



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan polimer. Kenaikan permintaan ini mendorong industri polimer untuk terus memenuhi kebutuhan pasar. Polietilena merupakan jenis polimer yang tersusun atas rantai panjang monomer etilena. Polietilena dibedakan menjadi dua jenis, yaitu polietilena berdensitas rendah (Low Density Polyethylene/LDPE) dan polietilena berdensitas tinggi (High Density Polyethylene/HDPE). Secara umum, polietilena memiliki sifat tidak berbau, tidak berwarna, lentur, serta tidak beracun. Secara umum sifat polietilena tidak berbau, tidak berwarna, lentur, dan tidak beracun. HDPE merupakan jenis senyawa termoplastik yang berasal dari minyak bumi. Struktur HDPE memiliki sedikit percabangan, sehingga menghasilkan ikatan antar molekul yang kuat, daya tarik mekanik yang tinggi, serta ketahanan terhadap suhu tinggi. HDPE biasanya memiliki densitas minimal $0,941 \text{ g/cm}^3$. Berdasarkan data dari Kementerian Perindustrian (2019), kebutuhan plastik dalam negeri mencapai 5,635 juta ton, dengan rata-rata peningkatan permintaan sekitar 5% setiap tahunnya. Kenaikan kebutuhan ini menyebabkan bahan baku plastik seperti HDPE harus didatangkan dari luar negeri melalui impor.

Di Indonesia, kebutuhan biji plastik High Density Polyethylene (HDPE) dipenuhi oleh dua produsen utama, yaitu PT Chandra Asri Petrochemicals dengan kapasitas produksi sebesar 736.000 ton per tahun dan PT Lotte Chem Titan Nusantara dengan kapasitas 450.000 ton per tahun. Namun berdasarkan data pabrik HDPE di dunia ada beberapa pabrik dengan kapasitas sebesar 50.000 ton per tahun yaitu pabrik Petrochemical Industries di India. Dalam proses produksinya, HDPE menggunakan etilena sebagai bahan baku utama. Etilena sendiri merupakan senyawa penting dalam rantai industri petrokimia dan termasuk salah satu bahan kimia organik paling banyak digunakan di dunia. Etilena, yang termasuk dalam golongan olefin, digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi berbagai



macam produk, baik berupa produk antara (intermediate) maupun produk akhir. Produk-produk tersebut meliputi plastik, resin, serat (fiber), elastomer, pelarut (solvent), surfaktan, pelapis (coating), hingga cairan antibeku (antifreeze). Berdasarkan tingkat kemurniannya, etilena dibagi menjadi dua kategori utama: polymer grade dan chemical grade. Polymer grade memiliki tingkat kemurnian hingga 99%, sedangkan chemical grade berkisar antara 92–94%. Sekitar 45% dari total produksi etilena digunakan oleh sektor polymer grade, menjadikannya konsumen terbesar. Sementara itu, chemical grade dimanfaatkan untuk menghasilkan senyawa lain seperti etanol, etilen oksida, vinil asetat, dan pelarut berbasis etilena. Plastik jenis HDPE sendiri memiliki sifat tahan terhadap air, panas, serta tidak berbau, sehingga banyak digunakan dalam berbagai bidang seperti industri plastik, industri makanan, peralatan rumah tangga, dan sektor industri kimia lainnya. Permintaan terhadap HDPE di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Namun, kapasitas produksi HDPE dari kedua perusahaan yang ada saat ini masih belum mampu mencukupi kebutuhan tersebut. Data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa impor HDPE meningkat secara signifikan sejak tahun 2019 hingga 2023, dengan volume impor mencapai 2.327.084 ton per tahun. Untuk mengatasi ketimpangan antara kebutuhan dan pasokan, serta mendorong potensi ekspor, direncanakan pembangunan pabrik HDPE baru di dalam negeri.

I.2 Kegunaan HDPE

High Density Polyethylene (HDPE) sendiri merupakan jenis polyethylene yang memiliki banyak pengaplikasian dalam kehidupan sehari-hari, berikut merupakan penjelasan mengenai kegunaan dari HDPE.

1. Bahan Dasar Pembuatan Pipa

HDPE memiliki tingkat kerapatan yang tinggi, sehingga menjadikannya lebih kokoh dan tahan terhadap suhu tinggi. Pipa HDPE juga bersifat fleksibel, memungkinkan penggunaannya di berbagai kondisi tanah. Keunggulan utama pipa HDPE terletak pada metode penyambungannya yang rumit dan membutuhkan alat khusus bernama *butt fusion*. Dengan sistem ini, sambungan



antar pipa menjadi sangat kuat dan tidak mudah terlepas, bahkan ketika menghadapi getaran, suhu tinggi, maupun suhu rendah.

2. Kantong Plastik Belanja

Kantong plastik HDPE adalah salah satu jenis kantong plastik yang memiliki karakter kuat, ringan, elastis, dan dapat di daur ulang menggunakan proses pemanasan.

3. Botol Plastik

Beberapa contoh produk botol yang terbuat dari bahan dasar HDPE meliputi botol sampo, botol susu, botol sabun cair, botol jus, serta wadah detergen. HDPE dianggap aman digunakan karena dapat mencegah terjadinya reaksi kimia antara bahan plastik kemasan dan makanan atau minuman yang dikandungnya. Selain itu, material HDPE juga mudah dibentuk menjadi berbagai jenis kemasan. (Masyruroh, 2021).

4. Pembuatan *Paving Block*

HDPE merupakan salah satu jenis plastik yang dapat didaur ulang. Dalam proses pembuatan paving block, plastik HDPE dipanaskan hingga mencair. Setelah mencair, plastik kemudian dicetak dalam bentuk balok menggunakan cetakan yang telah dilapisi pelumas berbasis minyak untuk mencegah lengket. (Sari,2019).

5. Pelapis *Vessel Dumptruck*

Sering kali material di dalam vessel tidak seluruhnya keluar meskipun posisi dumping sudah maksimal. Hal ini disebabkan oleh material yang menempel pada bagian dasar vessel. Untuk mengatasi sisa material tersebut, dilakukan proses trimming dengan menggunakan alat bantu seperti mesin pengeruk yang dilengkapi bucket di ujungnya untuk mengangkat material yang tertinggal. Namun, trimming yang dilakukan secara berulang dapat merusak bagian vessel akibat gesekan dengan kuku bucket. Untuk mencegah kerusakan ini, digunakan pelapis dari plastik HDPE. HDPE dipilih karena memiliki karakteristik yang kuat, lentur, dan mudah dibentuk. (Burhanuddin,2023).



I.3 Kebutuhan dan Aspek Ekonomi

I.3.1 Data Kebutuhan Impor dan Ekspor HDPE di Indonesia

Untuk memenuhi kebutuhan *High Density Polyethylene* (HDPE) di Indonesia, selain mengandalkan produksi dalam negeri dilakukan juga impor. Berdasarkan data yang ada Indonesia biasanya mengimpor HDPE dari Australia, China, Kanada bahkan dari negara tetangga yaitu Malaysia. Jumlah kebutuhan impor HDPE setiap tahunnya mengalami kenaikan. Berikut merupakan data impor HDPE di Indonesia berdasarkan Badan Pusat Statistik :

Tabel I-1. Data Impor HDPE di Tabel Indonesia Tahun 2020-2024

Tahun	Impor (ton/tahun)	Laju Pertumbuhan (%)
2020	431,000.212	0
2021	458,512.478	0.063833532
2022	476,298.312	0.038790294
2023	492,587.134	0.034198782
2024	510,143.745	0.035641635

(Sumber : Badan Pusat Statistik 2025)

Tabel I-2. Data Ekspor HDPE di Indonesia Tahun 2020-2024

Tahun	Ekspor (ton/tahun)	Laju Pertumbuhan (%)
2020	50,687.15	0
2021	61,183.15	0.207074108
2022	68,715.65	0.123113962
2023	75,815.74	0.103325662
2024	125,680.22	0.657706117

(Sumber : Badan Pusat Statistik 2025)

I.3.2 Kebutuhan HDPE di Dunia

Secara umum kebutuhan HDPE pada beberapa negara di Dunia hingga



sampai saat ini masih impor untuk menutupi kebutuhan tersebut. Berdasarkan data dari *World Integrated Trade Solution* menyatakan bahwa pada tahun 2020 kebutuhan impor HDPE di Dunia mencapai titik tertinggi yaitu 9.097.830 ton/tahun. Data kebutuhan impor HDPE di Dunia dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel I-3 Data Kebutuhan Impor HDPE di Dunia

Tahun	Kebutuhan Impor (Ton/Tahun)	Laju Pertumbuhan (%)
2018	6.730.310	-
2019	7.997.490	15,84
2020	9.097.830	12,09
2021	6.624.130	-37,34
2022	5.934.240	-11,62
Rata-rata		-21,03

(Sumber : World Integrated Trade Solution 2024)

I.3.3 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan HDPE berupa Etilen, 1-Butana, Heksana, Dan Hidrogen. Ketersediaan bahan baku Etilen dan 1-Butana diimpor dari negara pemasok tertinggi di Dunia seperti negara China. Sedangkan Heksana dan Hidrogen tersedia baik dari dalam negeri dan luar negeri.

Tabel I-4 Ketersediaan Bahan Baku Etilen

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
PT. Lotte Chemical	Indonesia	200.000
PT. Chandra Asri Petrochemical	Indonesia	400.000

I.3.4 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Penentuan kapasitas pabrik yang akan didirikan ini dipengaruhi oleh kapasitas pabrik sejenis yang sudah beroperasi. Berikut ini merupakan perusahaan-perusahaan yang menghasilkan HDPE di berbagai negara :



Tabel I-5 Kapasitas Pabrik yang Telah Berdiri

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Petrochemical Industries	India	50.000
PT. Chandra Asri Petrochemical Tbk	Indonesia	400.000
PT. Lotte Chemical Titan Nusantara	Indonesia	200.000
Lyondel Basell	US	871.000
Chevron Philips	US	950.000

Kapasitas pabrik yang harus didirikan harus diatas kapasitas pabrik minimal atau sama dengan kapasitas pabrik yang saat ini beroperasi. Berdasarkan tabel 1.4 menunjukkan bahwa kapasitas minimal pabrik yang telah didirikan sebesar 50.000 ton/tahun dan kapasitas maksimal sebesar 950.000 ton/tahun. Berdasarkan kapasitas produksi tersebut, perusahaan akan memproduksi produk HDPE untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan luar negeri (ekspor) ke beberapa negara yang memiliki tingkat kebutuhan HDPE tinggi.

I.3.5 Kapasitas Rancangan

Perhitungan kapasitas pabrik HDPE yang direncanakan beroperasi pada tahun 2023 ini menurut Kusnarjo tahun 2010 dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$m = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(I.1)$$

Keterangan :

m = Perkiraan konsumsi

P = Jumlah produk pada tahun terakhir (ton/tahun)

i = Pertumbuhan rata-rata per tahun (%)

n = Selisih tahun (tahun ke-n)

Berdasarkan data impor HDPE Indonesia pada Tabel 1.1 dapat dilihat kenaikan impor setiap tahunnya. Perkiraan nilai konsumsi dalam negeri HDPE pada tahun 2028 dapat dihitung menggunakan metode *discounted* dari nilai impor tahun 2024 dengan persamaan (Kusnarjo, 2010) sebagai berikut :

$$m = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(I.2)$$



Keterangan :

m = Perkiraan konsumsi dalam negeri pada tahun 2028 (kg/tahun)

P = Jumlah produk pada tahun terakhir (ton/tahun)

i = Pertumbuhan rata-rata per tahun (%)

n = Selisih tahun yang diperhitungkan (2024-2028) Diperkirakan jumlah impor pada tahun 2028 (m_1) sebesar :

$$\begin{aligned} m_1 &= P (1 + i)^n \\ &= 510.143,745 (1,0345)^{(2028-2024)}(\text{ton/tahun}) \\ &= 604.407,758 (\text{ton/tahun}) \end{aligned}$$

Perkiraan nilai ekspor tahun 2028 (m_4) dihitung dengan metode *discounted* dari nilai impor kebutuhan beberapa negara di Dunia tahun 2023 pada table I.2.

$$\begin{aligned} m_4 &= P (1 + i)^n \\ &= 125.680,22 (1,2182)^{(2028-2024)}(\text{ton/tahun}) \\ &= 337.239,371 (\text{ton/tahun}) \end{aligned}$$

Ketersediaan bahan baku dalam negeri (m_2) dihitung dengan metode *discounted* pada tahun 2028 sebesar :

$$\begin{aligned} m_2 &= P (1 + i)^n \\ &= 400.000 (1)^{(2028-2023)}(\text{ton/tahun}) \\ &= 400.000 (\text{ton/tahun}) \end{aligned}$$

Nilai konsumsi HDPE dalam negeri (m_5) dapat dihitung dengan menggunakan metode *discounted* berdasarkan nilai perkiraan impor pada tahun 2028 sebesar :

$$\begin{aligned} m_5 &= P (1 + i)^n \\ &= 604.407,758 (1,0345)^{(2028-2024)}(\text{ton/tahun}) \\ &= 716.089,811 (\text{ton/tahun}) \end{aligned}$$

Pendirian pabrik HDPE ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga tidak perlu impor dari negara lain. Selain itu, pabrik ini berencana akan memenuhi 5% dari total kebutuhan HDPE beberapa negara tersebut untuk menghindari resiko produk yang tidak laku akibat adanya persaingan dalam



perdagangan atau pengekspor dari negara lain.

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$

$$m_3 = 1.053.329,182 - 1.004.407,758$$

$$m_3 = 48.921,424 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas produksi HDPE yang akan di dirikan sebesar 50.000 Ton/Tahun. Untuk pertimbangan pemenuhan kebutuhan HDPE maka ditetapkan kapasitas rancangan sebesar 65.000 Ton/Tahun dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri sehingga dapat menekan angka impor, dan sebagian sisanya di ekspor sehingga menambah devisa negara.

I.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.4.1 Bahan Baku Utama

1. Etilen

A. Sifat Fisika

- a. Fase : Liquid
- b. Rumus Molekul : C_2H_4
- c. Berat Molekul : 28,05 gr/mol
- d. Titik Didih : $-103,77^\circ C$ (pada 1 atm)
- e. Titik Leleh : $-169,15^\circ C$
- f. Densitas Uap : 0,973 g/ml
- g. Tekanan Uap : 30 atm (pada $T = 20^\circ C$)
- h. Flash Point : $-136^\circ C$
- i. Suhu Penyalaan : $450^\circ C$
- j. Kemurnian : 99,94%

(PT Chandra Asri, 2024)

B. Sifat Kimia

- a. Etilen, cairan berpendingin (cairan kriogenik) muncul sebagai cairan bertekanan ketika dikirim di bawah $50^\circ F$. Tidak berwarna dengan bau dan rasa manis.
- b. Etilen Mudah terbakar dan nyala api dapat dengan mudah menyala kembali ke sumber kebocoran. Jika terkena api atau panas dalam waktu



lama, wadah bisa pecah hebat dan meledak. Dapat menyebabkan ledakan (PubChems, 2024).

2. 1-Butena

A. Sifat Fisika

- a. Fase : Liquid
 - b. Rumus Molekul : C_4H_8
 - c. Berat Molekul : 56,108 gr/mol
 - d. Titik Didih : $30^{\circ}C$
 - e. Densitas : $0,59 \text{ g/cm}^3$
 - f. Tekanan Uap : 260 kPa
 - g. Flash Point : $-80^{\circ}C$
 - h. Suhu Penyalaan : $384^{\circ}C$
 - i. Kemurnian : 99% (Safety Data Sheet www.airgas.com, 2024)
- (PT Pertamina Unit Pengolahan VI, 2024)

B. Sifat Kimia

- a. 1-butena merupakan senyawa olefin yang merupakan turunan dari butana.
- b. 1-butena memiliki titik didih yang sangat rendah sehingga dalam kondisi atmosfer akan berwujud gas (Perry, 1997).

3. Sikloheksana

A. Sifat Fisika

- a. Fase : Liquid
 - b. Rumus Molekul : C_6H_{12}
 - c. Berat Molekul : 84,17 gr/mol
 - d. Titik Didih : $80,73^{\circ}C$ (pada 1 atm)
 - e. Densitas : $0,773 \text{ g/ml}$ (Liquid pada $T = 25^{\circ}C$)
 - f. Viskositas : $0,901 \text{ cP}$ (pada $T = 25^{\circ}C$)
 - g. Kemurnian : 99 %
- (Safety Data Sheet Merck, 2024)



B. Sifat Kimia

- a. Pada proses oksidasi fase cair dengan udara menggunakan katalis cobalt atau asam borak menghasilkan cyclohexanol dan cyclohexanone (Perry, 1997).

4. Hidrogen

A. Sifat Fisika

- a. Fase : Liquid
- b. Rumus Molekul : H_2
- c. Berat Molekul : 2,02 g/mol
- d. Titik Didih : 30°C (pada 1 atm)
- e. Densitas : 69,86 kg/m³ (Liquid pada T= 25°C)
- f. Viskositas : 0,0088 cP (pada T= 25°C)
- g. Specific Volume : 0,0143 m³ /kg
- h. Kemurnian : 80%

(Safety Data Sheet PT Samator Indonesia, 2024)

B. Sifat Kimia

- a. Atom hidrogen dapat kehilangan 1s elektron valensinya ketika berikatan dengan atom lainnya, membentuk ion H⁻ atau sebaliknya dia mendapatkan elektron valensi untuk membentuk ion hidrida.
- b. Proses pembuatan hidrogen yang utama menghasilkan gas sintetis, yakni campuran H_2 dan CO (Perry, 1997).

I.4.2 Bahan Penunjang

1. Katalis Ziegler-Natta

A. Sifat Fisika

- a. Fase : Cair
- b. Rumus Molekul : $TiCl_4$ dan $(C_2H_5)_3Al$
- c. Berat Molekul : 189,679 g/mol
- d. Titik Didih : 136,4 °C (pada 1 atm)
- e. Titik Leleh : -25 °C
- f. Densitas : 1,73 g/ml (Uap pada T=20°C)



Pra Rencana Pabrik

“ Pabrik High Density Polyethylene (HDPE) Menggunakan Etilena, 1-Butena, Sikloheksana, Dan Hidrogen Dengan Proses *Solution* Kapasitas 65.000 Ton/Tahun”

g. Tekanan Uap : 50mmHg (T= 50°C)

(Comar Chemical, 2024)

B. Sifat Kimia

- a. Katalis yang didukung secara heterogen berdasarkan pada senyawa yang digunakan dalam reaksi polimerisasi dalam kombinasinya dengan kokatalis, senyawa organologam seperti trietilaluminium, $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ (Pubchem, 2024).

2. Polytetrafluoroethylene (PTFE)

A. Sifat Fisika

- a. Fase : Padat
- b. Rumus Molekul : $(\text{C}_2\text{F}_4)_n$
- c. Berat Molekul : 100,01 g/mol
- d. Titik Didih : 400 °C
- e. Titik Leleh : 327 °C
- f. Densitas : 2,17 g/cm³
- g. Tekanan Uap : 75 mmHg (T= 25°C)

(MSDS, Polytetrafluoroethylene)

B. Sifat Kimia

- a. Digunakan sebagai zat adiktif dalam pembuatan Polietilen (Pubchem, 2024)

I.4.3 Spesifikasi Produk

1. *High Density Polyethylene* (HDPE)

A. Sifat Fisika

- a. Fase : Padat
- b. Rumus Molekul : $(-\text{C}_2\text{H}_4-)_n$
- c. Warna : Putih
- d. Titik Leleh : 125-138°C
- e. Specific Gravity : < 1
- f. Densitas : 0.95 gr/cm³



Pra Rencana Pabrik

“ Pabrik High Density Polyethylene (HDPE) Menggunakan Etilena, 1-Butena, Sikloheksana, Dan Hidrogen Dengan Proses *Solution* Kapasitas 65.000 Ton/Tahun”

B. Sifat Kimia

- a. Stabil dalam kondisi pengoperasian penyimpanan, penanganan dan penggunaan normal
- b. Bahan merupakan oksidator kuat, suhu di atas 300°C timbul percikan api dan nyala api (Safety Datasheet PT.Chandra Asri, 2015).