

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan Sumber Daya Alam (SDA) yang sangat melimpah. Sehingga pada era industrialisasi ini, diharapkan banyak industri pembuatan bahan mentah yang diolah menjadi produk tertentu dan dapat mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri. Industri pengolahan bahan mentah ini diharapkan dapat membantu untuk menyerap tenaga kerja dan menambah devisa negara serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Dalam perkembangannya menuju negara maju di segala bidang, Indonesia harus mampu bersaing dengan negara-negara industri lain di dunia secara kualitas maupun kuantitas. Peningkatan tersebut juga terjadi pada industri kimia.

Meningkatnya taraf hidup penduduk Indonesia mendorong kesadaran yang lebih terhadap perawatan tubuh. Hal ini memicu pula berkembangnya industri-industri yang menghasilkan produk-produk perawatan tubuh seperti sampo, sabun dan kosmetik sehingga berakibat pada meningkatnya kebutuhan industri. Kelompok industri ini banyak membutuhkan surfaktan dan salah satu surfaktan yang banyak digunakan oleh kelompok industri ini adalah *fatty alcohol ethoxylate* (FAE).

FAE merupakan surfaktan nonionik yang digunakan sebagai bahan baku ataupun bahan pembantu dalam industri kimia. Industri kimia yang menggunakan bahan baku FAE adalah industri detergen. Selain itu juga digunakan sebagai *wetting* dan *cleaning agents* dalam kosmetik, pertanian, tekstil, kertas, minyak dan berbagai industri lainnya. Saat ini kebutuhan FAE di Indonesia dipenuhi oleh PT. Polychem Indonesia dan sebagian besar masih mengimpor dari Singapore dan Jerman.

Ada beberapa faktor yang mendorong pendirian pabrik FAE di Indonesia diantar lain:

- a. Memenuhi kebutuhan FAE dalam negeri (mengurangi kebutuhan impor sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap negara lain)

- b. Membuka lapangan kerja baru sehingga menurunkan tingkat pengangguran
- c. Menghemat devisa negara
- d. Semakin banyak minat investor untuk menanamkan modalnya pada industri FAE yang memang menjanjikan keuntungan yang cukup besar.

1.2 Kapasitas Perancangan

Dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik FAE ini perlu mempertimbangkan beberapa hal yang diantaranya proyeksi konsumsi FAE, jumlah produksi FAE yang sudah dipenuhi, oleh produsen dalam negeri, kapasitas minimal atau maksimal yang terpasang dan ketersediaan bahan baku.

1.2.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan FAE adalah etilen oksida dan *fatty alcohol*. Etilen oksida diperoleh dari PT. Polychem Indonesia Cilegon, Banten, sedangkan *fatty alcohol* diperoleh dari PT. Ecogreen Oleochemicals Batam. Sehingga ketersediaan bahan baku dari FAE dapat diperoleh dari dalam negeri.

1.2.2 Kebutuhan FAE di Indonesia

Berdasarkan data yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS), kebutuhan FAE di Indonesia cukup banyak dan meningkat setiap tahunnya. Berikut ini adalah data yang menunjukkan kebutuhan FAE.

Tabel 1.1 Data Impor FAE

Tahun	Ton/Tahun
2010	27.158,915
2011	28.875,527
2012	23.735,767
2013	26.592,322
2014	31.955,242

(Badan Pusat Statistik, 2010-2014)

Dari data kebutuhan impor FAE pada tahun 2020 akan terus meningkat. Persamaan yang diperoleh adalah $y = 2328.6x + 21743$ dimana x adalah tahun impor

dan y adalah kapasitas impor dalam ton/tahun. Maka dengan menggunakan persamaan tersebut dapat diprediksikan kapasitas impor pada tahun 2020 adalah sebesar 47.358 ton/tahun.

1.2.3 Kapasitas Minimum

Kebutuhan FAE tidak hanya diperlukan di Indonesia tetapi juga di luar negeri. Pabrik FAE yang sudah berdiri secara global beserta kapasitasnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1.2 Perusahaan FAE di Dunia

Perusahaan	Kapasitas (Ton)
Venus Ethoxyethers Pvt. Ltd	30.000
Thai Ethoxylate Co., Ltd	50.000
India Glycols. Ltd	70.000

Dalam penentuan kapasitas pabrik, salah satu persyaratan yang digunakan adalah kapasitas minimum pabrik yang sudah berdiri di Indonesia. Pabrik FAE yang sudah berdiri di Indonesia adalah PT. Polychem di Cilegon dengan kapasitas 60.000 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan dari kapasitas pabrik yang sudah berdiri dan kebutuhan impor, maka kapasitas untuk prarancangan pabrik FAE yang akan didirikan adalah sebanyak 50.000 ton/tahun.

1.3 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi suatu pabrik merupakan salah satu hal penting dalam perancangan pabrik, karena lokasi pabrik sangat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam hal persaingan maupun penentuan kelangsungan berdirinya suatu pabrik. Beberapa pertimbangan dalam pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan strategis akan memberikan keuntungan yang cukup maksimal. Pemilihan lokasi pabrik didasarkan pada beberapa faktor, sebagai berikut:

1.3.1 Faktor Primer

1.3.1.1 Bahan Baku

Bahan baku merupakan hal yang penting dalam proses produksi pabrik. Lokasi yang dekat dengan sumber bahan baku, dengan penyuplai bahan baku yaitu PT. Polychem Indonesia di Cilegon dan PT. Ecogreen Batam.

1.3.1.2 Pemasaran

FAE merupakan bahan baku yang banyak digunakan untuk produk perawatan tubuh. Bahan ini dapat dipasarkan pada perusahaan industri *health care* PT. Procter & Gamble Indonesia yang terdapat di Karawang, Jawa Barat. Selain itu, pabrik terletak dekat dengan pelabuhan yang dapat mempermudah untuk mengekspor produk.

1.3.1.3 Utilitas

Utilitas dan sarana penunjang lainnya dapat diperoleh dengan mudah, karena daerah Cilegon merupakan kawasan industri. Lokasi pabrik dekat dengan sumber air, yaitu Sungai Cidanau. Sedangkan untuk kebutuhan listrik diambil dari Perusahaan Listrik Negara (PLN).

1.3.1.4 Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat dipenuhi dengan mudah karena daerah Cilegon dekat dengan Ibukota yang terdapat banyak penduduk maupun sekitar pabrik yang kebutuhan dan keterampilannya sesuai dengan kriteria perusahaan. Diharapkan dengan berdirinya pabrik ini yaitu dapat membuka lapangan kerja baru.

1.3.1.5 Transportasi dan Telekomunikasi

Cilegon merupakan tempat strategis, karena lokasi dekat dengan pelabuhan, bandara, stasiun dan akses jalan tol. Sehingga memudahkan dalam pengangkutan. Jaringan telekomunikasi seperti telepon, faksimile dan internet juga sudah tersedia.

1.3.2 Faktor Sekunder

1.3.2.1 Kebijakan Pemerintah

Peraturan pemerintah sudah menetapkan bahwa daerah Cilegon merupakan kawasan industri, sehingga hal-hal yang dibutuhkan untuk kelangsungan pabrik sudah tersedia. Pemerintah sebagai penyedia fasilitas telah memberikan kemudahan dalam perizinan, pajak dan hal yang terkait dengan pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

1.3.2.2 Keadaan Geografis

Kondisi geografis di Cilegon aman untuk pendirian pabrik karena tanah yang datar dan luas sehingga sangat menguntungkan.

1.3.2.3 Faktor Ekologi dan Polusi

Pemerintah Cilegon mengeluarkan beberapa peraturan mengenai polusi udara. Salah satunya terkait batasan jumlah emisi udara buang yang dikeluarkan pabrik di kawasan industri tersebut.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Proses Etoksilasi pada Pembuatan FAE

Etoksilasi surfaktan nonionik diproduksi dalam industri dengan mereaksikan etilen oksida dengan molekul organik yang mengandung hidrogen aktif seperti *fatty alcohol*, alkilfenol, atau asam lemak. Reaksi yang terjadi biasanya dalam fase cair dengan suhu operasi 150-180°C dan tekanan 2-5 atm, dengan bantuan katalis alkalin yaitu KOH atau NaOH (Serio, 1995).

Jenis reaktor yang digunakan untuk membentuk etilen oksida dengan penambahan alkanol linier biasanya adalah reaktor gelembung. Reaksi etoksilasi digunakan di dalam reaktor yang terbuat dari *stainless steel*. Katalis dan alkanol hanya dimasukkan ke dalam campuran dengan kondisi suhu dan tekanan yang terkendali (*US Patent 3.359.331*).

Reaksi etilen oksida adalah eksotermik. Pada proses kontinyu, reaktor tabung atau reaktor berpengaduk atau kombinasi dari keduanya atau reaktor gelembung digunakan untuk memproduksi pelarut atau produk. Proses etoksilasi *semi-batch* terbawa dalam reaktor berpengaduk atau tipe reaktor *loop* yang berbeda untuk memproduksi rantai panjang etoksilat (Serio,1995).

1.4.2 Kegunaan Produk FAE

Kegunaan FAE dalam industri antara lain (HERA, 2009):

1. Industri surfaktan

Jenis surfaktan dapat diklasifikasikan berdasarkan penggunaannya, yaitu sebagai agen pengemulsi, agen pendispersi, dan agen berbasa. Konsumen utama FAE adalah industri deterjen. Secara umum, surfaktan dari asam lemak dan minyak lebih unggul di pasaran.

2. Industri tekstil

FAE merupakan komposisi aktif sebagai agen anti penguapan yang digunakan dalam industri tekstil.

1.4.3 Sifat Fisik dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1 Bahan Baku

1.4.3.1.1 Etilen Oksida

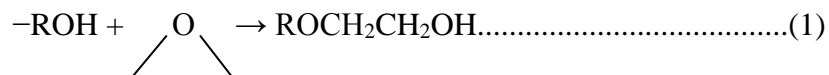
A. Sifat Fisis (Othmer, 1990)

- Rumus molekul : C_2H_4O
- Berat molekul : 44,05 g/gmol
- Wujud : Gas
- Tekanan kritis : 7,19 MPa
- Suhu kritis : 195,8°C
- *Flash point* : < -18°C
- *Freezing point* : -111,7°C
- Kemurnian : 98%

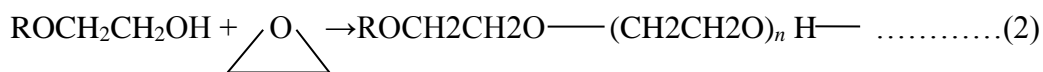
B. Sifat Kimia (Othmer, 1990)

• Polimerisasi

Reaksi etilen oksida dengan pengenalan nukleofil sebuah kelompok *hydroxyethyl* :



Produk dari reaksi ini juga dapat bereaksi dengan etilen oksida jika proses ini diulang berkali-kali, sebuah polimer terbentuk :



Berat molekul polimer rendah pada etilen oksida, poli (etilen glikol), terbentuk dengan memungkinkan etilen oksida bereaksi dengan air atau alkohol di bawah kondisi yang tepat. Berat molekul rata-rata dapat bervariasi 200-1400.

Polimer dengan berat molekul rata-rata lebih tinggi, 90000 sampai 4×10^6 , yang dibentuk oleh proses polimerisasi anionik berkoordinasi. Literatur paten menggambarkan berbagai senyawa organologam senyawa alkali tanah dan campuran sebagai katalis polimerisasi. Oksida besi yang menumpuk di penyimpanan etilen oksida juga mengkatalis polimerisasi, ini mengarah pada pembentukan residu nonvolatil.

• Pembentukan eter

Etilen oksida membentuk oligomer siklik (eter) dengan adanya asam Lewis *fluorinated* seperti boron trifluorida, fosfor pentaflorida, atau antimony pentaflorida. Hidrogen florida adalah katalis yang lebih disukai.

• Reaksi dengan Kimia Lain

- Air

Wurtz adalah orang pertama yang mendapatkan etilen glikol dengan memanaskan etilen oksida dan air dalam tabung tertutup. Kemudian, tercatat bahwa produk, yaitu dietilen glikol dan trietilen juga terbentuk dalam reaksi ini. Sintesis struktur senyawa polimer pertama ini didefinisikan dengan baik. Hidrasi lambat

pada suhu kamar dan kondisi netral, tetapi jauh lebih cepat dengan katalis asam atau basa.

- Alkohol

Reaksi ini paralel dari etilen oksida dengan air. Produk utama adalah monoeter etilen glikol, sedangkan produk sekunder adalah monoeter poli (etilen glikol).

- Amonia dan Amina

Etilen oksida dengan ammonia membentuk campuran mono-, di-, dan triethanolamina. Nitrogen adalah nukleofil kuat dari oksigen. Air dalam jumlah sedikit sangat penting untuk reaksi. Senyawa nitrogen kompleks terbentuk dari reaksi alkilamina dengan etilen oksida.

- Hidrogen Sulfida dan Merkaptan

Etilen oksida bereaksi dengan hidrogen sulfida menghasilkan 2-merkaptetanol dan thiodiglikol (*bis-2-hidroxietyl sulfide*). Kondisi reaksi menentukan proporsi setiap turunan.

- Reagen Grignard

Etilen oksida bereaksi dengan reagen Grignard, RMgX , menghasilkan bersamaan dengan 2 karbon homolog, $\text{RCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$.

- Alkil Halida, Hidrogen Halida, dan Metalik Halida

Etilen oksida bereaksi dengan asetil klorida pada suhu yang sedikit ditinggikan dengan adanya hidrogen klorida untuk memberi asetat dari etilen kloridrin. Hidrogen halida bereaksi dari halohidrin yang sesuai.

- Komponen yang Mengandung Metilen Aktif dan Gugus *Methine*

Komponen yang mengandung gugus $-\text{CH}_2-$ atau $-\text{CH}-$ aktif seperti malonik, *monosubstituted malonic ester*, etil sianoasetat, β -keto ester, bereaksi dengan etilen oksida dibawah kondisi standar.

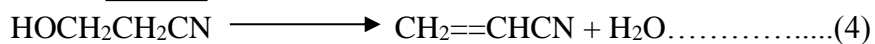
- Fenol

2-hidroksietil aril eter terbuat dari reaksi etilen oksida dengan fenol pada temperatur dan suhu yang tinggi. 2-fenoksietil alcohol adalah parfum fiksatif. Alkil fenol eter dari polietilen glikol yang tertinggi merupakan agen surfaktan aktif.

Dibuat dengan menambahkan etilen oksida ke alkilfenol pada suhu 200°C dan tekanan 200-250 kPa (>2 atm), menggunakan sodium asetat atau hidroksida sebagai katalis.

- Hidrogen Oksida

Etilen oksida siap bereaksi dengan hidrogen sianida dengan adanya katalis alkalin seperti dietilamin, untuk memberikan etilen sianohidrin. Produk ini mudah dehidrasi untuk memberikan hasil akrilonitril 80-90% :



Etilen sianohidrin dapat dihidrolisis menjadi asam akrilik atau diesterifikasi untuk memberi alkil akrilat yang sesuai.

- Reaksi Lain

Etilen oksida dianggap sebagai polutan lingkungan. Autodekomposisi dari uap etilen oksida terjadi pada suhu sekitar 500°C pada tekanan 1 atm untuk memberi metana, karbon monoksida, hidrogen dan etana.

1.4.3.1.2 Fatty Alcohol

A. Sifat Fisis (Othmer, 1990)

- Rumus molekul : C₁₂H₂₆O
- Berat molekul : 186 g/gmol
- *Specific gravity* pada 20°C : 0,8306
- *Boiling point* : 138°C (1 atm)
- *Melting point* : 24°C
- Viskositas : 18,8 Cp

B. Sifat Kimia (Orthmer, 1990)

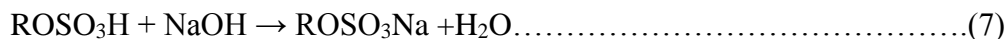
- Esterifikasi



- Sulfasi

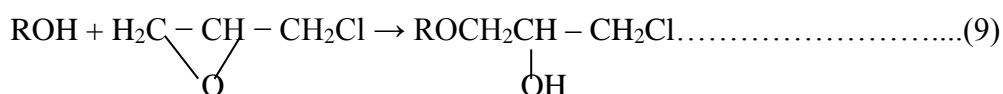
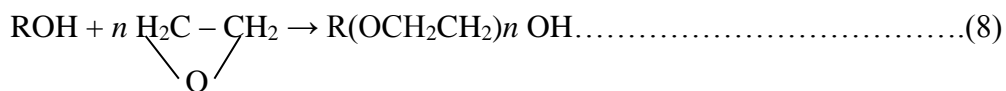


Alkyl sulfuric acid



Sodium alkyl sulfate

- Etherifikasi



Alkyl chlorohydrin ether

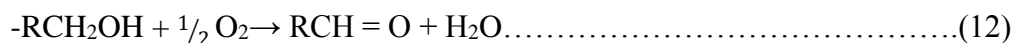
- Halogenasi



- Dehidrasi



- Oksidasi



1.4.3.2 Bahan Pembantu

1.4.3.2.1 Potassium Hidroksida

A. Sifat Fisis (Othmer, 1990)

- Rumus molekul : KOH
- Berat molekul : 56,108 g/mol
- *Specific gravity* : 2,04
- Titik didih : 1327 °C
- pH : 13,5
- Titik leleh : 380 °C

B. Sifat Kimia (Othmer, 1990)

Pembuatan KOH dapat dilakukan dengan cara elektrolisis Potassium klorida (KCl) sel elektrolisis yang digunakan sama seperti yang digunakan untuk produksi NaOH-Cl₂

1.4.3.3 Produk

1.4.3.3.1 Fatty Alcohol Ethoxylates (FAE)

A. Sifat Fisis (Othmer, 1990)

- Rumus Molekul : C₁₆H₃₄O₃
- Berat Molekul : 274,4 g/gmol
- Warna : Kuning pucat
- Titik Ruang : 6°C
- Densitas @20°C : 0,8870-0,8930 g/ml

B. Sifat Kimia (Othmer, 1990)

- Kelarutan : tidak dapat larut dalam air
- pH : 6-8
- *Flash Point* : 162°C
- *Pour Point* : 6°C