilen dalam skala besar, dimana pada umumnya digunakan etana, propana, butana dan gas oil sebagai bahan bakunya. Pada proses Pirolisis hidrokarbon bahan baku hidrokarbon bersama - sama dengan *steam* dimasukkan kedalam reaktor pirolisis (*furnace*). Reaksi yang terjadi di dalam *furnace* bersifat endotermis dan non isothermal. Proses berlangsung secara kontinyu dengan suhu 650 - 950 °C dan dengan perbandingan *steam* 0,3 - 0,7 dari bahan baku. Gas hasil reaksi didinginkan secara cepat dengan *Quenching Tower* guna menghindari terjadinya proses polimerisasi. Selanjutnya dilakukan pemurnian untuk memisahkan komponen komponen hidrokarbon yang terbentuk dari reaksi dengan menggunakan kolom fraksinasi (Mackenzie, et al., 1983).

c. Etilen dari Batu bara

Merupakan cara tidak langsung dan proses alternatif mengingat minyak bumi dan gas alam semakin menipis sementara persediaan batubara masih lebih banyak. Cara ini melibatkan 3 proses, yaitu :

Pertama yaitu gasifikasi batubara bawah tanah, reaksi syngas menjadi metanol dan reaksi metanol menjadi etilen. Untuk memurnikan syngas yang terbentuk di georeaktor, digunakan absorber untuk menyerap H_2S dengan menggunakan solven *Dimethyl Ether Polyethylene Glycol* (DEPG).

Kedua setelah dilakukan pemurnian dari H_2S maka syngas diumpankan

menuju reaktor multibed untuk menghasilkan metanol.

Ketiga metanol diumpankan menuju reaktor sintesis etilen yang dijalankan pada *fluidized-bed reactor* pada tekanan 1,2 atm dan suhu 250°C. Etilen dimurnikan dari gas keluar reaktor dengan menara distilasi. Etilen disimpan pada tekanan 6 atm dan suhu -65,6 °C.

Dari beberapa proses pembentukan etilen, dapat dilihat perbandingan dari ke tiga proses pembentukan etilen pada Tabel 1.2 berikut :

Tabel 1.2. Perbandingan Proses

PARAMETER	DEHIDRASI ETANOL	PIROLISIS HIDROKARBON	ETILEN DARI BATU BARA
Bahan baku	Etanol	Nafta	<i>Syngas</i>
Tekanan (atm)	1,4	±3,5	1,2
Suhu (°C)	175	650-900	250
Katalis	Ag ₃ PW ₁₂ O ₄₀	-	-
Fase Reaksi	gas-gas	gas-gas	cair-cair
Reaktor	<i>fixed bed multitube</i>	RAP Multitubular dengan <i>Box-Type Furnace</i>	<i>fluidized bed</i>
konversi	99%	92%	80%

Dari ketiga proses pembentukan etilen tersebut dipilih proses dehidrasi etanol menjadi etilen, proses tersebut dipilih dengan pertimbangan :

- Bahan baku etanol yang di produksi di dalam negeri sehingga tidak membutuhkan impor bahan baku, sedangkan ke dua proses yang lain menggunakan bahan baku yang tidak terbarukan dan nafta dapat di alokasikan lebih sebagai sumber energi.
- Proses berlangsung pada tekanan 1,4 atm sehingga cukup aman
- Suhu operasi yang tidak terlalu tinggi sehingga tidak membutuhkan energi yang besar dalam operasi pabrik, suhu reaksi pada 175°C.

d. Proses dehidrasi etanol memiliki konversi mencapai 99% (Gurgul., et al., 2011).

1.4. Tinjauan Kinetika

Ditinjau dari reaksi yang terjadi, kecepatan reaksi pada pembuatan etilen akan bertambah bersama dengan kenaikan suhu. Hal ini dijelaskan dalam persamaan Arrhenius sebagai berikut :

$$k = A \exp(-E_a/RT) \quad (1.3)$$

Keterangan :

k = Konstanta kecepatan reaksi

A = Faktor frekuensi

T = Suhu (K)

E_a = Energi aktivasi

R = Konstanta gas ideal

Dimana diperoleh harga konstanta (Butler, 1968) :

E_a = -26.000 kcal/mol

A = 3 x 10⁸ L/mol.detik

R = 1,987 kcal/gmol.K

T = 448°K

$k = A \exp(-E_a/RT)$

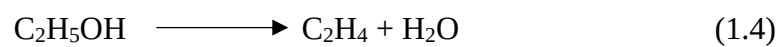
$k = 3 \times 10^8 \exp(-26.000 / (1,987 \times 448))$

$k = 6,2 \times 10^{-5} /s$

Dari perhitungan di peroleh konstanta kecepatan reaksi atau k pada reaktor dengan suhu 175°C dan tekanan 1,4 atm sebesar 6,2 x 10⁻⁵ /s

1.5 Tinjauan Termodinamika

Dalam perancangan reaktor yang digunakan , untuk mengetahui apakah reaksi berjalan secara endotermis atau eksotermis maka perlu dilakukan pencarian entalpi dari reaksi yang terjadi, sehingga diketahui apakah reaktor yang di gunakan membutuhkan suplai pemanas atau pendingin.



Reaksi di atas merupakan reaksi pembentukan etilen dari etanol, reaksi beroperasi pada suhu 175 °C dan tekanan 1,4 atm. Berikut ini merupakan penentuan entalpi reaksi etanol menjadi etilen.

Tabel 1.3 Harga nilai entalpi setiap komponen

Komponen	ΔH_f (kj/kmol)
C₂H₅OH	-235,3
C₂H₄	52,286
H₂O	-241,8

data ΔH_{f448}° pada masing-masing komponen tersebut digunakan untuk menghitung ΔH_R° , perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\Sigma \Delta H_R^\circ = \Sigma \Delta H_{f448}^\circ \text{ Product} - \Sigma \Delta H_{f448}^\circ \text{ Reactan} \quad (1.5)$$

$$= [52,286 + (-241,8)] \text{ kj/kmol} - [-235,3] \text{ kj/kmol}$$

$$= 45,786 \text{ kj/kmol}$$

Dari perhitungan tersebut nilai ΔH_R° yang didapatkan adalah positif, karna nilai ΔH_R° bernilai positif maka reaksi tersebut merupakan reaksi endotermis, sehingga reaksi pembentukan etilen dari etanol membutuhkan suplai pemanas untuk menjaga kondisi operasi.

