



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN
FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS
30.000 TON/TAHUN”

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Industri kimia merupakan salah satu industri yang sedang berkembang di Indonesia. Secara umum, industri kimia menunjukkan proses peningkatan karena perluasan kapasitas produksi, pembangunan beberapa pabrik dan pabrik kimia baru. Peningkatan yang cepat ini karena meningkatnya permintaan untuk ekspor beberapa pabrik dan meningkatnya permintaan untuk investasi baru guna pembangunan pabrik kimia hulu. Salah satunya adalah industri hexamethylenetetramine (HMTA) atau sering disebut Hexamethylene Tetramine.

Hexamethylene Tetramine adalah salah satu produk yang banyak digunakan dalam industri kimia. Selama Perang Dunia II, bahan ini banyak digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi siklon yang sangat eksplosif. Bahkan setelah perang usai, bahan ini masih dibutuhkan sebagai bahan peledak. Hexamethylene Tetramine banyak digunakan juga dalam berbagai bidang antara lain: bidang kedokteran (bahan baku antiseptik), industri resin (curing agent), industri karet (accelerator yaitu agar karet menjadi elastis), industri tekstil (shrink-proofing agent dan untuk memperindah warna), industri serat selulosa (menambah elastisitas), dan pada industri buah (digunakan sebagai fungisida pada tanaman jeruk untuk menjaga tanaman dari serangan jamur) (Kent, 1974).

Sampai saat ini, untuk memenuhi kebutuhan Hexamethylene Tetramine di Indonesia masih mengandalkan impor dari luar. Padahal kebutuhan Hexamethylene Tetramine sendiri dari tahun ke tahun semakin bertambah. Untuk memenuhi kebutuhan Hexamethylene Tetramine tersebut, Indonesia harus mengimpor Hexamethylene Tetramine dengan skala cukup besar. Indonesia belum dapat bersaing di tingkat internasional dalam hal pemenuhan kebutuhan Hexamethylene Tetramine dunia karena Indonesia masih belum mampu untuk mengekspor produk ini. Melihat belum terpenuhinya kebutuhan akan Hexamethylene Tetramine sementara itu banyak kegunaan Hexamethylene Tetramine dalam berbagai bidang dan perkembangan industri di Indonesia yang memanfaatkan produk ini sebagai



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

bahan baku, maka pendirian pabrik ini sangat dibutuhkan. Oleh karena itu diharapkan pendirian pabrik Hexamethylene Tetramine juga diharapkan mampu memenuhi kebutuhan Hexamethylene Tetramine di dalam negeri untuk mengurangi ketergantungan terhadap negara lain

1.2 Manfaat

Manfaat pendirian pabrik Hexamethylene Tetramine ini diharapkan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan Hexamethylene Tetramine di Indonesia, sehingga mengurangi ketergantungan terhadap negara lain
2. Dapat memacu pertumbuhan industri hulu khususnya yang memproduksi formaldehyde dan ammonia, serta memacu pertumbuhan industri hilir yang menggunakan bahan Hexamethylene Tetramine sebagai bahan baku maupun bahan pembantu.
3. Dapat meningkatkan devisa negara dari hasil ekspor produk Hexamethylene Tetramine.
4. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan di Indonesia

1.3 Aspek Ketersediaan dan Kebutuhan

Hexamethylene Tetramine (HMTA) adalah suatu produk yang berasal dari 6 molekul formaldehyde dan 4 molekul amonia. *Hexamethylene Tetramine* (HMTA) pertama kali dibuat oleh seorang ilmuwan dari Rusia yang bernama Butlerov pada tahun 1859. *Hexamethylene Tetramine* biasa disebut juga sebagai methenamine, formin atau aminoforn.

Hexamethylene tetramine memiliki aplikasi ke berbagai industri, namun masih belum banyak pabrik di Indonesia yang memproduksinya. Selain itu, bahan baku berupa ammonia dan formaldehyde cukup banyak tersedia untuk memproduksi Hexamethylene tetramine. Selama ini, guna memenuhi kebutan Hexamethylene Tetramine dalam negeri, Indonesia masih impor dari beberapa negara. Tabel I.3.1 menunjukkan data impor Hexamethylene Tetramine dari tahun 2017-2021.

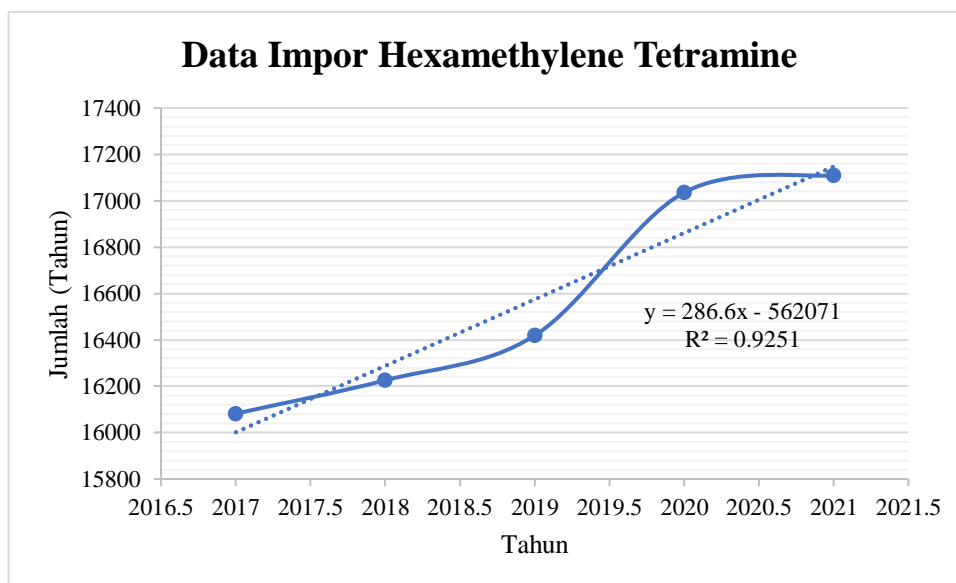
Tabel I.3.1 Data Impor Hexamethylene Tetramine di Indonesia

No	Tahun	Jumlah kebutuhan (ton/tahun)
1	2017	16082
2	2018	16226
3	2019	16419
4	2020	17036
5	2021	17110

(Badan Pusat Statistik, 2022)

Namun, data ekspor Hexamethylene Tetramine dari Indonesia tidak ditemukan. Hal ini menunjukkan bahwa negara Indonesia masih belum mampu memenuhi kebutuhan Hexamethylene Tetramine dalam negeri sehingga pendirian pabrik Hexamethylene Tetramine di Indonesia diharapkan mampu memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Pabrik Hexamethylene Tetramine ini rencana didirikan pada tahun 2025. Penentuan kapasitas produksi pabrik, akan ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi linear guna memprediksi kebutuhan Hexamethylene Tetramine di Indonesia pada tahun 2025. Untuk mempermudah pembacaan data, berdasarkan tabel I.3.1 akan disajikan dalam bentuk grafik seperti gambar I.3.1 dibawah.

**Gambar I.3.1 Grafik Impor Hexamethylene Tetramine**



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

Berdasarkan persamaan regresi linear :

No	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	2017	16082	4068289	258630724	32437394
2	2018	16226	4072324	263283076	32744068
3	2019	16419	4076361	269583561	33149961
4	2020	17036	4080400	290225296	34412720
5	2021	17110	4084441	292752100	34579310
Total	10095	82873	20381815	1374474757	167323453

Dengan menggunakan metode Least Square persamaan 17-21, Peters & Timmerhauss :

$$\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} = 20381815 - \frac{10095^2}{5} = 10$$

$$\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} = 1374474757 - \frac{82873^2}{5} = 887931,2$$

Dengan menggunakan metode Least Square persamaan 17-20, Peters & Timmerhauss:

$$\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n} = 167323453 - \frac{(10095 \times 82873)}{5} = 2866$$

$$b = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}} = \frac{2866}{10} = 286,6$$

$$a = \frac{\sum y}{n} = \frac{82873}{5} = 16574,6$$

$$c = \frac{\sum x}{n} = \frac{10095}{5} = 2019$$

Nilai diatas dimasukkan kedalam persamaan :

$$Y = a + b(x-c)$$

$$Y = 16574,6 + 286,6(x - 2019)$$

$$Y = 16574,6 + 286,6x - (578645,4)$$



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

$$Y = -562070,8 + 286,6x$$

Pabrik rencana akan berdiri pada tahun 2025, maka :

$$Y = -562070,8 + 286,6x$$

$$Y = -562070,8 + 286,6 (2025)$$

$$Y = 18294,2 \approx 18300 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode *least square*, prediksi kebutuhan hexamine di Indonesia pada tahun 2025 adalah 18300 ton/tahun. Pabrik yang akan didirikan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, namun juga memiliki target untuk mengekspor produk ke luar negeri. Oleh karena itu produksi pada pabrik ini sebesar 163% dari perkiraan kebutuhan yaitu 18300 ton/tahun. Sehingga kapasitas produksi pabrik ini sebesar 30.000 ton/tahun dengan 11.700 ton/tahun di ekspor keluar negeri. Di Indonesia, sudah berdiri pabrik hexamine yaitu PT. Intan Wijaya Internasional yang merupakan anak perusahaan dari PT. Pupuk Kaltim dengan kapasitas produksi 8000 ton / tahun yang berlokasi di Banjarmasin, Kalimantan Selatan (PT Intan Wijaya Internasional Tbk, 2021).

Berdasarkan data diatas, kapasitas pabrik hexamine berkisar antara 1,200-50,000 ton/tahun, sehingga secara data pabrik hexamine dengan kapasitas 30.000 ton/tahun masih layak untuk didirikan. Pabrik ini akan didirikan pada tahun 2025, berkapasitas 30.000 ton/tahun dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Prediksi kebutuhan Hexamethylene Tetramine dalam negeri pada tahun 2025 yaitu sebesar 18300 ton/tahun
2. Kelebihan produksi dari Hexamethylene Tetramine dalam negeri akan di ekspor untuk memenuhi kebutuhan di kawasan Asia



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

Bahan baku untuk memproduksi heksamin yaitu amoniak dan formaldehyde. Bahan baku pada pembuatan heksamin diperoleh dari beberapa perusahaan di Indonesia antara lain terlihat pada Tabel 1.3.2 dan 1.3.3 dibawah.

Tabel 1.3.2 Daftar Perusahaan Penghasil Amonia

No	Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Petrokimia Gresik	3.230.000
2	Pupuk Sriwijaya Palembang	1.530.203
3	PT. Pupuk Iskandar Muda Aceh	865.050
4	PT. Pupuk Kujang Cikampek	660.000

Tabel 1.3.3 Daftar Perusahaan Penghasil Formaldehyde

No	Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Intan Wijaya Chemical Industry Palembang	660.000
2	PT. Korindo Abadi Kepulauan Riau	150.000
3	PT. Dover Chemical Cilegon	60.000
4	PT. Perawang Pekasa Indah Kepulauan Riau	50.000



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN
FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS
30.000 TON/TAHUN”

I.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.4.1 Bahan Baku

A. Amonia

- Sifat Fisika dan Kimia

- a. Rumus molekul : NH_3
- b. Berat molekul : 17.031 g/mol
- c. Bentuk fisik : Gas
- d. Warna : Tidak berwarna
- e. Bau : Berbau tajam
- f. Titik leleh : $-77.7\text{ }^\circ\text{C}$
- g. Titik didih : $-33.4\text{ }^\circ\text{C}$
- h. Densitas : 0.86 kg/m^3 (1.013 bar at boiling point)
 0.769 kg/m^3 (STP)
 0.73 kg/m^3 (1.013 bar at 15°)
- i. Kelarutan : Larut dalam air, etil eter, chloroform, etanol
- j. Tekanan uap : 788,76 kPa

(Perry, 1986)

- Ammonia bereaksi dengan formaldehide menghasilkan hexamethylene tetramine dan air, reaksinya sebagai berikut:
$$6\text{ CH}_2\text{O}_{(l)} + 4\text{ NH}_{3(g)} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_{4(l)} + 6\text{ H}_2\text{O}_{(l)}$$
- Ammonia stabil pada temperature sedang, tetapi terdekomposisi menjadi hydrogen dan nitrogen pada temperature yang tinggi, pada tekanan atmosfer dekomposisi terjadi pada suhu $400 - 50\text{ }^\circ\text{C}$.
- Oksidasi ammonia pada temperature yang tinggi menghasilkan nitrogen dan air.
- Kelarutan dari ammonia turun dengan cepat dengan naiknya temperature.



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

- **Spesifikasi Bahan Baku**

No	Komposisi	% Berat
1	NH ₃	99.5
2	H ₂ O	0.5
Total		100

(PT. Pupuk Sriwidjaja, 2021)

B. Formaldehyde

- **Sifat Fisika dan Kimia**

- Rumus molekul : CH₂O
- Berat molekul : 30.03 g/mol
- Fase : Liquid
- Warna : Cairan jernih, tidak berwarna
- Bau : Bau menusuk, keras
- Kemurnian : 37%
- Spesifik Gravity : 1.081 (pada 25°C)
- Titik Didih : 96°C
- Titik Cair : -15°C
- Densitas : 815 kg/m³
- Kelarutan : Larut dalam air
- Flash point : 56°C

(Larranaga, 2016)

- Formaldehyde mengandung alcohol (methanol) sebanyak 10% - 15% yang berfungsi sebagai stabilator agar formaldehyde tidak mengalami polimerisasi.
- Formaldehyde sangat mudah larut dalam air, sangat reaktif dalam suasana alkalis, serta bersifat sebagai pereduksi yang kuat.
- Bereaksi dengan ammonia membentuk Hexamethylene Tetramine dan air.
$$6 \text{ CH}_2\text{O} + 4 \text{ NH}_3 \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 6 \text{ H}_2\text{O}$$



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN
FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS
30.000 TON/TAHUN”

- **Spesifikasi Bahan Baku**

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

(PT. Intan Wijaya Internasional, 2021)



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN
FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS
30.000 TON/TAHUN”

I.4.2 Produk

A. Hexamethylene Tetramine

- **Sifat Kimia dan Fisika**

Rumus molekul	: $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$
Berat molekul	: 140.19 g/mol
Warna	: Putih dan berkilauan
Bentuk	: Kristalin atau powder
Flash point	: 250°C
Fase	: Solid
Densitas	: 1.33 g/cm ³ pada 20°C
Titik Didih	: Menyublim pada 285-295°C
Kelarutan dalam Air	: 46.5 g/100 ml pada 25°C

(Perry, 1986)

- **Spesifikasi Produk**

Hexamethylene tetramine adalah senyawa organik heterosiklik dengan rumus $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$. Senyawa ini berbentuk kristal putih sangat larut dalam air dan pelarut organik polar. Hexamethylene Tetramine menyublim pada suhu 270°C. Hexamethylene Tetramine disusun oleh reaksi dari formaldehyde dan amonia. Reaksi kimia untuk pembentukan Hexamethylene Tetramine antara formaldehyde dan amonia terjadi pada suhu 40°C dalam suasana larutan tanpa air tanpa bantuan katalisator.

- **Kegunaan Produk**

Kegunaan produk heksamin dalam industri dan kehidupan sehari-hari pada beberapa bidang antara lain sebagai berikut :

- a. Dalam bidang kedokteran digunakan sebagai bahan antiseptic yang dikenal sebagai urotropin.
- b. Dalam industri resin digunakan sebagai curing agent yang digunakan untuk memperbaiki struktur polimer.



PRA RENCANA PABRIK

“PABRIK HEXAMETHYLENE TETRAMINE DARI AMONIA DAN
FORMALDEHYDE MENGGUNAKAN PROSES MACLEAN DENGAN KAPASITAS
30.000 TON/TAHUN”

- c. Dalam industri karet dimanfaatkan sebagai accelerator dan untuk mempercepat karet tervulkanisasi, yaitu sifatnya berubah dari plastis menjadi elastis.
- d. Pada industri tekstil digunakan sebagai shrink-proofing agent yaitu untuk menjaga agar bentuk kain tidak berubah dan untuk memperindah warna.
- e. Digunakan sebagai bahan aditif dalam pembuatan serat selulosa yaitu untuk menambah elastisitas.
- f. Dalam industri pertanian dimanfaatkan sebagai bahan fungisida

B. Amonium Hidroksida (NH_4OH)

- **Sifat Kimia dan Fisika**

Rumus molekul	: NH_4OH
pH	: >11
Berat molekul	: 35.046 g/mol
Warna	: Tidak berwarna
Bentuk	: Cairan tidak berwarna
Bau	: Pedih
Fase	: Liquid
Densitas	: 0,903 g/cm ³ pada 20°C

(Chemister.ru, 2023)

- **Kegunaan Produk**

Kegunaan produk amonium hidroksida dalam kehidupan sehari-hari pada beberapa bidang antara lain sebagai berikut :

- a. Dalam rumah tangga digunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan pembersih kaca
- b. Dalam laboratorium digunakan sebagai pengompleks dan juga basa kuat karena pH yang tinggi