

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Perkembangan industri dan persaingan antar negara dalam bidang industri saat ini semakin meningkat, sehingga Indonesia dituntut untuk mampu bersaing. Perkembangan industri di Indonesia sangat berpengaruh terhadap ketahanan ekonomi Indonesia dalam menghadapi persaingan di pasar bebas. Salah satu sektor yang berpengaruh terhadap perekonomian negara adalah sektor industri kimia dan banyak memegang peranan dalam memajukan perindustrian di Indonesia. Pembangunan pabrik baru atau inovasi proses produksi yang berorientasi pada pengurangan ketergantungan produk impor maupun untuk menambah devisa negara sangat diperlukan, salah satunya dengan pembangunan pabrik *acrylonitrile*.

Acrylonitrile (C_3H_3N) merupakan senyawa kimia tak jenuh berikatan rangkap karbon-karbon yang berkonjugasi dengan golongan nitril (*Kirk and Othmer, 1993*). *Acrylonitrile* sering disebut sebagai *acrylic acid nitrile*, *propylene nitrile*, *vinyl cyanide*, dan *propenoic acid nitrile*, merupakan cairan jernih, tidak berwarna, dan larut dalam berbagai pelarut organik, seperti etanol, aseton, etil asetat, karbon tetraklorida, dan *benzene*, namun hanya larut sebagian dalam air. *Acrylonitrile* digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan polimer seperti *acrylicfibers*, termoplastik (*Acrylonitrile/ Butadiene/ Styrene*, *Styrene/ Acrylonitrile*) (*Speight, J., 2002*).

Di Indonesia sendiri kebutuhan *acrylonitrile* masih diimpor dari Negara lain. Dengan didirikannya pabrik *acrylonitrile* di Indonesia, kebutuhan *acrylonitrile* dalam negeri dapat dipenuhi dan sisanya dapat di ekspor. Selain pertimbangan tersebut, pendirian pabrik ini juga didasarkan untuk memajukan sektor ekonomi Indonesia. Ketersediaan *acrylonitrile* dalam negeri akan mendorong berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang berbahan baku *acrylonitrile*.

1.2 Kapasitas Rancangan

Dalam pemilihan kapasitas pabrik *acrylonitrile* ada beberapa pertimbangan yang perlu diperhatikan yaitu :

1.2.1 Kebutuhan Dalam Negeri

Kebutuhan *acrylonitrile* di Indonesia rata-rata 6.775,995 ton/tahun. Berdasarkan data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik (BPS) tahun 2010– 2014, perkembangan jumlah impor *acrylonitrile* Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Impor Acrylonitrile di Indonesia

NO	Tahun	Impor (Ton/tahun)
1	2010	8.947,247
2	2011	8.086,883
3	2012	7.516,292
4	2013	7.188,118
5	2014	6.775,995

(bps.go.id)

1.2.2 Kebutuhan di Dunia

Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pabrik *acrylonitrile* yang akan didirikan ini juga bertujuan untuk memenuhi kebutuhan luar negeri. Kebutuhan *acrylonitrile* di Dunia terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Acrylonitrile di Dunia

NO	Benua	Kebutuhan Acrylonitrile di Dunia (ton/tahun)	
		Produksi	Kebutuhan
1	<i>North America</i>	1.200.000	800.000
2	<i>South America</i>	200.000	200.000
3	<i>West Europe</i>	900.000	800.000
4	<i>East Europe</i>	250.000	150.000
5	<i>Africa</i>	100.000	350.000
6	<i>Asia</i>	2.100.000	2.950.000
Total		4.750.000	5.250.000

(PCi Acrylonitrile Ltd, 2014)

Dari Tabel 2 diperoleh total produksi *acrylonitrile* di dunia saat ini sebesar 4.750.000 ton/ tahun, sedangkan kebutuhan *acrylonitrile* Duni saat ini sebesar 5.250.000 ton/tahun. Dari data diatas maka dapat dihitung kebutuhan dunia yang belum terpenuhi sebesar 500.000 ton/tahun.

1.2.3 Kapasitas Rancangan Minimum

Kapasitas pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang sedang berjalan.

Tabel 3. Data Pabrik Penghasil Acrylonitrile di Dunia

NO	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	<i>Acrilonitrila do Nordeste</i>	Camacari, Brazil	90.000
2	<i>Anqing Petrochemical</i>	Anqing, China	80.000
3	<i>Asahi Kasei</i>	Kawasaki, Japan	150.000
		Mizushima, Japan	350.000
4	<i>China Petrochemical Development</i>	Ta-Sheh, Taiwan	190.000
5	<i>Cytec Industry</i>	Fortier, Louisiana, US	227.000
6	<i>Daqing Refining and Chemical</i>	Daqing, China	80.000
7	<i>Dia-NitriX</i>	Mizushima, Japan	115.000
		Otake, Japan	90.000
8	<i>DSM</i>	Geleen, Netherlands	275.000
9	<i>DuPont</i>	Beaumont, Texas, US	185.000
10	<i>Formosa Plastics</i>	Mailiao, Taiwan	280.000
11	<i>Fushun Petrochemical</i>	Fushun, China	90.000
12	<i>INEOS</i>	Cologne, Germany	300.000
		Green Lake, Texas, US	460.000
		Lima, Ohio, US	200.000
		Seal Sands, UK	280.000

NO	Pabrik	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
13	<i>Jihua Group</i>	Jilin City, China	250.000
14	<i>Lukoil Neftochim</i>	Burgas, Bulgaria	28.000
15	<i>Pemex Petrochemical</i>	Tula, Mexico	65.000
16	<i>Petkim</i>	Aliaga, Turkey	92.000
17	<i>PetroChina Lanzhou</i>	Lanzhou, China	35.000
18	<i>Qilu Petrochemical</i>	Zibo, China	40.000
19	<i>Lukoil Neftochim</i>	Burgas, Bulgaria	28.000
20	<i>Reliance Industries</i>	Baroda, India	42.000
21	<i>Repsol YPF</i>	Tarragona, Spain	125.000
23	<i>Saratovorgsintez</i>	Saratov, Russia	150.000
24	<i>Sasol Chemical Industries</i>	Secunda, South Africa	75.000
25	<i>Shanghai Petrochemical</i>	Jinshan, China	130.000
26	<i>Shanghai Secco Petrochemical</i>	Caojing, China	260.000
27	<i>Showa Denko</i>	Kawasaki, Japan	60.000
28	<i>Sinopec Shanghai Gaoqiao</i>	<i>Pudong, China</i>	8.000
29	<i>Solutia</i>	Alvin, Texas, US	500.000
30	<i>Sumitomo Chemical</i>	Niihama, Japan	60.000

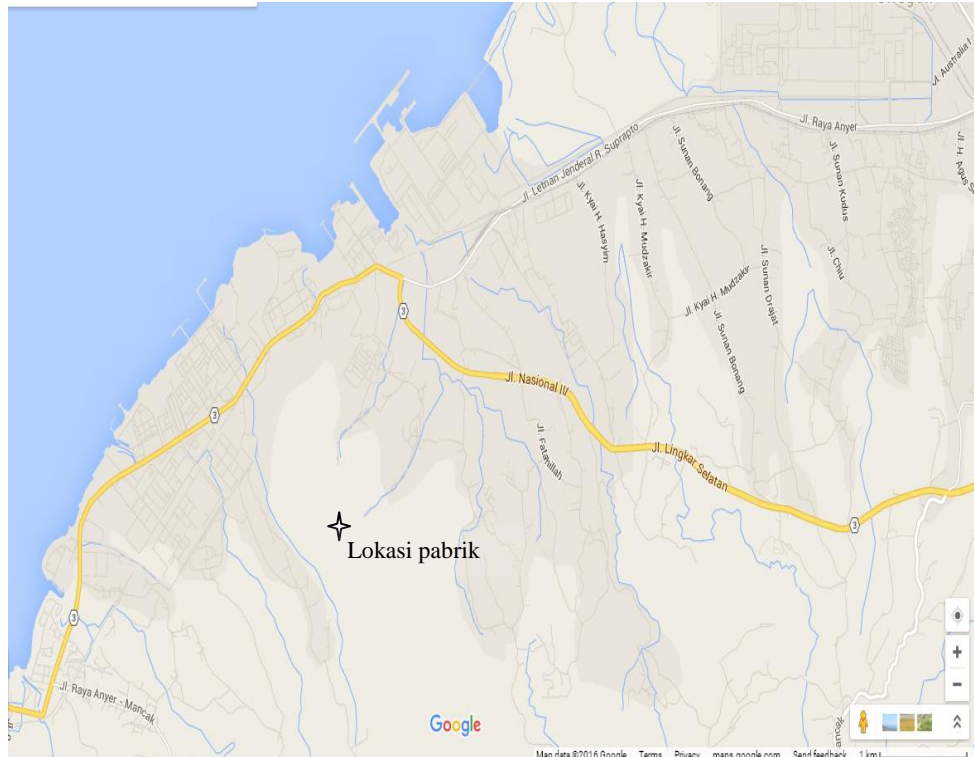
(ICIS, 2013)

Dari Tabel 3. dapat diketahui bahwa kapasitas produksi minimal di dunia adalah sebesar 8.000 ton/tahun. Sedangkan, kebutuhan *acrylonitrile* di dalam negeri pada tahun 2014 sebesar 6.775,995 ton/tahun. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka ditetapkan kapasitas prarancangan pabrik *acrylonitrile* yang akan didirikan pada tahun 2020 sebesar 100.000 ton/tahun dengan alasan sebagai berikut :

- a. Memenuhi kebutuhan *acrylonitrile* dalam negeri dan mengurangi ketergantungan impor *acrylonitrile*.
- b. Mendorong berdirinya industri-industri yang menggunakan *acrylonitrile* sebagai bahan baku.
- c. Sisa produk dapat diekspor sehingga menambah devisa negara.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Pabrik *acrylonitrile* ini direncanakan didirikan di Cilegon, Jawa Barat. Peta lokasi pabrik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pabrik Acrylonitrile

Daerah ini dipilih sebagai lokasi berdirinya pabrik tersebut atas dasar pertimbangan sebagai berikut :

1. Ketersediaan bahan baku

Bahan baku utama *ethylene cyanohydrin* diperoleh dari Shanghai Ruizheng Chemical Technology co., Ltd. yang berada di China sehingga dipilih lokasi yang dekat dengan pelabuhan untuk mempermudah penyediaannya.

2. Pemasaran produk

Daerah Cilegon merupakan daerah yang tepat untuk daerah pemasaran karena banyaknya industri kimia yang menggunakan bahan baku *acrylonitrile* diantaranya :

- a. Industri *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan *Styrene Acrylonitrile* (SAN) yang diproduksi PT Arbe Styrimdo Indonesia
-

- b. Industri *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) yang diproduksi PT ABS Industri Indonesia

Selain itu, daerah ini juga dekat dengan Pelabuhan Merak yang memudahkan ekspor *acrylonitrile* ke industri - industri yang berada di luar negeri, seperti :

- a. Industri *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) *Styrene Acrylonitrile* (SAN) yang diproduksi Bhansali Engineering Polymers, Ltd. India
- b. Industri *Acrylic Fiber* yang diproduksi Thai Acrylic Fibre Co., Ltd. Thailand

3. Ketersediaan tenaga kerja

Kawasan industri Cilegon dekat dengan daerah Jabotabek dan Jawa Barat yang sarat dengan lembaga pendidikan formal maupun non formal dimana banyak dihasilkan tenaga kerja ahli maupun non ahli yang dapat menunjang proses produksi.

4. Ketersediaan air

Ketersediaan air faktor lain yang mendukung pemilihan lokasi pabrik di daerah. Untuk kebutuhan air pendingin, pemadam kebakaran, kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi diperoleh dari pengolahan air laut di Selat Sunda.

5. Fasilitas transportasi

Transportasi di daerah Cilegon cukup memadai baik darat maupun laut. Transportasi ini penting untuk menunjang keperluan impor-ekspor sehingga memudahkan pengangkutan bahan baku, bahan pembantu, dan produk.

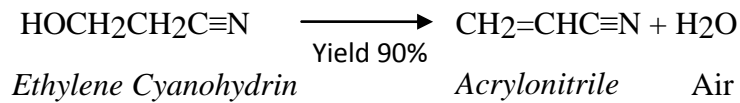
1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan *Acrylonitrile*

Dalam pembuatan *acrylonitrile*, terdapat beberapa macam proses yang dapat digunakan. Untuk menentukan pemilihan proses yang tepat, maka perlu diketahui beberapa macam proses pembuatan *acrylonitrile*.

1. Proses Dehidrasi *Ethylene Cyanohydrin*

Proses yang terjadi adalah dehidrasi dengan reaksi sebagai berikut:



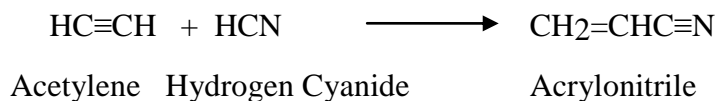
Pada proses ini reaksi dijalankan dalam fase gas pada tekanan atmosferis dan suhu 250-350°C dengan bantuan katalis alumina. Produk keluar reaktor dikondensasikan dan kemudian dialirkan ke decanter dimana campuran cairan yang terdiri dari ethylene cyanohydrins, acrylonitrile dan air terpisah menjadi dua layer.

Masing-masing layer tersebut akan dimurnikan dimenara distilasi. Hasil atas menara distilasi berupa acrylonitrile dengan kemurnian 99%. Sedangkan hasil bawahnya berupa ethylene cyanohydrins dan akan direcycle untuk diproses kembali.

(Faith Keyes,1957)

2. Proses Acetylene

Reaksi yang terjadi yaitu:



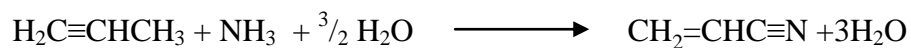
Proses ini berlangsung pada 70°C dan tekanan atmosferis dalam fase gas dengan menggunakan bantuan katalis *cuprous chloride* (CuCl₂). *Yield* yang diperoleh sebesar 80% terhadap *acetylene* dan 90% - 95% terhadap *hydrogen cyanide*. Hasil gas keluaran reaktor mengandung *acrylonitrile*, *acetylene* yang tidak bereaksi, 1-3% HCN, dan sejumlah kecil berbagai macam produk samping seperti *acetaldehyde*, *vinyl acetylene*, *divinyl acetylene*, *lactonitrile* (dari *acetaldehyde* dan HCN), *vinyl chloride*, *cyanobutadiene*, dan *chloroprene*. Gas-gas ini dikontakkan dengan air dalam *scrubber* untuk memisahkan *acrylonitrile*, *hydrocyanide acid*, dan beberapa produk samping. Gas-gas yang telah dikontakkan kemudian *direcycle* ke reaktor, sedangkan air yang mengandung 1,5% *acrylonitrile* didistilasi dengan bantuan *steam* untuk menghasilkan *acrylonitrile* 80%. *Crude*

acrylonitrile ini difraksinasi secara bertingkat untuk menghasilkan *acrylonitrile* 99%.

(Faith Keyes, 1957)

3. Proses Propylene Ammoxidation

Proses *Propylene Ammoxidation* menggunakan bahan baku berupa propena, amoniak, dan udara diumpankan dengan rasio mol 1:1,2:10 ke dalam sebuah reaktor *fluid-bed*. Reaktor beroperasi pada suhu 400-500°C dan tekanan 7-29 psig pada *fluidized bed reactor* dengan katalis Bi₂O₃, nMnO₃. Konversi propena yang tinggi diperoleh secara *single pass* sehingga tidak dibutuhkan *recycle*. Reaksi utama yang terjadi adalah:



Propylene Amoniak Oksigen Acrylonitrile Air

(Speight, J., 2002)

Tabel 4. Perbandingan Proses Dehidrasi Ethylene Cyanohydrin, Proses Acetylene, dan Proses Propylene Ammoxidation

No	Parameter	Proses Dehidrasi <i>Ethylene Cyanohydrin</i>	Proses Acetylene	Proses Propylen <i>Ammoxidation</i>
1	Kondisi Operasi	T : 250 – 350 ^o C P : atmosferis	T : 70 ^o C P : atmosferis	T : 400-500 ^o C P : 5-30 psig
2	Yield	90%	80% - 95%	77%
3	Penyimpanan bahan baku	Tidak diperlukan Penangana khusus	Perlu penanganan khusus	Perlu serangkaian sistem refrigerasi
4	Produk samping	Tidak ada	Ada (<i>acetaldehyde, vinyl acetylene, divinyl acetylene, lactonitrile</i> , dan lain- lain)	Ada (HCN, <i>Acetonitrile, Acroleine, Succinic Nitrile</i> , dan uap air)
5	Proses pemurnian	Sederhana	Lebih banyak dan rumit karena banyaknya produk samping	Lebih banyak dan rumit karena banyaknya produk samping

Melihat perbandingan ketiga proses diatas, maka pada prarancangan pabrik *acrylonitrile* ini dipilih proses dehidrasi *Ethylene Cyanohydrin*, karena proses dan pemurniannya lebih sederhana serta menghasilkan yield yang cukup tinggi.

1.4.2. Kegunaan Produk

Kegunaan *acrylonitrile* secara umum adalah :

1. Bahan untuk membuat *Acrylic Fiber*
Acrylic Fiber adalah salah satu produk turunan dari *acrylonitrile*. Serat ini banyak digunakan oleh pabrik-pabrik tekstil sebagai bahan baku pembuatan karpet, *sweater*, dan baju olahraga.
2. Bahan untuk membuat *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS) dan *Styrene Acrylonitrile* (SAN) ABS mengandung 25% *acrylonitrile* dan SAN mengandung 30% *acrylonitrile*. ABS dan SAN biasa digunakan untuk bahan konstruksi otomotif, mesin, dan alat-alat rumah tangga.
3. Bahan untuk membuat *Nitrile Rubber* *Nitrile Rubber* digunakan untuk gasket dan bahan campuran PVC.
4. Bahan untuk membuat *Adiponitrile* yang digunakan untuk intermediet pembuatan nilon.
5. Bahan untuk membuat *acrylamide*.

(Kirk dan Othmer, 1991)

1.4.3 Sifat-sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

1.4.3.1 Sifat-sifat Bahan Baku

Ethylene Cyanohydrin

- a. Sifat fisis

Rumus molekul	: C_3H_5NO
Berat molekul	: 71,08 gram/mol
Titik didih (1 atm)	: 228°C
Titik beku (1 atm)	: -46,2°C
Berat jenis (1 atm, 25°C)	: 1,0435 kg/L
Kelarutan	: dapat larut dalam air, <i>acetone</i> , <i>metil etil</i>

keton, etanol, dan tidak larut dalam benzene, carbon disulfite, dan carbon tetra chloride.

Kelarutan dalam air, 20°C	: 10 g/100 mL
Temperatur kritis	: 417°C
Tekanan kritis	: 48,9 bar

(Carl L. Yaws, 1999)

b. Sifat kimia

- Hidrolisis nitril dengan katalis asam membentuk asam karboksilat
- *Cyanohydrin* bereaksi dengan *ammonium carbonat* membentuk *hydantoin*s.
- *Cyanohydrin* bereaksi dengan *Grignart Reagent* menghasilkan α -*hydroxy keton*.
- *Cyanohydrin* bereaksi dengan ammonia membentuk *amino nitrile*.

(Kirk dan Othmer, 1993)

- Bahaya yang ditimbulkan berupa iritasi mata dan kulit

(Material Safety Data Sheet, 2014)

1.4.3.2 Sifat Bahan Pembantu

Alumina

Rumus molekul	: Al ₂ O ₃
Berat jenis	: 940 kg/m ³
Berat molekul	: 101,96 gr/gmol
SG	: 3,99
Titik beku	: 1999-2032°C
Titik didih	: 2210°C
Suhu kritis	: 5062°C
Tekanan kritis	: 1953°C

Kelarutan dalam 100 bagian air dingin : tidak larut
Air panas : tidak larut

(Perry, 1997)

1.4.3.3 Sifat-sifat Produk

Acrylonitrile

a. Sifat fisis

Rumus molekul : C_3H_3N
Berat molekul : 53,06 g/gmol
Kemurnian : 99 %
Impuritas (H_2O) : 1 %
Titik didih : $77,3^{\circ}C$
Titik beku : $-83,5^{\circ}C$
Berat jenis : $0,801 \text{ g/cm}^3$
Kelarutan dalam air, $20^{\circ}C$: 7,3 % wt
Temperatur kritis : $246^{\circ}C$
Tekanan kritis : 3,54 Mpa
Viskositas, $25^{\circ}C$: 0,34 cp

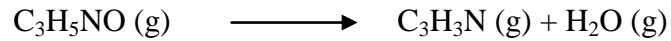
b. Sifat kimia

- Hidrasi dengan asam sulfat menjadi *acrylamid sulfat* dan dapat berubah menjadi *acrylamid* dengan netralisasi basa.
- Hidrolisis total menghasilkan *asam acrylic*
- Hidrolisis parsial, *acrylonitrile* diubah menjadi *acrylamide* dengan menggunakan katalis copper
- Hidrogenasi dengan menggunakan katalis metal menghasilkan *propionitrile* dan *propylamine*
- Hidrodimerisasi menghasilkan *adiponitrile*
- Adisi halogen menghasilkan *dihalopropionitrile*

(Kirk dan Othmer, 1991)

1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum

Pada prarancangan pabrik ini, dipilih pembuatan *acrylonitrile* dengan proses dehidrasi *ethylene cyanohydrin* dalam fase gas. Bahan baku yang sebelumnya telah diberikan perlakuan awal dan disesuaikan kondisi operasinya dialirkan ke dalam Reaktor. Reaksi yang terjadi adalah



Reaksi dehidrasi ini berlangsung pada suhu 250-350 °C dan tekanan 1 atm dengan bantuan katalis alumina. Gas hasil reaksi dikondensasikan dan dipisahkan dalam Decanter untuk kemudian dilakukan proses pemurnian dalam menara distilasi sehingga dihasilkan *acrylonitrile* dengan kemurnian 99% berat. Hasil bawah Menara Distilasi yang berupa *ethylene cyanohydrin* akan dikembalikan ke Reaktor.