



BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri kimia merupakan salah satu sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia hingga saat ini. Industri kimia terus berkembang secara meluas dan berkonsolidasi. Tujuan dari pembangunan sektor industri kimia adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang semakin meningkat akibat meningkatnya kebutuhan berbagai bahan penunjang dalam industri. Oleh karena itu perlu adanya pendirian pabrik-pabrik baru yang dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Salah satunya adalah pabrik Hexamethylenetetramine.

Hexamethylenetetramine atau methenamine atau urotropin, $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$, adalah amina heterosiklik non-aromatik dengan struktur molekul tiga dimensi simetris. Hexamethylenetetramine berbentuk bubuk kristal putih dengan sedikit bau amina, larut dalam air (867 g/L pada 25 °C), alkohol, dan kloroform, tetapi tidak larut dalam eter dan memiliki titik leleh 280 °C. Konstanta disosiasi asam (K_a) hexamethylenetetramine 0-5 adalah sekitar 1 dan pH larutan dengan konsentrasi 10% adalah 8–9. Metode produksi hexamine yang paling umum dalam skala industri adalah reaksi formaldehida dengan amonia atau garam amonium. Reaksi ini menghasilkan sejumlah besar panas dan air (Taghdiri, 2013). Hexamethylenetetramine digunakan dalam berbagai sektor industri seperti industri karet, industri peledak, industri logam, industri resin sintetik, industri kertas dan industri pupuk (Maxwell, 2004).

Banyaknya pemanfaatan hexamethylenetetramine dalam berbagai sektor industri di Indonesia dan semakin meningkatnya pertumbuhan jumlah industri menyebabkan kebutuhan akan hexamethylenetetramine di dalam negeri harus dipenuhi. Jumlah industri hexamethylenetetramine di Indonesia terbilang sedikit sehingga kebutuhan hexamethylenetetramine dalam negeri dipenuhi dengan cara mengimpor hexamethylenetetramine dari luar negeri. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan peningkatan jumlah pabrik hexamethylenetetramine di Indonesia agar dapat memenuhi permintaan domestik sehingga dapat secara maksimal



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Hexamethylenetetramine dari Ammonia dan Formaldehida dengan Proses *Weiss* Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

memanfaatkan potensi dalam negeri mengingat bahan baku dari pembuatan hexamethylenetetramine yaitu formaldehida dan ammonia yang diproduksi di Indonesia cukup melimpah dan mudah untuk didapatkan. Selain itu pendirian pabrik tersebut juga dapat menciptakan peluang kerja baru dan mengangkat tingkat perekonomian Indonesia sehingga sangat tepat apabila pabrik Hexamehtylenetetramine didirikan dengan tujuan utama yaitu untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri (lokal) yang cenderung meningkat setiap tahunnya, mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri dan membuka lapangan kerja baru di Indonesia.

Tabel I. 1 Kebutuhan Industri yang Berpotensi Membutuhkan Hexamethylenetetramine

Nama Industri	Lokasi
PT. Darmasindo Intikaret	Sumatera Utara
PT. Industri Karet Cibinong	Jawa Barat
PT. Allnex Resins Indonesia	Jawa Timur
PT. Citra Resins Industries	Banten
PT. Aneka Adhilogam Karya	Jawa Tengah
PT Asia Logam Perkasa	Banten
PT. Anugrah Kertas Utama	Jawa Timur
PT Citra-sigma Kertaswara Indonesia	DKI Jakarta
PT. Legenda Pupuk Npk	Riau
PT. Pupuk Indonesia Sejahtera	Jawa Timur
PT. Pupuk Iskandar Muda	Aceh

(Badan Pusat Statistik, 2023)

I.2 Kegunaan Produk

Hexamethylenetetramine merupakan bahan dengan kegunaan yang sangat luas dalam beberapa industri seperti sebagai berikut :

1. Industri Karet : Sebagai bahan peniup karet dan akselerator
2. Industri Bahan Peledak : Sebagai Cyclonite (RDX) dan octogen (HMX)



3. Industri Resin Sintesis : Sebagai Penstabil resin cair, bubuk cetakan, dan resin karbohidrat
4. Industri Logam : Sebagai inhibitor terhadap asam dan hidrogen sulfida
5. Industri Kertas : Sebagai perawat permukaan selama pembuatan kertas dan karton anti air
6. Industri Pupuk : Sebagai agen anticaking untuk urea prill

(Maxwell, 2004)

I.3 Alasan Pendirian Pabrik

Hexamethylenetetramine dapat dimanfaatkan dalam berbagai sektor industri di Indonesia. Hal ini diperkuat dengan pemanfaatan hexamethylenetetramine dalam produksi bahan karet, bahan peledak, resin sintetis, logam, kertas dan pupuk. Banyaknya kegunaan tersebut tidak sebanding dengan produksi hexamethylenetetramine yang ada di Indonesia. Berikut industri hexamethylenetetramine dari berbagai negara.

Tabel I. 2 Kapasitas Pabrik Hexamethylenetetramine di Dunia

No	Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/tahun)
1	PT. Intan Wijaya internasional ¹	Indonesia	6.000
2	PT. Kaltim Hexamindo Wiratama ²	Indonesia	3.000
3	Kanoria Chemical and Industries., Ltd ³	India	5.000
4	Jinan Leader Group Co., Ltd ⁴	China	10.800
5	JSC Metafrax ⁵	Rusia	15.000
6	Jinan Xianguri Chemical Co., Ltd ⁶	China	20.000

Sumber: ¹intanwijaya.com, ²alamatkantorindonesia.com, ³www.kanoriachem.com, ⁴m.made-in-china.com, ⁵www.metafrax.ru, ⁶www.echemi.com

Berdasarkan tabel I.2 diatas menjelaskan tentang nama-nama perusahaan yang memproduksi hexamehtylenetetramine beserta kapasitas produksinya. Pada tabel I.2 hanya terdapat dua industri di Indonesia yang memproduksi hexamethylenetetramine yaitu PT. Intan Wijaya Internasional dengan kapasitas



produksi sebesar 6000 ton/tahun dan PT. Kaltim Hexamindo Wiratama dengan kapasitas produksi sebesar 3000 ton/tahun. Kapasitas produksi dari kedua perusahaan tersebut tidak sebanding dengan besarnya kebutuhan dalam pemanfaatan hexamethylenetetramine pada industri bahan karet, bahan peledak, resin sintesis, logam, kertas dan pupuk yang ada di Indonesia. Hal ini menyebabkan terjadinya impor hexamethylenetetramine dalam jumlah besar dilakukan dari berbagai negara sehingga menjadi alasan pabrik ini akan didirikan.

I.4 Analisis Ekonomi

Kapasitas produksi merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan pabrik. Kapasitas produksi dapat dihitung dengan mengaitkan beberapa data seperti data jumlah impor Hexamethylenetetramine, jumlah ekspor Hexamethylenetetramine, jumlah produksi dalam negeri, proyeksi konsumsi Hexamethylenetetramine, kapasitas produksi Hexamethylenetetramine komersial yang sudah ada dan kapasitas minimal atau maksimal yang terpasang. Berikut tabel yang berisi harga bahan baku dan produk yang dihasilkan sebagai data penunjang.

Tabel I. 3 Harga bahan baku dan produk

No	Bahan	Harga (US \$/Kg)	Harga (Rp/Kg)
1	Ammonia (99,5%) ¹	0.9	14,632.20
2	Formaldehida (45%) ²	0.7	11,381
3	Hexamethylenetetramine (99%) ³	6.33	102,913

(Sumber: ¹Pupuk-kujang.ac.id, ²dovechem.co.id, ³Alibaba.com)

I.5 Time Schedule

Pabrik Hexamethylenetetramine direncanakan beroperasi pada tahun 2028 dengan masa konstruksi 2 tahun. Masa konstruksi merupakan faktor penting dalam pembangunan sebuah pabrik dimana terdapat jadwal waktu dari setiap kegiatan atau yang dapat disebut dengan *time schedule*. Berikut *time schedule* dari pembangunan pabrik Hexamethylenetetramine.



Tabel I. 4 Time Schedule pabrik hexamethylenetetramine

NO	Kegiatan	Jan-25	Feb-25	Mar-25	Apr-25	May-25	Jun-25	Jul-25	Aug-25	Sep-25	Oct-25	Nov-25	Dec-25	Jan-26	Feb-26	Mar-26	Apr-26	May-26	Jun-26	Jul-26	Aug-26	Sep-26	Oct-26	Nov-26	Dec-26	Jan-27	Feb-27	Mar-27	Apr-27	May-27	Jun-27	
		1	Survey lokasi pendirian pabrik	█																												
2	Survey harga peralatan dan bahan baku	█																														
3	Pembelian dan pembebasan lahan		█																													
4	Perizinan bangunan dan usaha			█																												
5	Pembangunan pabrik dan fasilitas				█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
6	Pembelian peralatan																															
7	Pemasangan instalasi peralatan																															
8	Pembelian bahan baku																															
9	Rekrutmen karyawan																															
10	Training office																															
11	Cek serangkaian proses dan trial I																															
12	Pengujian skala laboratorium																															
13	Evaluasi dan perbaikan																															
14	Trial II																															
15	Pengujian skala laboratorium																															
16	Evaluasi dan perbaikan																															
17	Start up																															

Pabrik siap beroperasi

I.6 Penentuan Kapasitas Pabrik dengan *Discounted Method*

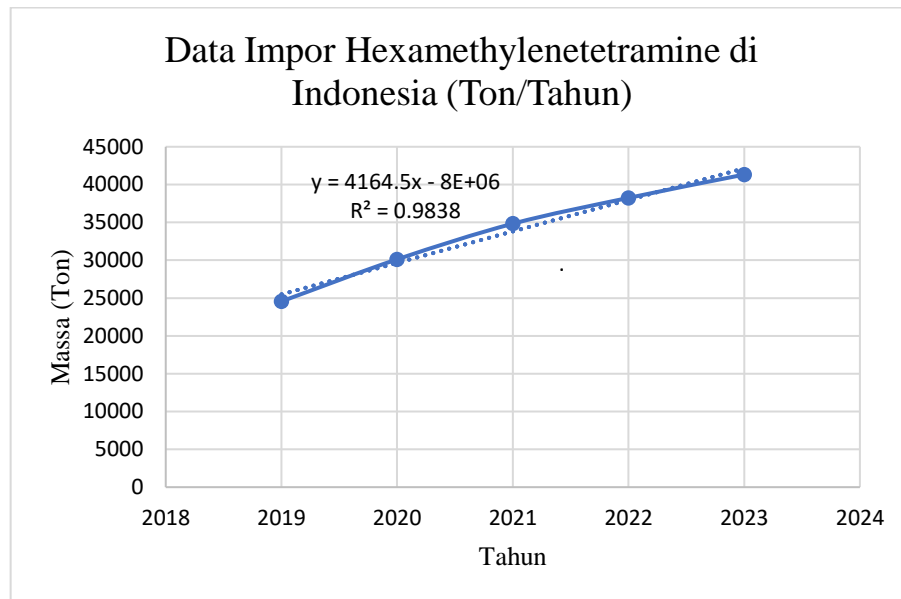
I.6.1 Data Impor

Tabel I. 4 Data Impor Hexamethylenetetramine di Indonesia Tahun 2019-2023

No.	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
1	2019	24.561,10	
2	2020	30.117,21	23%
3	2021	34.832,44	16%
4	2022	38.243,95	10%
5	2023	41.320,30	8%
Total		169.074,95	56%
Rata-rata		33.814,99	14%

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan data impor pada Tabel I. 4, diketahui bahwa impor hexamethylenetetramine di Indonesia dalam 5 tahun terakhir relatif cukup banyak. Hal ini menunjukkan kebutuhan hexamethylenetetramine di Indonesia relatif meningkat tiap tahunnya sedangkan produksi dalam negeri tidak mampu memenuhi kebutuhan sehingga menjadi salah satu faktor pendukung potensi penghasil hexamethylenetetramine.



Gambar I. 1 Grafik Data Impor Kebutuhan Hexamethylenetetramine

Berdasarkan data impor diatas maka nilai kebutuhan untuk Hexamethylenetetramine pada tahun 2028 dapat dihitung menggunakan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

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

Keterangan:

- F = Nilai kebutuhan pada tahun ke-n
- P = Besarnya data pada tahun sekarang (Ton/Tahun)
- i = Rata-rata pertumbuhan
- n = Selisih tahun

Sehingga perkiraan nilai konsumsi Hexamethylenetetramine pada tahun 2028 (m_5) adalah:

$$m_5 = P(1+i)^n$$

$$m_5 = 41.320,30 (1+0,14)^5$$

$$m_5 = 79.659,8862 \text{ ton/tahun}$$



I.6.2 Data Ekspor

Tabel I. 5 Data Ekspor Hexamethylenetetramine di Indonesia Tahun 2019-2023

No.	Tahun	Jumlah (Ton/Tahun)	Pertumbuhan (%)
1	2019	5.015,20	
2	2020	5.519,32	10%
3	2021	5.973,89	8%
4	2022	6.415,09	7%
5	2023	6.760,74	5%
Total		29.684,24	31%
Rata-rata		5.936,848	8%

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan data ekspor pada Tabel I. 5, diketahui bahwa ekspor hexamethylenetetramine di Indonesia dalam 5 tahun terakhir selalu terjadi peningkatan. Maka dapat diperkirakan nilai ekspor Hexamethylenetetramine pada tahun 2028 yang didapatkan dari perhitungan *discounted method* dengan rumus (Ulrich, 1984):

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

Sehingga perkiraan nilai ekspor Hexamethylenetetramine pada tahun 2028 (m_4) adalah:

$$m_4 = P(1+i)^n$$

$$m_4 = 6.760,74 (1+0,08)^5$$

$$m_4 = 9.826,2951 \text{ ton/tahun}$$

I.6.3 Kapasitas Pabrik

Pabrik direncanakan akan didirikan pada tahun 2028. Penentuan produksi dilakukan dengan *discounted method* dengan menggunakan data yang telah didapat yaitu jumlah impor dan ekspor bahan tersebut di Indonesia dengan menggunakan persamaan berikut:

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

m_1 = Nilai impor 2028 (Ton/Tahun), dengan asumsi 50% dari nilai konsumsi dalam negeri



- m_2 = Produksi pabrik dalam negeri (Ton/Tahun)
 m_3 = Kapasitas pabrik yang akan didirikan (Ton/Tahun)
 m_4 = Nilai ekspor tahun berdiri pabrik (Ton/Tahun)
 m_5 = Nilai konsumsi tahun berdiri pabrik (Ton/Tahun)

Sehingga,

$$m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2)$$
$$m_3 = (9.826,2951 + 79.659,8862) - (39.829,94 + 9000)$$
$$m_3 = 40.656,2382 \text{ Ton/Tahun} \approx 41.000 \text{ Ton/Tahun}$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kapasitas pabrik untuk memproduksi Hexamethylenetetramine pada tahun 2028 adalah sebesar 41.000 Ton/Tahun

I.7 Sifat Bahan Baku dan Produk

I.7.1 Ammonia

Ammonia didapatkan dari PT. Pupuk Kujang dengan spesifikasi sebagai berikut:

Nama Lain	: Azane
Rumus Molekul	: NH_3
Fase	: Liquid
Warna	: Tidak Berwarna
Bau	: Menyengat
Berat Molekul	: 17.03 g/mol
Titik Didih	: $-33.43 \text{ }^\circ\text{C}$
Titik Beku	: $-77.74 \text{ }^\circ\text{C}$
Kelarutan	: Sangat mudah larut dalam air, alkohol dan ether
Kemurnian	: 99,5%
Impuritas	: H_2O (0,5%)

(MSDS PT. Pupuk Kujang, 2023)

I.7.2 Formaldehyde

Formaldehida didapatkan dari PT. Dover Chemical dengan spesifikasi sebagai berikut:

Nama Lain	: Methanal
Rumus Molekul	: H_2CO
Bau	: Bau tajam dan pedas



Pra Rencana Pabrik

Pabrik Hexamethylenetetramine dari Ammonia dan Formaldehida dengan Proses *Weiss* Kapasitas 50.000 Ton/Tahun

Fase	: Liquid
Warna	: Tidak Berwarna
Berat Molekul	: 30.031 g/mol
Titik Didih	: 94 - 100 °C (1 atm)
Titik nyala	: 54 - 88 °C
Kelarutan dalam air	: 100% w/w
Kemurnian	: 45%
Impuritas	: 2% (CH ₃ OH) 53% (H ₂ O)
Waktu Penyimpanan	: > 6 bulan

(MSDS PT Dover Chemical, 2023)

I.7.3 Hexamethylenetetramine

Nama Lain	: Hexamine
Fase	: Solid
Bentuk	: Kristal
Warna	: Putih
Rumus Molekul	: C ₆ H ₁₂ N ₄
Berat Molekul	: 140.19 g/mol
Titik Didih	: 280 °C
Titik Nyala	: 250 °C
Densitas Solid	: 1.33 g/cm ³
Kemurnian	: 99%
Kelarutan	: Larut dalam air

(MSDS Laboratory Reagents & Fine Chemicals)