



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Industri kimia saat ini menunjukkan suatu peningkatan produksi yang cukup baik walaupun sempat dilanda oleh krisis moneter. Hal ini dikarenakan terdapat perluasan kapasitas produksi pada beberapa pabrik dan pembangunan pabrik kimia baru, serta permintaan pasar terutama pasar ekspor yang semakin meningkat. Peningkatan ini terjadi didorong oleh peningkatan permintaan ekspor sehingga beberapa pabrik diharuskan melakukan perluasan kapasitas produksi, serta bertambahnya permohonan investasi baru dalam pembangunan pabrik-pabrik kimia.

Seiring adanya perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) begitu pula dengan industri, khususnya industri kimia. Kehadiran industri kimia menunjang kehidupan manusia, dalam bidang kesehatan, keamanan, serta pendidikan.

Hexamethylene tetramine (HMTA) atau disebut sebagai hexamine adalah suatu produk industri kimia yang penting bagi kehidupan. Dalam Perang Dunia ke-2, hexamine cenderung digunakan untuk bahan baku proses pembuatan cyclonite yang memiliki daya ledakan sangat tinggi. Setelah masa perang selesai, bahan peledak jenis ini masih diperlukan untuk keperluan pertahanan, keamanan, serta industri pertambangan. Hexamine banyak digunakan juga dalam berbagai bidang yaitu: Bidang kedokteran (sebagai bahan baku dalam antiseptik), industri resin (sebagai bahan pengawet), industri karet (sebagai accelerator agar karet menjadi elastis), industri tekstil (shrink-proofing agent untuk memperindah warna), industri serat selulosa (sebagai penambah keelastisitasan), serta pada industri buah digunakan sebagai fungisida contohnya pada tanaman jeruk bertujuan menjaga tanaman dari serangan jamur. (Kent, J.A., 1974)

Karena kegunaan hexamine di beberapa bidang serta perkembangan industri di Indonesia banyak yang menggunakan produk ini sebagai bahan baku, maka adanya pendirian pabrik ini sangat dibutuhkan. Selain itu, dalam pendirian pabrik hexamine juga diharapkan mampu memenuhi kebutuhan hexamine di dalam negeri



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Hexamine dari Ammonia dan Formaline dengan Proses Meissner“

---

agar dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, serta mengurangi devisa negara.

### **I.2. Manfaat**

Manfaat pendirian pabrik hexamine ini diharapkan:

1. Dapat memenuhi kebutuhan permintaan hexamine di dalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, dan dapat menghemat devisa negara.
2. Dapat memacu pertumbuhan industri – industri hulu khususnya yang memproduksi formaline dan ammonia, serta memacu pertumbuhan industri – industri hilir yang menggunakan hexamine sebagai bahan baku maupun bahan pembantu.
3. Dapat meningkatkan devisa negara dari sektor non-migas bila hasil produk hexamine di ekspor.
4. Dapat menciptakan lapangan kerja baru bagi masyarakat dan dapat menunjang pemerataan pembangunan serta dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat.

### **I.3. Aspek Ekonomi**

Hexamethylene tetramine pertama kali dibuat oleh seorang ilmuwan dari Rusia yang bernama Butlerov pada tahun 1859. Hexamethylene tetramine atau Hexamine adalah suatu produk yang berasal dari 6 molekul formaldehyde dan 4 molekul ammonia, hexamine juga dikenal sebagai methenamine, hexamine, formin, atau aminofom.

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 kebutuhan Hexamethylene tetramine di Indonesia dipenuhi oleh beberapa negara pengimport. Data Import Hexamethylene dari tahun 2015 – 2020 dapat dilihat di **Tabel I.1**



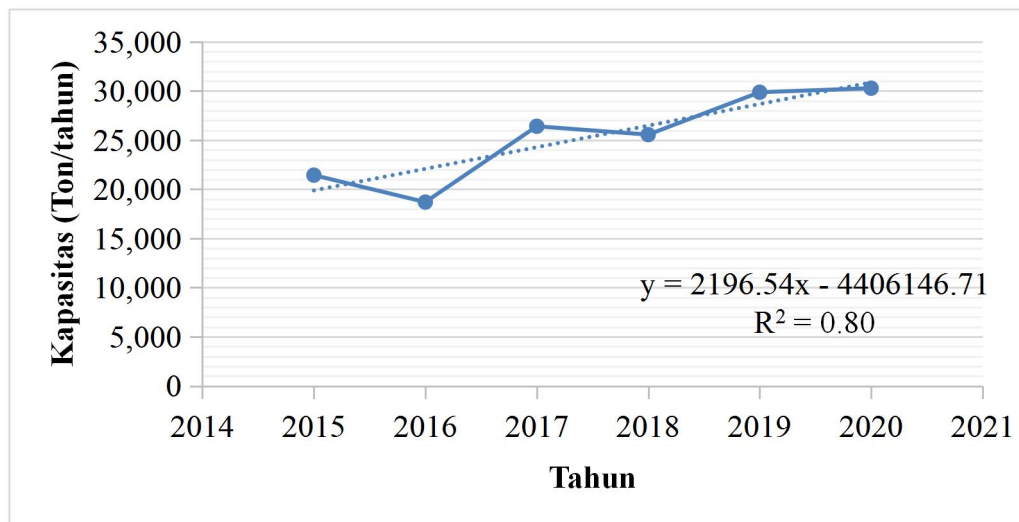
**Tabel I.1. Data Import Hexamethylene tetramine di Indonesia**

No.	Tahun	Kebutuhan (Ton/tahun)
1	2015	21441
2	2016	18700
3	2017	26412
4	2018	25561
5	2019	29875
6	2020	30282

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS)

Akan tetapi data ekspor dari negara Indonesia tidak didapatkan, hal ini membuktikan bahwa perusahaan - perusahaan hexamine di Indonesia belum bisa memenuhi kebutuhan hexamine di Indonesia, sehingga pendirian pabrik Indonesia mempunyai peluang yang besar dan akan dapat berkembang.

Berdasarkan tabel I.1, untuk mendapatkan kebutuhan pada tahun 2024 digunakan program Microsoft Excel. Sehingga didapatkan grafik dan persamaan sebagai berikut:



**GambarI.1 Grafik Impor Hexamine 2015 - 2020**

Persamaan linier:  $y=ax+b$   
 $y=2196.54x - 4406146.71$



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Hexamine dari Ammonia dan Formaline dengan Proses Meissner”

Kebutuhan pada tahun 2024, maka  $x = 2024$ , sehingga di dapat kebutuhan pada tahun 2024 ( $m_2$ ):

$$y = 2196.54x - 4406146.71$$

$$y = 2196.54*(2024) - 4406146.71$$

$$m_5 = 39650.25 \text{ ton/tahun}$$

Nilai ekspor pada tahun 2024 diperkirakan 35% dari kapasitas pabrik baru, maka  $m_4 = 0,35 m_3$ . Dari hasil diatas dapat dihitung kapasitas pabrik hexamine dari ammonia dan formaldehid pada tahun 2024 yang ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:  $m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5$

Dimana:  $m_1 =$  Nilai impor

$m_2 =$  Kapasitas pabrik lama (ton/th)

$m_3 =$  Kapasitas pabrik baru (ton/th)

$m_4 =$  Jumlah ekspor

$m_5 =$  Konsumsi dalam negeri

Sehingga, kapasitas pabrik baru

$$(m_3) = (m_5 + m_4) - (m_1 + m_2)$$

$$(m_3) = (39650.25 + 0,35 m_3) - (0 + 8000)$$

$$0,65 m_3 = 31650.25$$

$$m_3 = 48692,69231$$

$= 48692,69231 \text{ ton/tahun} \approx 50.000 \text{ ton/tahun}$

Kapasitas produksi harian =  $\frac{50.000 \text{ ton/tahun}}{330 \text{ hari/tahun}} = 151,5151 \text{ ton/hari}$

Melihat perhitungan kebutuhan impor Hexamethyleneme nunjukkan peningkatan dan semakin besar. Oleh karena itu, pendirian pabrik Hexamethylene mengambil kapasitas sebesar 50.000 ton/ tahun.

Di Indonesia sudah berdiri pabrik hexamine yaitu PT. Intan Wijaya International, Tbk yang merupakan anak perusahaan dari PT. Pupuk Kaltim dengan kapasitas produksi 8.000ton/tahun yang berlokasi di Banjarmasin, Kalimantan Selatan.( PT Intan Wijaya Internasional Tbk,2017)

Berdasarkan data diatas, kapasitas pabrik hexamine di dunia berkisar 1.200–50.000ton/tahun, sehingga kapasitas perancangan minimum pabrik hexamine yang masih layak didirikan adalah 1.200ton/tahun.

Pada prarancangan pabrik hexamine ini direncanakan berdiri pada tahun



2024, berkapasitas 50000 ton/tahun, dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Prediksi kebutuhan dalam negeri (data impor hexamine) pada tahun 2024 adalah sebesar 39650.25 ton/ tahun.
2. Kebutuhan dunia akan hexamine semakin besar sehingga perlu didirikan plant baru.
3. Kelebihan kebutuhan dalam negeri akan digunakan untuk kebutuhan ekspor di kawasan Asia.

#### 1.4. Sifat Produk dan Bahan Baku

##### 1.4.1. Bahan Baku

###### A. Ammonia

- Sifat Fisika dan Kimia

Nama Lain : Hydrogen Nitride, Trihydrogen Nitride, Nitrogen trihydride

Nama Molekul :  $\text{NH}_3$

Berat Molekul : 17,031 g/mol

Fase : Gas

Warna : Tak Berwarna

Bau : Berbau Tajam (Khas Ammonia)

Densitas :  $0,86 \text{ kg/m}^3$  (1,013 bar at boiling point)  $0,769 \text{ kg/m}^3$  (STP)  
 $0,73 \text{ kg/m}^3$  (1,013 bar at  $15^\circ$ )

Melting Point;  $^\circ\text{C}$  :  $-77,7^\circ\text{C}$

Boiling Point;  $^\circ\text{C}$  :  $-33,35^\circ\text{C}$  (101,3kPa)

Solubility : Soluble in chloroform, ether, ethanol, methanol

Solubility in water : 47% w/w ( $0^\circ\text{C}$ )

31% w/w ( $25^\circ\text{C}$ )

18% w/w ( $50^\circ\text{C}$ )

Vapor Pressure : 857,3 kPa

Viscosity : 0,276 cP ( $-40^\circ\text{C}$ )

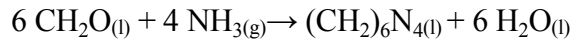
(PT Pupuk Sriwidjaja, 2013)

- Ammonia bereaksi dengan formaldehyde menghasilkan hexamethylene-

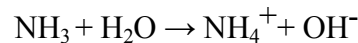


Pra Rencana Pabrik  
“Pabrik Hexamine dari Ammonia dan Formaline dengan Proses  
Meissner”

tetramine dan air, reaksinya sebagai berikut:



- Ammonia stabil pada temperature sedang, tetapi terdekomposisi menjadi hydrogen dan nitrogen pada temperature yang tinggi, pada tekanan atmosfer dekomposisi terjadi pada suhu 400 - 500°C.
- Oksidasi ammonia pada temperature yang tinggi menghasilkan nitrogen dan air.
- Reaksi antara ammonia dan air bersifat reversible. Reaksinya sebagai berikut:



Kelarutan dari ammonia turun dengan cepat dengan naiknya temperature.

- **Spesifikasi Bahan**

PT. Petrokimia Gresik, Ammonia 99,5%

No.	Komposisi	% Berat
1.	NH3	99,5%
2.	H2O	0,5%
TOTAL		100%

(PT. Petrokimia Gresik, 2016)

## B. Formaldehyde

- **Sifat Fisika dan Kimia**

Nama Lain	: Formalin
Rumus Molekul	: CH <sub>2</sub> O
Berat Molekul	: 30,03 g/mol
Fase	: Liquid (Cairan)
Warna	: Cairan jernih (tidak berwarna)
Bau	: Berbau menusuk, keras
Kemurnian	: 37%
Spesific Gravity	: 1,081 (pada 25°C)
Titik Didih ; °C	: 96°C
Titik Cair; °C	: -15°C



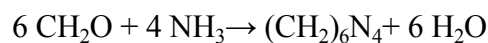
Pra Rencana Pabrik  
“Pabrik Hexamine dari Ammonia dan Formaline dengan Proses  
Meissner“

---

Densitas	: 815 kg/m <sup>3</sup>
Solubility	: Sangat mudah larut
Kepadatan Uap	: 1,04 (1 atm)
Tekanan Uap	: 1,3 pada 20°C
Flash Point	: 56°C
Entropi	: 218,8 J/mol.K
pH	: 2,8
Volatilasi	: 100 pada 21°C

(Larranaga, M.D., 2016)

- Formalin mengandung alcohol (methanol) sebanyak 10% - 15% yang berfungsi sebagai stabilator agar formalin tidak mengalami polimerisasi.
- Formalin sangat mudah larut dalam air, sangat reaktif dalam suasana alkalis, serta bersifat sebagai pereduksi yang kuat.
- Bereaksi dengan ammonia membentuk hexamine dan air.



- Larutan NH<sub>3</sub> dalam air akan bereaksi menjadi basa, sehingga dapat merubah kertas lakmus menjadi biru.

Reaksinya sebagai berikut:



• **Spesifikasi Bahan**

PT. Intan wijaya Internasional, Formaldehyde atau Formaline

No.	Komposisi	% Berat
1.	CH <sub>2</sub> O	37%
2.	CH <sub>3</sub> OH	2,50%
3.	H <sub>2</sub> O	60,50%
TOTAL		100%



### 1.4.2. Produk

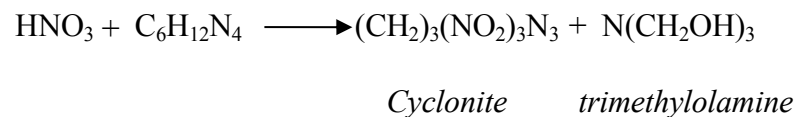
#### A. Hexamethylene tetramine

- **Sifat Fisika dan Kimia**

Nama Lain	: Methenamine, Urotropine, Formin, Aminoform
Rumus Molekul	: $(\text{CH}_2)_6\text{N}_4$
Berat Molekul	: 140,186 g/mol
Warna	: Putih dan berkilauan
Bentuk	: Kristalin atau powder
Ukuran	: 700 $\mu\text{m}$ Maximum
Flash Point	: 250°C
Fase	: Solid
Densitas	: 1,33 g/cm <sup>3</sup> (pada 20°C)
Titik Didih °C	: Menyublim pada 285-295°C
Entropy	: 38,48 g/ml
Solubility in water	: 85,3 g/100 ml
Specific Gravity	: 1,270 pada 25°C
Kelarutan dalam ether	: Tidak Larut

(Riegel's, Perry<sup>7ed</sup>)

- Pada reaksi nitrasi hexamine akan dihasilkan cyclotrimethylene trinitramine, hexigen atau lebih populer dengan sebutan RDX yang mempunyai daya ledak tinggi.
- Reaksi yang terjadi:



- **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





## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Hexamine dari Ammonia dan Formaline dengan Proses Meissner”

---

pelarut organik polar. Hexamine memiliki seperti struktur kembang mirip dengan adamantane. Hal ini berguna dalam sintesis senyawa kimia lain, misalnya plastic, farmasi, adiktif karet. Hexamine menyublim pada suhu  $270^{\circ}\text{C}$ . Hexamine disusun oleh reaksi dari formaldehyde dan ammonia. Reaksi dapat dilakukan dalam fasa gas dan dalam larutan. Hexamine merupakan bahan baku untuk peledak RDX komponen utama untuk *block dusters* pada akhir perang dunia kedua RDX digunakan secara luas sebagai pengganti TNT, selain dapat dipakai sebagai bahan baku untuk peledak, hexamine dipakai untuk bahan utama phenolicresin, sebagaian kecil digunakan dalam pengobatan dan sebagainya. Reaksi kimia untuk pembentukan hexamine yaitu antara formaldehyde dan ammonia terjadi pada suhu sekitar  $80^{\circ}\text{C}$  dalam suasana larutan dalam air tanpa bantuan katalisator.