



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **I.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan pesat industri kimia tanpa didukung pasokan bahan baku yang memadai telah menjadi tantangan serius bagi keberlanjutan ekonomi Indonesia. Ketergantungan pada impor bahan kimia menyebabkan penurunan devisa negara, sehingga perlu diambil langkah strategis untuk memperbaiki kondisi tersebut. Pendirian pabrik industri kimia di Indonesia menjadi solusi kritis dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan daya saing industri. Dengan memiliki pabrik industri kimia di dalam negeri, Indonesia dapat memanfaatkan sumber daya alam yang kaya, termasuk bahan baku yang melimpah. Langkah ini tidak hanya akan mengurangi ketergantungan pada impor bahan kimia, tetapi juga dapat mengoptimalkan biaya produksi dan meningkatkan efisiensi dalam rantai pasok industri kimia. Hal ini membuka peluang untuk menciptakan nilai tambah produk domestik dan meningkatkan kontribusi sektor industri terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Pendirian pabrik industri kimia juga memberikan dampak positif terhadap penciptaan lapangan kerja, pengembangan keahlian tenaga kerja lokal, dan stimulasi pertumbuhan sektor-sektor terkait. Selain itu, ini dapat memperkuat ketahanan ekonomi nasional dan mengurangi risiko eksternal yang dapat mempengaruhi devisa negara. Pentingnya membangun pabrik baru, seperti pabrik hexamethylenediamine (HMDA), terletak pada kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Hexamethylenediamine (HMDA) adalah senyawa organik yang penting dalam berbagai industri. Ini digunakan dalam produksi nilon 6,6, yang menghasilkan serat sintesis kuat dan tahan panas untuk tekstil dan otomotif. HMDA juga berperan dalam pembuatan resin fenol-formaldehida, meningkatkan sifat mekanis dan ketahanan. Selain itu, HMDA digunakan untuk membuat urotropin, antiseptik saluran kemih. Dalam industri karet, HMDA membantu proses vulkanisasi untuk meningkatkan elastisitas dan kekuatan karet. Terakhir, HMDA



Pra Rencana Pabrik  
“Pabrik Hexamethylenediamine Dengan Proses Hidrogenasi  
Menggunakan Katalis Raney Nikel”

---

adalah bahan utama dalam pembuatan siklonit (RDX), bahan peledak untuk aplikasi militer dan sipil (Speight 2002).

Pendirian pabrik Hexamethylenediamine merupakan keputusan kompleks yang memerlukan analisis mendalam terkait permintaan pasar, keberlanjutan, dan faktor strategis lainnya. Motivasi utama adalah meningkatnya permintaan pasar untuk produk yang menggunakan Hexamethylenediamine, terutama dalam produksi nilon 6,6 yang diaplikasikan di berbagai industri seperti tekstil dan manufaktur plastik. Pendirian pabrik ini juga diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor dan meningkatkan potensi ekspor negara.

### **I.2 Alasan Pendirian Pabrik**

Pendirian pabrik hexamethylenediamine di Indonesia adalah langkah strategis yang mempertimbangkan aspek ekonomi, teknis, dan keberlanjutan. Dengan ketersediaan gas alam yang melimpah untuk produksi hidrogen, Indonesia memiliki keunggulan dalam ketersediaan bahan baku. Infrastruktur industri yang berkembang mendukung efisiensi produksi dan distribusi. Hexamethylenediamine, yang diproduksi melalui reaksi antara adiponitril dan hidrogen, adalah bahan penting untuk produksi nilon 6,6 yang digunakan di industri tekstil, otomotif, dan elektronik. Pabrik ini akan mengurangi ketergantungan impor, meningkatkan ketahanan industri, dan memperkuat posisi Indonesia di pasar global. Pembangunan pabrik juga menarik investasi asing, menciptakan lapangan kerja, dan meningkatkan kapasitas sumber daya manusia lokal. Selain itu, proses produksi yang efisien dan rendah emisi mendukung target lingkungan dan integrasi dengan industri kimia lainnya meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan.

### **I.3 Kapasitas Produksi**

Hexamethylenediamine pertama kali dilaporkan oleh Theodor Curtius. Penemuan ini menandai langkah penting dalam pemahaman kimia organik. Proses produksi HMDA melibatkan tahapan kunci, salah satunya adalah hidrogenasi adiponitrile. Adiponitrile adalah prekursor yang digunakan dalam sintesis HMDA, dan melalui proses hidrogenasi ini, adiponitrile diubah menjadi HMDA, senyawa kimia yang memiliki peran krusial dalam industri tekstil dan plastik. Temuan



Pra Rencana Pabrik  
“Pabrik Hexamethylenediamine Dengan Proses Hidrogenasi  
Menggunakan Katalis Raney Nikel”

---

tersebut tidak hanya memberikan kontribusi pada pemahaman ilmiah, tetapi juga membuka jalan bagi pengembangan metode produksi yang efisien untuk HMDA, memungkinkan industri untuk mengakses bahan baku tersebut dengan lebih mudah, terutama dalam pembuatan nylon-66.

Kemungkinan perkembangan industri Hexamethylenediamine (HMD) di Indonesia dapat dilihat sebagai potensi yang sangat besar, sejalan dengan permintaan yang terus meningkat dari waktu ke waktu. Penting untuk mencatat bahwa hingga saat ini, belum ada catatan pendirian pabrik Hexamethylenediamine di Indonesia. Potensi ini menandakan peluang untuk mendirikan fasilitas produksi HMD yang dapat mendukung berbagai sektor industri, memenuhi kebutuhan lokal, dan membawa kontribusi positif terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Selama ini, untuk memenuhi kebutuhan Hexamethylenediamine dalam negeri, Indonesia masih impor dari beberapa negeri. Tabel I.1 menunjukkan data impor Hexamethylenediamin dari tahun 2018-2022.

Tabel I. 1 Data Impor Hexamethylenediamine Tahun 2018-2022

No.	Tahun	Jumlah impor kg/tahun	Pertumbuhan
1	2018	128873	0,432371404
2	2019	184594	0,505243941
3	2020	277859	0,131487553
4	2021	314394	0,200894419
5	2022	377554	0
6	Total	1283274	1,269997317
7	Rata-rata	320818,5	0,317499329

(Badan Pusat Statistik, 2023).



Pra Rencana Pabrik  
“Pabrik Hexamethylenediamine Dengan Proses Hidrogenasi  
Menggunakan Katalis Raney Nikel”

Tabel I. 2 Data Ekspor Hexamethylenediamine Tahun 2018-2022

No.	Tahun (x)	Jumlah Ekspor kg/tahun	Pertumbuhan
1	2018	360	4
2	2019	1800	0,1111111111
3	2020	2000	9
4	2021	20000	0,4818
5	2022	29636	0
6	Total	52096	13,59291111
7	Rata-rata	13449	3,398227778

(Badan Pusat Statistik, 2023).

Tabel I. 3 Data Konsumsi Hexamethylenediamine Tahun 2018-2022

No.	Tahun	Jumlah konsumsi kg/tahun	Pertumbuhan
1	2018	128513	0,422377503
2	2019	182794	0,509125026
3	2020	275859	0,067190122
4	2021	294394	0,181810771
5	2022	347918	0
6	Total	1229478	1,180503422
7	Rata-rata	307369,5	0,295125855

(Badan Pusat Statistik, 2023).

No.	Tahun	Jumlah kebutuhan kg/tahun	Pertumbuhan
1	2018	8138	0,166257066
2	2019	9491	0,119797703
3	2020	10628	0,099454272
4	2021	11685	0,001540436
5	2022	11703	0
6	Total	51645	0,387049477
7	Rata-rata	12911,25	0,096762369

(Indokarsa, 2023).

Namun, karena data ekspor hexamethylenediamine dari Indonesia masih kurang, dapat disimpulkan bahwa negara ini belum sepenuhnya mampu memenuhi permintaan hexamethylene diamine di dalam negeri. Oleh karena itu, pendirian pabrik hexamethylenediamine di Indonesia diharapkan dapat mengatasi kekurangan tersebut dan memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri.



Pra Rencana Pabrik  
"Pabrik Hexamethylenediamine Dengan Proses Hidrogenasi  
Menggunakan Katalis Raney Nikel"

---

Berdasarkan data ekspor, impor, dan konsumsi Hexamethylenediamine yang tersedia maka didapatkan perhitungan perkiraan pembangunan pabrik hexamethylenediamine pada tahun 2027 dengan menggunakan persamaan *discounted* sebagai berikut:

$$F = P (1+i)^n$$

F = nilai pada tahun ke-n

P = nilai pada tahun pertama

i = peningkatan rata-rata

n = selisih antara tahun pertama dengan tahun ke-n; karena pabrik direncanakan untuk dibangun 5 tahun yang akan datang, maka n bernilai 5

Dari persamaan di atas maka di dapatkan perkiraan ekspor dan impor di Indonesia pada tahun 2027 sebagai berikut:

1. Perkiraan Impor ( $F_1$ )

$$F_1 = P(1+i)^n$$

$$F_1 = 377554 (1+0,3174)^5$$

$$F_1 = 1.498.756\text{kg/tahun}$$

2. Produksi dalam negeri ( $F_2$ )

$$F_2 = 0 \text{ ton/tahun}$$

3. Perkiraan Ekspor ( $F_4$ )

$$F_4 = P(1+i)^n$$

$$F_4 = 29.636 (1+1+3,3982)^5$$

$$F_4 = 48.776.223 \text{ kg/tahun}$$

4. Perkiraan Konsumsi dalam Negeri ( $F_5$ )

$$F_5 = P(1+i)^n$$

$$F_5 = 347918 (1+0,2951)^5$$

$$F_5 = 1.267.759\text{kg/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, didapatkan kapasitas produksi:

Kapasitas produksi = (perkiraan ekspor + perkiraan konsumsi) - (produksi dalam negeri + perkiraan impor)

$$\text{Kapasitas produksi} = (F_4 + F_5) - (F_1 + F_2)$$



$$\text{Kapasitas produksi} = (48.776.223 + 1.267.759) - (1.498.756 + 0)$$

Kapasitas produksi = 48.545.226 kg/tahun = 48.545 ton/tahun = 50.000 ton/tahun sehingga dari persamaan berikut didapatkan kapasitas produksi Hexamethylenediamine pada tahun 2027 adalah sebanyak 50.000 ton/tahun.

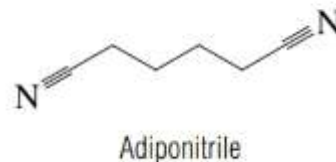
#### I.4 Sifat-Sifat Fisika Bahan Baku dan Produk

##### I.4.1 Bahan Baku Utama:

###### A. Adiponitril

###### Sifat-sifat Fisika

Nama Lain	: hexanedinitrile
Warna	: tidak berwarna
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: cair/ <i>liquid</i> (Benda padat di bawah 34 °F)
Berat Molekul	: 108,141 g/mol
Rumus Molekul	: $\text{CN}(\text{CH}_2)_4\text{CN}$ / $\text{C}_6\text{H}_8\text{N}_2$
Rumus Bangun	:



Titik Didih	: 295 °C
Titik Leleh	: 1 °C
Titik Nyala	: 93 °C
Kelarutan	: 8 g/L pada suhu 20 °C
Density	: 0,9676 g/ml

###### Sifat-sifat Kimia

Adiponitril berbentuk cairan tidak berwarna yang sedikit larut dalam air dan eter. Kontak dapat mengiritasi kulit, mata dan selaput lendir. Mungkin beracun jika tertelan, terhirup, dan terserap oleh kulit.

(Lide, 2005).



## B. Hidrogen

### Sifat-sifat Fisika

Nama Lain	: Dihydrogen
Warna	: gas tidak berwarna
Bau	: gas tidak berbau
Bentuk	: gas
Berat Molekul	: 2,02 g/mol
Rumus Molekul	: H <sub>2</sub>
Rumus Bangun	: H—H
Titik Didih	: -252,87 °C
Titik Leleh	: -259,34 °C
Kelarutan	: sedikit larut dalam H <sub>2</sub> O
Densitas	: 70,6 g/L

### Sifat-sifat Kimia

Hidrogen, H<sub>2</sub>, adalah gas yang tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau yang dapat dicairkan dengan pendinginan. Hidrogen sangat mudah terbakar dan dapat menyebabkan ledakan jika tercampur dengan udara dalam proporsi yang tepat.

(Lide, 2005).

## I.4.2 Bahan Pembantu :

### A. NAOH

#### Sifat-sifat Fisika

Nama Lain	: sodium hydroxide
Warna	: putih
Bau	: tidak berbau
Bentuk	: butiran padat
Berat Molekul	: 39.997 g/mol
Rumus Molekul	: NaOH
Rumus Bangun	: Na <sup>+</sup> OH <sup>-</sup>
Titik Didih	: 1388 °C



Pra Rencana Pabrik  
"Pabrik Hexamethylenediamine Dengan Proses Hidrogenasi  
Menggunakan Katalis Raney Nikel"

---

Titik Leleh	: 323 °C
Kelarutan	: 42 gr/100 mL pada 0 °C dan 347 gr/mL pada 100 °C
Density	: 2,13 g/mL

#### Sifat-sifat Kimia

Natrium hidroksida umumnya dikenal sebagai soda kaustik, soda alkali, atau sederhana seperti alkali. Natrium hidroksida menyerap dengan lambat karbon dioksida dari udara dan membentuk padatan yang keras. Larut dalam air. Melebur bila terkena air yang panas dan cukup untuk menyebabkan pendidihan lokal.

(Sulfindo, 2020).

### I.4.3 Katalis

#### A. Raney Nikel

##### Sifat-sifat Fisika

Nama Lain	: paduan aluminium-nikel
Warna	: abu-abu hingga hitam
Bentuk	: slurry
Berat Molekul	: 85.67 g/mol
Rumus Molekul	: AlNi
Rumus Bangun	: $\begin{matrix} \text{Al} \\ \text{Ni} \end{matrix}$
Kelarutan	: tidak larut dalam air
Density	: 3,46 g/mL pada 25 °C

##### Sifat-sifat Kimia

Berbentuk serbuk dengan luas permukaan tinggi. Sangat reaktif, terutama dalam kondisi kering. Rentan terhadap oksidasi di udara jika tidak disimpan dengan benar.

(Thermofisher, 2010).





#### I.4.4 Produk

##### A. Hexamethylenediamine

###### Sifat-sifat Fisika

Nama Lain : 1,6-Hexanediamine


Warna : putih

Bau : bau piridin

Bentuk : cair

Berat Molekul : 116,2 g/mol

Rumus Molekul :  $C_6H_{16}N_2$

Rumus Bangun : 

Titik Didih : 201 °C

Titik Leleh : 42-45 °C (menyala)

Kelarutan : larut dalam air, etanol, dan benzene

Densitas : 1,5213 g/mL pada

###### Sifat-sifat Kimia

Hexamethylenediamine (HMDA) merupakan organis amina yang sangat basa, berbentuk cairan berwarna putih. Hexamethylenediamine relative stabil terhadap panas. Tanpa adanya oksigen dan logam, dekomposisi sangat lambat pada titik didih atmosfer.

(Yaws, 1999).

#### I.5 Kegunaan Produk

HMDA adalah komponen utama dalam produksi serat resin nilon-66, nilon-69, dan nilon-610. Selain itu, hexamethylenediamine juga digunakan dalam pembuatan resin *epoxy*. Di Indonesia, selain digunakan untuk bahan tekstil seperti bahan kaos dan jenis pakaian lain, nylon-66 juga banyak digunakan dalam pembuatan *nylon tire cord* (kain ban), karena perkembangan produksi ban kendaraan semakin meningkat (Munandar, 2018).