



BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan bahan kimia dasar untuk berbagai industri seperti pertanian, manufaktur, tekstil, dan farmasi, industri kimia Indonesia terus berkembang pesat. Peningkatan investasi dalam industri ini telah mendorong pembentukan pabrik baru yang menghasilkan produk bernilai tambah dengan menggunakan bahan baku lokal untuk menghasilkan produk dengan nilai tambah. Adanya peningkatan permintaan domestik dan ekspor telah mendorong pertumbuhan industri kimia Indonesia dalam beberapa dekade terakhir. Sektor ini terdiri dari banyak subsektor yang berbeda, seperti bahan kimia khusus, pupuk, dan petrokimia, yang masing-masing memainkan peran penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi negara. Pemerintah Indonesia telah membuat sejumlah kebijakan dan insentif untuk mendorong investasi asing dan kemajuan teknologi dalam sektor ini. Selain itu, faktor pendorong utama adalah peningkatan infrastruktur dan ketersediaan bahan baku lokal. Oleh karena itu, industri kimia Indonesia memiliki kemampuan untuk bersaing di pasar global.

Salah satu produk yang memiliki prospek cerah adalah hexametenatetramina. Hexametenatetramina atau hexamine adalah senyawa organik kristal putih yang memiliki rumus kimia $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$. Senyawa ini ditemukan oleh Aleksander Butlerov pada tahun 1859 dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Hexamine sering digunakan sebagai bahan baku dalam produksi resin fenolik dan melamin, bahan peledak seperti RDX, serta sebagai agen pengawet dalam industri farmasi. Selain itu, hexamine juga digunakan dalam produksi bahan bakar padat untuk pemanas dan memasak di luar ruangan (PubChem, 2005). Hexmetilenatetramina, yang digunakan dalam berbagai aplikasi



Pra Rancangan Pabrik Hexametylenetetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan Proses Weiss

industri termasuk sebagai bahan baku resin, bahan peledak, dan pengawet, telah menarik minat investasi di Indonesia.

Meskipun Indonesia memiliki keunggulan dalam ketersediaan bahan baku utama formaldehida dan amonia, yang banyak diproduksi oleh pabrik lokal seperti PT Petrokimia Gresik dan PT Dover Chemical, kebutuhan hexametylenetetramina dalam negeri masih bergantung pada impor. Indonesia termasuk dalam 10 negara importir hexametylenetetramina terbanyak di dunia (Volza, 2024). Besarnya kebutuhan impor produk ini tidak sebanding dengan kapasitas pabrik yang memproduksi hexametylenetetramina di Indonesia. Pengembangan produksi hexametylenetetramina di Indonesia tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan domestik tetapi juga berpotensi menjadi komoditas ekspor yang kompetitif di pasar global dengan dukungan kebijakan pemerintah yang mendorong substitusi impor. Oleh karena itu, diperlukan “Pra Rancangan Pabrik Hexametylenetetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan Proses Weiss Kapasitas 70.000 Ton/Tahun”.

I.2. Kegunaan Produk

Hexametylenetetramina, atau hexamine, adalah senyawa kimia yang serbaguna yang berguna dalam banyak industri. Selama Perang Dunia II, senyawa ini menjadi sangat penting karena digunakan untuk membuat cyclonite (RDX), bahan peledak yang sangat kuat yang digunakan dalam aplikasi militer. Namun, setelah perang berakhir, hexamine tetap menjadi bahan kimia penting untuk pertahanan dan pertambangan serta untuk industri lain seperti kedokteran, tekstil, karet, dan pertanian. Hexametylenetetramina adalah salah satu produk yang sangat berharga dan bernilai tinggi dalam industri kimia. Adapun kegunaan hexametylenetetramina pada berbagai bidang antara lain:



Pra Rancangan Pabrik Hexametenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan Proses Weiss

1. Bidang pertahanan dan pertambangan
Sebagai bahan baku utama untuk pembuatan cyclonite (RDX), bahan peledak berkekuatan tinggi dalam pertambangan dan keamanan.
2. Bidang kedokteran
Sebagai bahan baku antiseptik dalam antiseptik.
3. Industri resin
Sebagai *curent agent* untuk resin fenol-formaldehida, membantu pengerasan resin untuk produk akhir.
4. Industri karet
Sebagai *accelerator* untuk meningkatkan elastisitas karet.
5. Industri tekstil
Sebagai *shrink-proofing agent* untuk mencegah penyusutan kain dan memperindah warna pada kain tekstil.
6. Industri serat selulosa
Untuk menambah elastisitas pada serat selulosa sehingga dapat meningkatkan kualitas produk.
7. Industri pertanian
Sebagai fungisida pada tanaman jeruk untuk melindungi dari serangan jamur.

(Maziyah et al., 2016)

I.3. Aspek Ekonomi

Hexametenatetramina merupakan produk yang berasal dari 6 molekul formaldehida dan 4 molekul amonia. Hexametenatetramina juga dikenal sebagai aminoform, crystamine, urotropin, methenamine, atau formin. Kegunaan Hexametenatetramina cukup banyak pada berbagai bidang industri, tetapi masih belum banyak diproduksi oleh pabrik di Indonesia.



Pra Rancangan Pabrik
Hexametenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan
Proses Weiss

Tabel I.1. Harga Bahan Baku dan Produk

No.	Senyawa	Harga (Rp/kg)
1.	Formaldehida (PT Intanwijaya Internasional)	5.650
2.	Amonia (PT Petrokimia Gresik)	7.580
3.	Hexametenatetramina	29.500

I.4. Sifat Fisika dan Kimia

I.4.1. Bahan Baku

I.4.1.1. Amonia

A. Sifat Fisika dan Kimia

- a. Rumus Molekul : NH_3
- b. Berat Molekul : 17,031 g/mol
- c. Fase : Gas atau liquid
- d. Warna : Tidak berwarna
- e. Bau : Berbau tajam
- f. Densitas : 0,86 kg/m³ (1,013 bar pada boiling point)
0,769 kg/m³ (STP)
0,73 kg/m³ (1,013 bar pada 15°C)
- g. Boiling Point : -33°C
- h. Melting Point : -77,7°C
- i. Vapor Pressure : 843 kPa (20°C)
- j. Kelarutan : Sangat larut dalam air dan alkohol
1. Amonia stabil pada temperatur sedang, tetapi terdekomposisi menjadi hidrogen dan nitrogen pada temperatur yang tinggi.



Pra Rancangan Pabrik
Hexametilenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan
Proses Weiss

- k. Oksidasi amonia pada temperatur tinggi menghasilkan nitrogen dan air.

(PT Petrokimia Gresik)

B. Spesifikasi Bahan

Tabel I.2. Spesifikasi Amonia

Petrokimia Gresik, Amonia 99,5%

No.	Komposisi	% Berat
1	NH ₃	99,5%
2	H ₂ O	0,5%
Total		100%

I.4.1.2. Formaldehida

A. Sifat Fisika dan Kimia

- Rumus Molekul : CH₂O
- Berat Molekul : 30,03 g/mol
- Fase : Cair
- Warna : Jernih
- Bau : Berbau menusuk
- Kemurnian : 37%
- Titik Didih : 90-100°C
- Titik Cair : -19°C
- Flash Point : 83°C
- Kelarutan : Larut dalam alkohol dan air

(PT Intanwijaya Internasional)



Pra Rancangan Pabrik
Hexametenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan
Proses Weiss

B. Spesifikasi Bahan

Tabel I.3. Spesifikasi Formaldehida

PT Intanwijaya Internasional, Formaldehida 37%

No.	Komposisi	% Berat
1	CH ₂ O	37%
2	CH ₃ OH	2,5%
3	H ₂ O	60,5%
Total		100%

I.4.2. Produk

I.4.2.1. Hexametenatetramina

A. Sifat Fisika dan Kimia

- Rumus Molekul : (CH₂)₆N₄
- Berat Molekul : 140,19 g/mol
- Warna : Putih
- Fase : Padat
- Melting Point : 280°C
- Flash Point : 250°C
- Densitas : 1,331 g/cm³
- pH : 7-10 pada 100 g/L 20°C
- Vapor Pressure : <0,01 hPa pada 20°C
- Kelarutan : Larut dalam air
- Dibentuk dari reaksi antara amonia dan formaldehida:
$$6\text{CH}_2\text{O} + 4\text{NH}_3 \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 6\text{H}_2\text{O}$$

(Perry & Green, 2019)



I.5. Penentuan Kapasitas Pabrik

Pabrik hexametylenetetramina akan dioperasikan pada tahun 2029 dengan pertimbangan pada tahun 2025-2028 dilakukan pembangunan pabrik hexametylenetetramina. Kapasitas pabrik hexametylenetetramina dihitung dengan menggunakan metode *discounted*.

I.5.1. Data Impor

Tabel I.4. Data Impor Hexametylenetetramina Tahun 2019-2023

Tahun	Jumlah (ton)	% Pertumbuhan
2019	6082,894	
2020	6226,861	2,3668%
2021	7110,796	14,1955%
2022	7827,244	10,0755%
2023	9085,545	16,0759%
Total ($\Sigma\%P$)		42,7137%
i		10,6784%

(BPS, 2024)

Berdasarkan tabel I.4. dapat diketahui bahwa data impor hexametylenetetramina terus mengalami kenaikan setiap tahunnya. Hal ini menunjukkan kebutuhan hexametylenetetramina di Indonesia masih kurang, sehingga perlu dilakukan impor untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri. Nilai kebutuhan impor tahun 2029 dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut.

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

Keterangan:

M = Nilai kebutuhan pada tahun pendirian pabrik (ton/tahun)

P = Nilai data pada tahun 2023 (ton/tahun)



Pra Rancangan Pabrik
Hexametenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan
Proses Weiss

i = Rata-rata pertumbuhan

n = Selisih tahun data terakhir dengan tahun pendirian pabrik (tahun)

Sehingga perkiraan nilai kebutuhan impor pada tahun 2030 adalah sebagai berikut:

$$M_1 = 9085,5450 \text{ ton} (1 + 0,1068)^{(2030-2023)}$$

$$M_1 = 18483,8153 \text{ ton}$$

I.5.2. Data Ekspor

Tabel I.5. Data Ekspor Hexametenatetramina Tahun 2019-2023

Tahun	Jumlah (ton)	% Pertumbuhan
2019	24,57003	
2020	38,08458	55,0042%
2021	100,1376	162,9348%
2022	105,40064	5,2558%
2023	162,40904	54,0873%
Total ($\Sigma\%P$)		277,2821%
i		69,3205%

(BPS, 2024)

Kebutuhan ekspor hexametenatetramina dari Indonesia dapat dilihat pada tabel I.5. Setiap tahun terjadi peningkatan jumlah ekspor hexametenatetramina. Kegiatan ekspor penting untuk meningkatkan devisa negara dan merangsang pertumbuhan ekonomi. Nilai perkiraan kebutuhan ekspor tahun 2029 dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut:

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



Pra Rancangan Pabrik
Hexametenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan
Proses Weiss

Keterangan:

M = Nilai kebutuhan pada tahun pendirian pabrik (ton/tahun)

P = Nilai data pada tahun 2023 (ton/tahun)

i = Rata-rata pertumbuhan

n = Selisih tahun data terakhir dengan tahun pendirian pabrik (tahun)

Sehingga perkiraan nilai kebutuhan ekspor pada tahun 2030 adalah sebagai berikut:

$$M_4 = 162,4090 \text{ ton/tahun} (1 + 0,6932)^{(2030-2023)}$$

$$M_4 = 6480,0374 \text{ ton/tahun}$$

I.5.3. Data Konsumsi

Tabel I.6. Data Konsumsi Hexametenatetramina di Indonesia

No.	Nama Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT Citra Resins Industries	12500
2	PT Dahana (Persero)	3000
3	PT Goodyear Indonesia Tbk	40000
4	PT Industri Karet Nusantara	18000
5	PT Synthetic Rubber Indonesia	40000
Total		113500

Sumber: ¹indolysaght.com, ²industri.kontan.co.id, ³goodyear-indonesia.com,
⁴nusantarabatulicin.com, ⁵ekonomi.bisnis.com

Berdasarkan tabel I.6. menunjukkan beberapa industri yang menggunakan hexametenatetramina dalam proses produksinya. Besarnya nilai data konsumsi



Pra Rancangan Pabrik
Hexametenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan
Proses Weiss

menunjukkan bahwa hexametenatetramina mempunyai banyak kegunaan di berbagai sektor industri. Nilai perkiraan konsumsi hexametenatetramina pada tahun 2029 adalah 113500 ton/tahun.

I.5.4. Data Produksi

Tabel I.7. Data Produksi Hexametenatetramina di Dunia

No.	Nama Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT Kaltim Hexamindo Wiratama	3000
2	Simalin Chemical Industries	10000
3	Gameron Petro Industry Complex	5000
4	Runhua Chemical Industry Co., Ltd.	30000
5	Kanoria Chemicals & Industries	12000
Total		60000

Sumber: ¹jdih.maritim.go.id, ²simalin.com, ³abu.org.my, ⁴highchem.co.jp, ⁵thehindubusinessline.com

Hexametilena diproduksi oleh beberapa pabrik di dunia yang dirangkum dalam tabel I.7. Nilai produksi hexametenatetramina di dunia tergolong tidak terlalu besar, sehingga ketersediaan hexametenatetramina lebih sedikit daripada nilai konsumsi hexametenatetramina. Nilai perkiraan produksi hexametenatetramina pada tahun 2029 adalah 60000 ton/tahun.

I.5.5. Perhitungan Kapasitas Pabrik

Pabrik hexametenatetramina rencana beroperasi pada tahun 2029 dengan masa konstruksi selama 3 tahun mulai tahun 2025 sampai 2028. Penentuan



Pra Rancangan Pabrik
Hexamethylenetetramine (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan
Proses Weiss

kapasitas produksi pabrik hexamethylenetetramine dihitung dengan menggunakan metode *discounted* berdasarkan data impor, ekspor, produksi, dan konsumsi hexamethylenetetramine. Berikut adalah perhitungan kapasitas produksi pabrik hexamethylenetetramine.

$$M_1 + M_2 + M_3 = M_4 + M_5 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

M_1 = Nilai impor pada tahun 2030 (ton/tahun)

M_2 = Nilai produksi pada tahun 2030 (ton/tahun)

M_3 = Kapasitas produksi pabrik (ton/tahun)

M_4 = Nilai ekspor pada tahun 2030 (ton/tahun)

M_5 = Nilai konsumsi pada tahun 2030 (ton/tahun)

$$M_3 = (M_4 + M_5) - (M_1 + M_2)$$

$$M_3 = (6480,0374 + 113500) \text{ ton/tahun} - (16700,4692 + 60000) \text{ ton/tahun}$$

$$M_3 = 40626,6140 \text{ ton/tahun}$$

Oleh karena 40% dari kapasitas produksi tersebut dialokasikan untuk ekspor, maka kapasitas produksi yang baru adalah sebagai berikut:

$$(1 - 0,4)M_3 = 40626,6140 \text{ ton/tahun}$$

$$0,6M_3 = 40626,6140 \text{ ton/tahun}$$

$$M_3 = 67711,0233 \text{ ton/tahun} \approx 70000 \text{ ton/tahun}$$

Kapasitas produksi yang baru didapatkan sebesar 67711,0233 ton/tahun yang dibulatkan menjadi 70000 ton/tahun, dimana asumsi sisa produk digunakan sebagai stok penyimpanan. Dengan demikian, pabrik hexamethylenetetramine yang dioperasikan pada tahun 2030 mempunyai kapasitas produksi sebesar 70000 ton/tahun.



Pra Rancangan Pabrik
Hexamethylenetetramine (HMTA) dari Ammonia dan Formalin dengan
Proses Weiss

I.6. Alasan Pendirian Pabrik

Hexamethylenetetramine memiliki berbagai aplikasi dalam sektor industri di Indonesia. Pemanfaatan senyawa ini mencakup produksi bahan karet, bahan peledak, resin sintesis, logam, kertas, dan pupuk. Meskipun banyaknya kegunaan tersebut, produksi hexamethylenetetramine di Indonesia masih belum mencukupi kebutuhan domestik. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan kapasitas produksi di dalam negeri untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat. Selain itu, terdapat pabrik-pabrik hexamethylenetetramine di berbagai negara yang dapat menjadi acuan bagi pengembangan industri serupa di Indonesia.

Tabel I.8. Kapasitas Pabrik Hexamethylenetetramine (HMTA) di Dunia

No.	Nama Perusahaan	Negara	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT Kaltim Hexamindo Wiratama	Indonesia	3000
2	Simalin Chemical Industries	India	10000
3	Gameron Petro Industry Complex	Iran	5000
4	Runhua Chemical Industry Co., Ltd.	China	30000
5	Kanoria Chemicals & Industries	India	12000

Sumber: ¹jdih.maritim.go.id, ²simalin.com, ³abu.org.my, ⁴highchem.co.jp, ⁵thehindubusinessline.com

Berdasarkan tabel I.8. dapat diketahui bahwa pabrik yang memproduksi hexamethylenetetramine (HMTA) di Indonesia hanya industri PT Kaltim Hexamindo Wiratama dengan kapasitas produksi sebesar 3000 ton/tahun. Kapasitas tersebut tidak sebanding dengan besarnya kebutuhan pemanfaatan hexamethylenetetramine pada industri karet, resin, tekstil, pertanian, bahan peledak yang ada di Indonesia. Hal tersebut menyebabkan terjadinya impor hexamethylenetetramine dalam jumlah



Pra Rancangan Pabrik Hexametenatetramina (HMTA) dari Amonia dan Formalin dengan Proses Weiss

besar dari berbagai negara sehingga menjadi alasan pendirian pabrik.

Salah satu faktor penting yang mendorong pendirian pabrik hexametenatetramina di Indonesia adalah lokasinya yang dekat dengan sumber bahan baku yang melimpah. Kecukupan bahan baku memastikan produksi terus berlanjut dan mengurangi biaya logistik dan transportasi, meningkatkan efisiensi operasional. Selain itu, jarak yang dekat antara pabrik dan sumber bahan baku mempercepat respons permintaan pasar. Pabrik dapat beroperasi dengan lebih baik dan berkontribusi pada pertumbuhan industri nasional dengan memanfaatkan potensi lokal ini. Selain itu, hal ini meningkatkan lapangan kerja dan pertumbuhan ekonomi lokal, sejalan dengan upaya pemerintah untuk mendorong pertumbuhan industri dalam negeri.