



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Salah satu industri polimer dengan konsumen tinggi adalah industri plastik *polyethylene* berjenis *High Density Polyethylene*. *Polyethylene* jenis densitas tinggi atau *High Density Polyethylene* adalah senyawa termoplastik dari atom karbon dan sistemnya yang bergabung menghasilkan berat molekul yang tinggi. Sifat *High Density Polyethylene* yang inert dan rantai molekul yang fleksibel menghasilkan ketahanan korosi yang tinggi. *High Density Polyethylene* mempunyai sedikit cabang sehingga membuat *High Density Polyethylene* memiliki ikatan intermolekuler, kekuatan tarik yang lebih besar dan juga tahan temperatur tinggi. Sektor industri yang paling banyak mengkonsumsi *High Density Polyethylene* adalah industri plastik, peralatan rumah tangga, industri pipa non betekan serta industri packaging makanan dan minuman. Industri pipa, plastik dan industri packaging makanan maupun minuman kemasan telah menyerap sekitar 30-45% dari total. Sedangkan industri film, *fiber* menyerap 25-35% konsumsi total dalam negeri.

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik tahun 2023, pada tahun 2016 hingga tahun 2020 kebutuhan *High Density Polyethylene* mengalami peningkatan impor setiap tahunnya. dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kurang terpenuhinya kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia. Tercatat pada tahun 2016 kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia sebanyak 354.362,231 ton per tahun, sedangkan kebutuhan *High Density Polyethylene* pada tahun 2020 mencapai 380.194,697 ton per tahun. Kementerian Perindustrian (2023) pun menjelaskan bahwa kebutuhan biji plastik nasional pada tahun 2023 mencapai 7,2 juta ton per tahun. Sebanyak 2,3 juta ton bahan baku berupa biji plastik lokal disuplai oleh industri dalam negeri. Karena pemenuhan produksi dalam negeri yang kurang memadai, menyebabkan import ke luar negeri yang semakin meningkat per-tahunnya. Dari data Kementerian Perindustrian, total permintaan produk *High Density Polyethylene* dalam negeri mencapai 1.005.000



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN MENGGUNAKAN PROSES UNIPOL”

ton/tahun, sehingga diperkirakan pada tahun 2025 kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia dapat mencapai 481.864 ton per tahun. Angka ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan total produksi di Indonesia. Pada tahun 2020, jumlah produksi *High Density Polyethylene* yaitu 386.000 ton. Belum terpenuhinya kebutuhan *High Density Polyethylene* dalam negeri menyebabkan pemerintah Indonesia harus melakukan impor. Pada tahun 2020, impor *High Density Polyethylene* sebesar 20.647 ton, dan pada tahun 2025 diperkirakan akan mencapai 503.426 ton. Hal ini berkaitan dengan semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk yang mengakibatkan kebutuhan dalam negeri seperti produk plastik, peralatan rumah tangga, industri pipa non betekan serta industri packaging makanan dan minuman.

Di Indonesia kebutuhan biji plastik *High Density Polyethylene* dipenuhi oleh pabrik komersil *polyethylene* yang sudah berdiri yaitu PT Chandra Asri Petrochemicals, dengan kapasitas sebesar 136.000 ton/tahun dan PT Lotte Chem Titan Nusantara dengan kapasitas 250.000 ton/tahun. Pada proses pembuatannya, *High Density Polyethylene* menggunakan bahan baku berupa etilen. Etilen merupakan salah satu senyawa penting dalam mata rantai industri petrokimia dan bahan kimia organik terbesar di dunia. Etilen merupakan produk olefin yang digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai produk intermediat maupun produk akhir seperti plastik, resin, *fiber*, elastomer, solven, surfaktan, *coating*, dan *antifreeze*. Secara garis besar, produk etilen dibagi menjadi dua kelompok, yaitu *polymer grade* dan *chemical grade*. *Polymer grade* memiliki kemurnian hingga 99%, sedangkan untuk *chemical grade* kemurniannya berkisar antara 92-94%. *Polymer grade* merupakan konsumen terbesar bahan baku etilen, yaitu hingga 45% dari total produksi etilen. Selain *polymer grade*, etilen juga dikonsumsi oleh kelompok *chemical grade*. Yang termasuk dalam kelompok *chemical grade* antara lain etanol, etilen oksida, vinil asetat, solven etilen, dan sebagainya. Data penggunaan etilen sebagai bahan baku baik polimer maupun *chemical grade* dalam bentuk diagram disajikan pada gambar dibawah ini, dan terlihat bahwa penggunaan etilen terbesar adalah untuk pembuatan *polyethylene*. Kebutuhan ethylene ini diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical yang berlokasi di Kota Cilegon,



PRA RENCANA PABRIK “PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

Jawa Barat dengan kapasitas produksi 860.000 ton/tahun. Menurut Badan Pusat Statistik (2023), Indonesia mengimport sekitar 45% total produksi ethylene. Pada tahun 2023 total produksi ethylene yaitu sebesar 1.371.000 ton per tahun, sedangkan jumlah ekspor sebesar 66.907,21 ton per tahun. Mengingat kebutuhan industri pengolahan bahan kimia semakin meningkat setiap tahunnya, maka diperkirakan total impor ethylene di Indonesia pada tahun 2025 mencapai 1.024.693 ton dengan total produksi sebesar 1.410.032 ton per tahun dengan hanya adanya satu pabrik penghasil ethylene di Indonesia yaitu PT. Chandra Asri Petrochemical. Hal ini menunjukkan bahwa ethylene memiliki potensi yang sangat besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *High Density Polyethylene* karena ketersediaannya yang melimpah.

Pendirian pabrik *High Density Polyethylene* yang dirancang oleh Kusumanigrum (2022) dengan proses slurry menggunakan alat utama reaktor alir tangki berpengaduk didapatkan hasil konversi yang cukup besar yaitu 95%, tetapi memiliki kelemahan yaitu diperlukan bahan tambahan berupa sikloheksana yang digunakan untuk melarutkan katalis yang digunakan sebelum masuk kedalam reaktor, penggunaan suhu operasi pada alat utama yang cukup tinggi sebesar 300°C, selain itu juga diperlukan pemisahan katalis dari produk yang dihasilkan setelah reaksi. Pembaruan dalam pabrik yang akan didirikan ini yaitu menggunakan alat tambahin seperti cyclone dan bag filter. Alat ini digunakan untuk memisahkan partikel-partikel padat yang terbawa dalam aliran gas yang keluar dari reaktor fluidized bed. Partikel-partikel ini mungkin terdiri produk sampingan, dan potensi produk utama yang terikut keluar, sehingga nantinya produk yang didapat memiliki konversi yang cukup tinggi.

Pendirian pabrik *High Density Polyethylene* dengan bahan baku ethylene ini diharapkan mampu mendukung persediaan kebutuhan polimer untuk memperkuat pembangunan industri di berbagai bidang termasuk sektor industri kimia yang menjadi salah satu sektor prioritas dimana produk yang dihasilkan adalah *High Density Polyethylene* yang nantinya akan digunakan sebagai bahan baku dalam industri plastik. Diharapkan juga dengan pendirian pabrik ini dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan memperoleh peningkatan devisa negara yang lebih



PRA RENCANA PABRIK
“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN
MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

besar melalui kegiatan ekspor sehingga pembangunan pabrik *High Density Polyethylene* di Indonesia di masa depan akan menjadi sebuah prospek yang positif. Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik *High Density Polyethylene* di Indonesia dipengaruhi beberapa faktor diantaranya :

1. Sebagai upaya untuk mengatasi kurangnya kebutuhan *High Density Polyethylene* dalam negeri mengingat konsumsi masyarakat yang semakin meningkat setiap tahunnya.
2. Sebagai upaya untuk meningkatkan lapangan kerja di Indonesia sehingga angka pengangguran berkurang.

I.2 Kegunaan Produk

Polyethylene pada pabrik ini menghasilkan *polyethylene* dengan densitas yang tinggi. *High Density Polyethylene* dihasilkan melalui proses polimerisasi. Berikut ini merupakan kegunaan *polyethylene* berdasarkan densitasnya.

Tabel I.1 Kegunaan Produk *Polyethylene*

Densitas (g/cm ³)	Kegunaan
0,910 – 0,925 LLDPE	Plastik pembungkus baja, pembungkus kabel listrik tegangan rendah, kursi plastik, ember, tutup atas susu, gelas plastik, dan piring plastik
0,926 – 0,94 LDPE	Lapisan film transparan dalam pengemasan dan injection molding untuk barang-barang rumah tangga, mainan anak-anak, insulasi kawat dan kabel, pelapis koil
0,94 – 0,97 HDPE	Peralatan rumah tangga, manisan anak-anak yang membutuhkan kekerasan tinggi dan tahan terhadap panas, lapisan film dan sheet, insulasi kawat dan kabel, dan pipa

(Sumber : Townsend Solutions, 2017)

High Density Polyethylene merupakan padatan semi-kristal bersifat *thermoplastic*, yang merupakan hasil reaksi polimerisasi gas *Ethylene* (C₂H₄) dengan menggunakan katalisator pada kondisi tekanan dan suhu tertentu. *Polyethylene* dalam industri banyak digunakan sebagai bahan baku pada industri



PRA RENCANA PABRIK “PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

plastik. Plastik *High Density Polyethylene* memiliki kriteria tidak tembus air, tidak berbau, tahan panas, tahan benturan, dan tahan dengan bahan kimiawi.

High Density Polyethylene biasa digunakan untuk botol susu berwarna, wadah minyak, botol shampo, dan masih banyak lagi. *High Density Polyethylene* merupakan salah satu bahan plastik yang aman karena mampu mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik *High Density Polyethylene* dengan makanan atau minuman yang dikemas. *High Density Polyethylene* adalah kelas polietilen dengan kekakuan tertinggi dan fleksibilitas paling sedikit. Ini sangat cocok untuk berbagai aplikasi, seperti tempat sampah, dan banyak barang rumah tangga sehari-hari, seperti botol kecil dan jepitan baju. Bahan yang ringan dan tidak beracun ini mudah didaur ulang dan semakin berfungsi sebagai alternatif untuk bahan yang kurang ramah lingkungan (Wani, 2020).

I.3 Aspek Ekonomi

Produk yang akan dihasilkan pada pabrik ini adalah *high density polyethylene* yang selanjutnya akan didistribusikan kepada industri polimer. Kebutuhan *high density polyethylene* ini mengalami peningkatan setiap tahunnya, hal ini disebabkan oleh beberapa factor diantaranya :

1. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan *high density polyethylene* juga meningkat sehingga permintaan dari industri pengolahan polimer yang juga meningkat.
2. Semakin beragamnya produk *polimer* sehingga menyebabkan permintaan *high density polyethylene* yang berperan sebagai bahan baku pada industri plastik
3. Perkembangan industri plastik yang meningkat sektor industri kimia yang menjadi salah satu sektor prioritas peningkatannya cukup drastis.

Pabrik *high density polyethylene* ini direncanakan akan beroperasi pada tahun 2025. Untuk menentukan kapasitas pabrik didapatkan dari jumlah persentase dengan nilai impor yang ada, untuk menekan jumlah impor *high density polyethylene* di Indonesia. Perhitungan kapasitas produksi pabrik HDPE didasarkan pada kebutuhan impor yang ada di Indonesia sejak tahun 2016 - 2020. Produksi di



PRA RENCANA PABRIK “PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

Indonesia sendiri terdapat 2 pabrik *high density polyethylene* yang telah beroperasi di Indonesia. Namun, kapasitas produksi yang dihasilkan dari kedua pabrik tersebut masih belum dapat memenuhi kebutuhan HDPE dalam negeri.

Tabel I.2 Data Pabrik produsen HDPE di Indonesia

Nama Pabrik	Lokasi Pabrik	Kapasitas Produksi (Ton/tahun)
PT Chandra Asri Petrochemical	Cilegon, Banten	136.000
PT. Lotte Chemical Titan Nusantara	Cilegon, Banten	250.000

Untuk kebutuhan data import *high density polyethylene* di Indonesia sendiri masih tergolong besar dengan jumlah kebutuhan import setiap tahunnya mengalami kenaikan untuk import *high density polyethylene*. Berikut merupakan data import dan ekspor *high density polyethylene* di Indonesia :

Tabel I.3 Data Import HDPE di Indonesia dari tahun 2016-2020

Tahun	Impor (ton/tahun)	Ekspor (ton/tahun)
2016	258852	33489
2017	292010	23550
2018	283271	28246
2019	363219	24508
2020	360314	30950

(Badan Pusat Statistik, 2020)

Dari Tabel diatas dapat disimpulkan bahwa jumlah impor *high density polyethylene* setiap tahunnya cenderung mengalami peningkatan, ini dikarenakan produksi dalam negeri belum mencukupi kebutuhan yang ada, sehingga dilakukan impor untuk memenuhi pasar dalam negeri.

I.4 Kapasitas Produksi

Kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia akan semakin meningkat setiap tahunnya, terutama dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri plastik. Pendirian suatu pabrik bertujuan untuk memenuhi kebutuhan suatu bahan tertentu, misal untuk memenuhi permintaan ekspor, menambah devisa negara, dan menggantikan bahan atau produk yang selama ini masih mengandalkan impor dari negara lain dalam arti bahan atau produk tersebut belum ada pabriknya



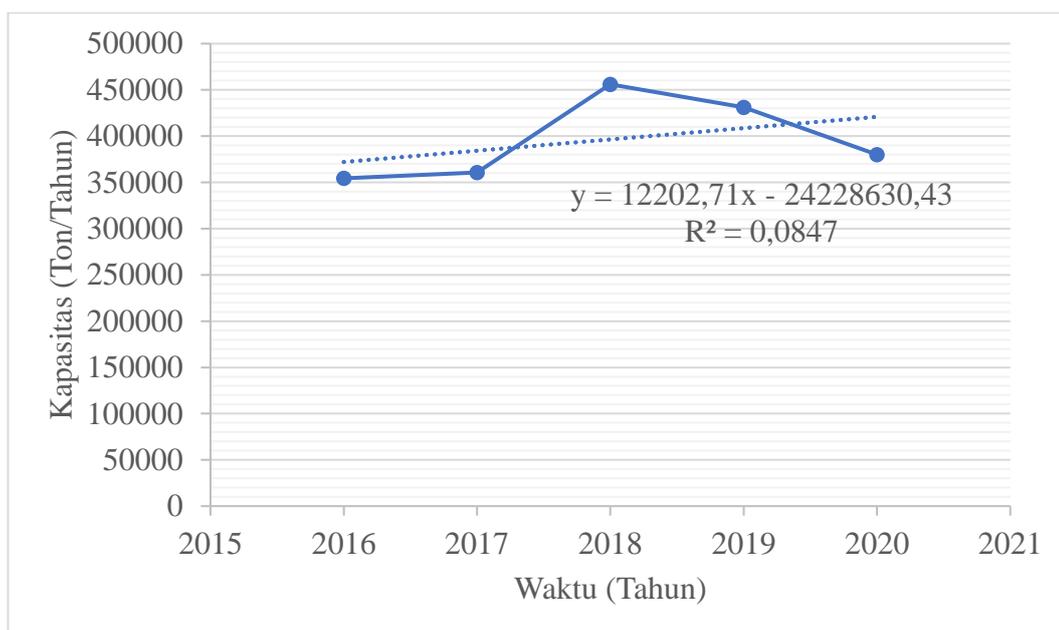
PRA RENCANA PABRIK
“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN
MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

di dalam negeri. Penentuan kapasitas ini harus diatas atau paling tidak sama dengan kapasitas minimum pabrik yang sudah beroperasi dengan baik dan menguntungkan. Penentuan kapasitas produksi dapat dilihat berdasarkan data kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia. Menurut Data BPS (2020), kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia rata-rata terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini dapat dilihat dari grafik dibawah ini:

Tabel I.4 Data Konsumsi *High Density Polyethylene*

Tahun	Konsumsi (ton/tahun)
2016	354362,231
2017	360638,009
2018	456031,918
2019	431000,212
2020	380194,697

(Badan Pusat Statistik, 2020)



Gambar I.1 Grafik Kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia

Pada gambar diatas dapat dilihat kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia bersifat fluktuatif dalam kurun 5 tahun terakhir dari tahun 2016 sebesar 354362,231 ton hingga tahun 2020 sebesar 380194,697 ton. Adanya kenaikan tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan *High Density Polyethylene* di Indonesia



PRA RENCANA PABRIK
“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN
MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

terus meningkat. Berdasarkan grafik diatas, maka diperoleh persamaan garis yaitu sebagai berikut.

$$y = 12202,71x - 24228630,43$$

Keterangan :

x = Tahun

y = Kebutuhan konsumsi *High Density Polyethylene*

Pabrik sorbitol ini direncanakan beroperasi pada tahun 2025, sehingga untuk mencari kebutuhan jumlah konsumsi *High Density Polyethylene* pada tahun 2025, maka diektahui $x = 2025$.

$$y = 12202,71x - 24228630,43$$

$$y = 12202,71 (2025) - 24228630,43$$

$$y = 481.857 \text{ Ton}$$

Setelah mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, maka dapat diambil kapasitas produksi sebesar 10% dari ketersediaan bahan baku yang didapatkan.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Pabrik} &= 10\% \times 481.857 \text{ ton per tahun} \\ &= 48.185 \text{ ton per tahun} \\ &\approx 50.000 \text{ ton per tahun} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan peluang kapasitas, maka ditetapkan produksi untuk pabrik *High Density Polyethylene* yang akan didirikan pada tahun 2025 yaitu sebesar 50.000 ton/tahun. Penentuan kapasitas ini juga mempertimbangkan berbagai hal berikut :

- Mempertimbangkan ketersediaan bahan baku etilen dan hidrogen. Etilen diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical yang berlokasi di Kota Cilegon, Jawa Barat dengan kapasitas produksi 860.000 ton/tahun, hidrogen diperoleh dari PT Air Liquide Indonesia yang berlokasi di Kota Cilegon, Jawa Barat dengan kapasitas sebesar 218.176 ton/tahun, sedangkan 1-butena diperoleh dari PT Petrokimia Butadiene Indonesia berlokasi di Kota Cilegon, Jawa Barat dengan kapasitas produksi 43.000 ton/tahun dan katalis ziegler natta diperoleh dan dibeli dari Dalian Fude Film Technology Co., Ltd, China.



PRA RENCANA PABRIK
“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN
MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

- b. Mampu memenuhi kebutuhan konsumsi *High Density Polyethylene* di Indonesia yang akan terus meningkat setiap tahunnya
- c. Mendukung pemerintah dalam menunjang perkembangan ekonomi di Indonesia pada sektor industri bahan kimia

I.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.5.1 Spesifikasi Bahan Baku

1. Etilen

Rumus Molekul	: C_2H_4
Berat Molekul	: 28,02 gr/mol
Warna	: Tidak berwarna
Wujud	: Gas pada kondisi ruang, cair pada bawah tekanan
Titik Didih	: $-103,77^{\circ}C$
Titik Leleh	: $-169,15^{\circ}C$
Densitas Uap	: 0,973 g/ml
<i>Flash Point</i>	: $-136^{\circ}C$
<i>Ignition Temperature</i>	: $450^{\circ}C$

(PT. Chandra Asri Petrochemical, 2021)

2. Hidrogen

Rumus Molekul	: H_2
Berat Molekul	: 2 gr/mol
Wujud	: Gas
Kenampakan	: Tidak berwarna
Titik Leleh	: $-253^{\circ}C$
Titik Didih	: $-259^{\circ}C$
<i>Flash Point</i>	: <i>Not applicable</i>
<i>Ignition Temperature</i>	: $560^{\circ}C$

(PT. Air Liquide, 2022)

3. 1-Butene

Rumus Molekul	: C_4H_8
---------------	------------



PRA RENCANA PABRIK
“PABRIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) DARI ETILEN
MENGUNAKAN PROSES UNIPOL”

Berat Molekul	: 56,11 g/mol
Wujud	: Cair
Bau	: Tidak berbau
Kenampakan	: Tidak berwarna
Titik Didih	: -6,3°C
Titik Beku	: -185°C

(PT Petrokimia Butadiene Indonesia, 2023)

4. Titanium (IV) Klorida

Rumus Molekul	: $TiCl_4$
Berat Molekul	: 189,679 g/mol
Wujud	: Padatan
Titik didih	: 136,4°C
Titik leleh	: -25°C

(Dalian Fude Film Technology Co., Ltd, 2023)

5. Triethylaluminium

Rumus Molekul	: AlC_6H_{15}
Berat Molekul	: 114,17 g/mol
Wujud	: Padatan
Titik didih	: 128 °C
Titik leleh	: -50°C

(Dalian Fude Film Technology Co., Ltd, 2023)

I.5.2 Spesifikasi Produk

1. *High Density Polyethylene*

Wujud	: <i>Pellet</i>
Warna	: Putih
Titik Leleh	: 125-138°C
Densitas	: 0,94-0,97 g/cm ³

(MSDS High Density Polyethylene, 2020)