BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Peradaban manusia terus berkembang seiring dengan perkembangan industri di Indonesia, perubahan ini didorong oleh meningkatnya kebutuhan manusia dalam segala aspek. Salah satu bagian industri yang berkembang pesat adalah industri kimia, industri ini mengolah bahan mentah menjadi bahan setengah jadi maupun bahan jadi yang siap untuk dipasarkan. Permintaan pasar akan kebutuhan bahan-bahan kimia semakin meningkat sehingga pembangunan industri kimia perlu ditumbuh kembangkan.

Salah satu bahan kimia yang banyak digunakan adalah etil akrilat, penggunaan utama bahan kimia ini sebagai bahan baku pembuatan resin akrilat, yang kemudian digunakan dalam formulasi cat dan produk lateks. Etil akrilat digunakan untuk membentuk lapisan cat yang tahan terhadap air, sinar matahari dan cuaca, lapisan ini mempertahankan fleksibilitasnya bahkan pada temperatur rendah (*Department of Health and Human Services Public Health Services, 1998*).

1.2 Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik etil akrilat didasarkan pada beberapa hal, diantaranya meliputi :

1.2.1 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan etil akrilat adalah etanol dan asam akrilat. Etanol diperoleh dari PT. Indonesia Ethanol Industry di Lampung Tengah dengan kapasitas produksi 35.000 kL/tahun (Fatoni, 2010) sedangkan bahan baku asam akrilat diperoleh dari PT. Nippon Shokubai Indonesia (NIS) di Cilegon dengan kapasitas produksi 80.000 ton/tahun sehingga ketersediaan bahan baku tidak menjadi masalah karena cukup tersedia di Indonesia (Anonim, 2012).

1.2.2 Kapasitas Pabrik yang Telah Berproduksi

Kapasitas pabrik etil akrilat yang telah berproduksi digunakan sebagai pembanding dalam menentukan kapasitas pabrik atil akrilat yang akan didirikan. Beberapa pabrik etil akrilat yang telah berdiri di Indonesia adalah PT. Nippon Shokubai Indonesia (NIS) di Cilegon dengan kapasitas produksi 60.000 ton/tahun dan PT. Panca Puri Industrial di Anyer dengan kapasitas produksi sebesar 20 ton/tahun (Anonim, 2012).

Tabel 1.1 Daftar Produsen Etil Akrilat di Dunia (Anonim, 2011)

No.	Perusahaan	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1.	Union Carbide	Amerika	95.000
2.	Gao-Qian	Cina	30.000
3.	Basf	Amerika	150.000
4.	Sumitomo Chemical	Jepang	80.000
5.	Oita Chemical	Jepang	60.000
6.	Nippon Shokubai	Jepang	210.000
7.	Mitsubishi Yuka	Jepang	110.000
8.	Asahi Chemical	Jepang	18.000
9.	Formosa Plastics	Taiwan	65.000
10.	Lucky Ltd.	Korea	65.000

1.2.3 Kebutuhan Etil Akrilat di Indonesia

Data impor kebutuhan etil akrilat di Indonesia diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS) dari tahun 2005 sampai 2011. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Impor Kebutuhan Etil Akrilat di Indonesia berdasarkan data Biro Pusat Statistik

No.	Tahun	Data Impor (Ton)	Selisih (ton)
1.	2005	12.954,597	3.770,831
2.	2006	16.725,428	6.956,566
3.	2007	23.681,994	10.545,86
4.	2008	34.227,854	-4.840,81
5.	2009	29.387,044	-2.580,47
6.	2010	26.806,574	2.262,29
7.	2011	29.068,864	
Total			16.114,27

Dari tabel diperoleh rata-rata kebutuhan impor etil akrilat sebesar 2.302,038 ton/tahunnya, selanjutnya dapat diketahui total kebutuhan impor etil akrilat pada tahun 2019 sebesar 47.485,17 ton. Berdasarkan pertimbangan dari data impor Indonesia dan kapasitas minimum pabrik etil akrilat di Indonesia maka dengan menggunakan analisa rata-rata kebutuhan impor per tahunnya, akan dapat diperkirakan kebutuhan etil akrilat pada tahun 2019 sebesar 47.485,17 ton/tahun. Pemilihan kapasitas produksi yang direncanakan pada tahun 2019 adalah 50.000 ton/tahun guna mencukupi kebutuhan dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor. Selain di Indonesia, etil akrilat banyak dibutuhkan negara-negara berkembang, seperti : Australia membutuhkan sekitar 14.000 ton/tahun, Jepang (2.000 ton/tahun) dan Amerika (30.000 ton/tahun) (Anonim, 2011).

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik sangat berpengaruh pada keberadaan suatu pabrik, baik dari segi komersial maupun kemungkinan pengembangan di masa mendatang. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam penentuan lokasi pabrik meliputi :

a. Letak pabrik terhadap pasar, bahan baku dan transportasi
b. Ketersediaan tenaga kerja, sumber tenaga dan air
c. Cuaca atau iklim setempat
d. Keadaan tanah
e. Keadaan masyarakat dan peraturan daerah setempat
f. Kemungkianan perluasan pabrik

Berdasarkan beberapa pertimbangan, pabrik etil akrilat ini direncanakan didirikan didaerah Cilegon-Banten dengan pertimbangan sebagai berikut :

a. Kota Cilegon sebagai pintu gerbang pulau Jawa dan Sumatera serta memiliki garis pantai sepanjang 17 km, serta didukung oleh pelabuhan bertaraf internasional dan adanya pelabuhan khusus serta beberapa kawasan industri yang menjadikan kota Cilegon sebagai daerah tujuan invesatasi yang menarik bagi calon investor (Pemerintah Kota Cilegon, 2012)
b. Menurut pemerintah kota Cilegon, Cilegon terbuka untuk beberapa investasi, seperti : bidang usaha besi dan baja, bidang usaha kimia, bidang usaha plastik, bidang usaha manufaktur, bidang usaha pariwisata dan bidang usaha jasa-jasa lainnya. Salah satu misi Kota Cilegon adalah meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui penanggulangan kemisikinan dan pengangguran melalui daya dukung sektor industri, perdagangan dan jasa.
c. Letak pabrik terhadap pasar, bahan baku dan transportasi

   Daerah Cilegon dekat dengan bahan baku sehingga dapat memperkecil biaya transportasi, dalam kemudahan sarana transportasi. Cilegon termasuk kawasan industri yang ditetapkan oleh pemerintah dimana tersedianya lahan dan infrasruktur yang memadai seperti jalan raya yang memudahkan transportasi maupun pendistribusian produk ke tujuan melalui darat serta

dekat dengan laut sehingga memudahkan transportasi jalan laut melalui pelabuhan.

d. Ketersediaan tenaga kerja, sumber tenaga dan air

Tenaga kerja tersedia karena merupakan daerah kawasan industri yang sudah mapan. Fasilitas pendukung berupa air, energi dan bahan bakar tersedia cukup memadai karena merupakan kawasan industri. Kebutuhan utilitas dapat dipenuhi oleh perusahaan penyedia jasa pemenuhan kebutuhan utilitas. Kebutuhan tenaga listrik dipenuhi oleh PT. PLN unit PLTU Suralaya yang lokasinya tidak jauh dari kawasan industri dan kebutuhan air dapat diperoleh dari sumber air sungai Cidanau.

e. Cuaca atau iklim setempat dan keadaan tanah

Kota Cilegon terletak antara 105º54’05” - 106º05’11” Bujur Timur dan 5º52’24” - 6º04’07” Lintang Selatan (Pemerintah Kota Cilegon, 2012). Kawasan industri Cilegon berada dalam daerah yang beriklim tropis, sehingga cuaca dan iklim relatif stabil. Begitu pula keadaan tanah yang relatif stabil.

f. Keadaan masyarakat dan peraturan daerah setempat

Karena terletak dalam kawasan industri, maka segala macam perijinan menjadi lebih mudah. Adanya dorongan dari pemerintah daerah dalam pengembangan industri juga diharapkan dapat memberikan keuntungan tersendiri.

g. Kemungkianan perluasan pabrik

Kemungkinan perluasan pabrik sangat ditunjang dengan adanya banyak lahan kosong didaerah sekitar.

h. Orientasi pasar etil akrilat adalah di Jawa Barat karena banyak pabrik yang mengunakan etil akrilat sebagai bahan baku pabrik cat dan kertas.

Tabel 1.3 Daerah yang belum terjual dikota Cilegon

(Pemerintah Kota Cilegon, 2012)

No.	Pengelola kawasan	Potensi kawasan	Terjual	Belum terjual
1.	Kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC I)	55 Ha	250,94 Ha	198,06 Ha
2.	Kawasan Krakatau Industrial Estate Cilegon (KIEC II)	80,9 Ha	0,9 Ha	80 Ha
3.	Kawasan Panca Puri	242 Ha	72 Ha	170 Ha
4.	PT. Cipta Niaga Internasional	22 Ha	2 Ha	20 Ha
5.	PT. Cipta Niaga Internasional	40 Ha	0	0

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Proses Pembuatan Etil Akrilat

Berikut ini adalah macam-macam proses pembuatan Etil akriklat yang meliputi :

a. Proses esterifikasi

Pada proses ini asam akrilat direaksikan dengan metanol atau etanol (United States Patent No. 2005/0107629 A1). Reaksi ini berlangsung pada suhu 70^{o}C pada tekanan atmosferis (Horshberger et al., 2005).

Berikut ini adalah reaksi antara asam akrilat dan etanol membentuk etil akrilat dan air. Reaksi :

$$CH_2 = CHCOOH + CH_3OH \rightarrow CH_2 = CHCOOCH_3 + H_2O \quad ...(1.1)$$

Menurut Ullmann's (1985), katalis yang sering digunakan dalam reaksi ini adalah jenis katalis asam kuat seperti asam *p-toluenensulfonic* dan asam sulfat.

b. Proses Asetilen

Menurut Ullmann's (1985), proses ini melibatkan Asetilen dengan alkohol dalam pembuatan akrilik ester dengan bantuan katalis nikel karbonil. Reaksi ini terjadi dalam suasana asam pada suhu 40^{o}C dan pada tekanan 1 atm. Reaksi :

$$4C_2H_2 + 4ROH + 2HCl + Ni(CO)_2 \rightarrow 4CH_2{=}CHCOOR + NiCl_2 + H_2 \quad ...(1.2)$$

Dengan proses ini etil akrilat dapat diproduksi dengan mereaksikan asetilen dengan etanol dengan reaksi sebagai berukut :

$$4C_2H_2 + 4CH_3OH + 2HCl + Ni(CO)_2 \rightarrow 4CH_2{=}CHCOOCH_3 + NiCl_2 + H_2 \quad ...(1.3)$$

c. Proses Reppe bertekanan tinggi

Menurut Ullmann's (1985), proses ini terjadi antara reaksi Asetilen dengan dengan karbon mononoksida dan gugus hidroksil dengan bantuan nikel bromide-*cooper (II) bromide* sebagai katalisnya. Reaksi ini berlangsung sekitar 14 mPa pada suhu 200^{o}C. Reaksi :

$$C_2H_2 + CO + H_2O \rightarrow CH_2{=}COOH \quad ...(1.4)$$

Dengan proses ini etil akrilat dapat diproduksi dengan mereaksikan asetilen dengan karbon monoksida dan etanol dengan reaksi sebagai berukut :

$$C_2H_2 + CO + CH_3OH \rightarrow CH_2{=}COOCH_3 \quad ...(1.5)$$

d. Proses oksidasi *propene*

Menurut Ullmann's (1985), proses ini melibatkan oksidasi katalitik *propene* pada fase gas dengan udara dan uap untuk membentuk asam akrilat. Reaksi :

$$CH_2=CHCH_3 + 3/2\ O_2 \rightarrow CH_2=CHCOOH + H_2O \qquad ...(1.6)$$

Proses selanjutnya yang harus dilakukan untuk mendapatkan produk berupa etil akrilat dengan cara proses esterifikasi yaitu mereaksikan asam akrilat dengan alkohol dengan bantuan katalis.

1.4.2 Alasan Pemilihan Proses

Proses yang dipilih dalam pembuatan etil akrilat pada pabrik ini adalah proses esterifikasi antara etanol dengan asam akrilat. Pemilihan proses ini didasarkan pada :

a. Proses relatif lebih sederhana
b. Harga bahan baku yang relatif lebih murah
c. Kondisi operasi yang relatif lebih aman.

1.4.3 Kegunaan Produk

Etil akrilat digunakan dalam berbagai industri sebagai perantara dalam produksi emulsi berbasis polimer. Penggunaan utama etil akrilat adalah dalam pembuatan resin akrilat, yang kemudian digunakan dalam formulasi cat, pelapis industri, produk lateks dan bahan gigi tiruan (*Department of Health and Human Services Public Health Services, 1998*).

Disamping itu etil akrilat juga digunakan untuk membentuk lapisan cat yang tahan terhadap air, sinar matahari dan cuaca, lapisan ini dapat mempertahankan fleksibilitasnya bahkan pada temperatur rendah dan biasanya juga digunakan dalam industri sebagai pelapis untuk kaleng dan koil. Keuntungan yang lain, ketika etil akrilat ditambahkan pada proses pembuatan kain akan membuat tekstur dan daya tahan kain semakin baik, etil akrilat mampu mengikat kotoran, meningkatkan abrasi, dan mengikat pigmen pada kain. Kertas yang

dilapisi dengan etil akrilat akan membuatnya kedap air (seperti : majalah, buku dan kertas bisnis), etil akrilat membuat mereka tahan terhadap air, lemak, dan minyak. Etil akrilat juga digunakan dalam perekat untuk amplop, label, dan *decals* dan juga digunakan sebagai zat aditif dalam berbagai sabun wangi , deterjen, krim *lotion*, parfum, dan sebagai sari buah sintetis (IARC, 1986).

Etil akrilat juga ditemukan dalam barang rumah tangga seperti kit kuku dan digunakan dalam pembedahan team medis yang membantu mengikat jaringan, penghambat luka dan peralatan *iloestomy* (*Department of Health and Human Services Public Health Services*, 1998).

1.4.4 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku dan Produk

❖ Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku

a. Asam akrilat

Sifat fisis (Kirk-Othmer, 1982) :

- Rumus molekul : $C_3H_4O_2$
- Densitas (25^oC) : 1,045 g/mL
- Titik didih (101,3 kPa) : 141^oC
- Titik lebur : $13,5^oC$
- *Flash point* : 68^oC
- *Refractive index* (25^oC) : $1,4185^oC$

Sifat kimia :

- Reaksi Esterifikasi

  Pada proses ini asam akrilat direaksikan dengan metanol atau etanol. Berikut ini adalah reaksi antara asam akrilat dan etanol membentuk etil akrilat dan air.

  Reaksi :

  $CH_2 = CHCOOH + CH_3OH \rightarrow CH_2 = CHCOOCH_3 + H_2O$ ...(1.7)

- Reaksi Adisi

  Asam akrilat dapat diadisi dengan halogen, hidrogen halida dan hidrogen sianida.

Reaksi :

$$CH_2 = CHCOOH + HX \rightarrow CH_2COOR + H_2CX \quad ...(1.8)$$

b. Etanol

Sifat fisis (Kirk-Othmer, 1982) :

- Berat molekul : 46,069 kg/kmol
- *Boiling point* : 78,29^oC (1 atm)
- *Flash point* : 14^oC
- *Freezing point* : -114,1^oC
- Suhu kritis : 234,1^oC
- Tekanan kritis : 6383,43 kPa
- Densitas : 789,3 kg/m^3
- viskositas (20^oC) : 1,17 cP
- *Entalphy* pembentukan (25^oC) gas : 234,81.10^3 kJ/kmol

Sifat Kimia :

- Reaksi Dehidrogenasi

  Dehidrogenasi etanol menjadi asetaldehid. Reaksi adalah sebagai beikut :

  $$C_2H_5OH \rightarrow CH_3CHO + H_2 \quad ...(1.9)$$

- Reaksi Dehidrasi

  Etanol dapat mengalami reaksi dehidrasi menjadi etilen atau etil eter.

  Reaksi :

  $$C_2H_5OH \rightarrow C_2H_4 + H_2O \quad ...(1.10)$$

  $$C_2H_5OH \rightarrow CH_3CH_2OCH_2CH_3 + H_2O \quad ...(1.11)$$

- Reaksi *Haloform*

  Etanol jika direaksikan dengan sodium hipoklorit dapat menghasilkan kloroform.

  Reaksi :

  $$C_2H_5OH + NaOCl \rightarrow CH_3CHO + NaCl + H_2O \quad ...(1.12)$$

$$CH_3CHO + 3NaOC \rightarrow CCl_3CHO + 3NaOH \quad ...(1.13)$$

$$CCl_3CHO + NaOH \rightarrow CHCl_3 + HCOONa \quad ...(1.14)$$

❖ Sifat Fisis dan Kimia Produk

a. Etil Akrilat

Sifat fisis (Kirk-Othmer, 1982) :

- Rumus molekul : $C_5H_8O_2$
- Densitas (25^0C) : 0,9234 g/mL
- Titik didih (101,3 kPa) : 99,4^{o}C
- Panas evaporasi : 0,35 kJ/g
- *Specific head* : 1,97 J/g.C
- Kelarutan dalam air (23^0C) : 0,15 g/100g H_2O
  Of water in ester : 0,15 g/100g
- *Flash point* : 10^{o}C
- *Refractive index* (25^0C) : 1,4068^{o}C
- Berat molekul : 100 g/mol
- Panas polimerisasi : 77,8 kJ/mol
- *Boiling points of azeotropes*
  Dengan air : 81,1^{o}C
  Kadar air : 15 %
  Dengan metanol : 64,5^{o}C
  Kadar metanol : 84,4 %
  Dengan etanol : 77,5^{o}C
  Kadar etanol : 72,7 %

Sifat kimia :

- Polimer ester akrilat dapat dibuat melalui hidrolisis asam akrilat dengan jenis alkohol yang sesuai.

1.4.5 Tinjauan Proses secara Umum

Proses sintesa etil akrilat direaksikan pada fase cair dengan mereaksikan Asam akrilat dan Etanol dengan katalis Asam sulfat. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah reaksi esterifikasi. Reaksi :

$$C_2H_5OH + CH_2CHCOOH \xrightarrow{H_2SO_4} CH_2CHCOOC_2H_5 + H_2O \qquad ...(1.15)$$

Asam akrilat dan etanol diumpankan kedalam Reaktor Tangki Alir Berpengaduk dengan katalis asam sulfat pada suhu 70^oC pada tekanan 1 atm. *Yield* produk berdasarkan asam akrilat sebesar 90 % (McKetta, 1994) dan konversi sebesar 90% (Horshberger et al., 2005).

Untuk memperoleh etil akrilat murni, produk dari reaktor harus melalui beberapa tahap pemurnian:

- Menara distilasi (D-1.1), dimana asam sulfat dan asam akrilat dipisahkan kemudian di-*recycle* ke reaktor
- Menara distilasi (D-1.2), dimana etanol dan air dipisahkan kemudian di-*recycle* ke reaktor
- Stripper (D-2.1), dimana hasil bawah dekanter dimurnikan hingga diperoleh etil akrilat dengan kemurnian 99,5%