

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Heksamin di pasaran pada umumnya dikenal sebagai *Hexamethylenetetramine*, *Aminoform*, *Crystamine*, *Methamine*, atau *Fomin* dengan rumus molekul $C_6H_{12}N_4$. Heksamin yang dijual di pasaran memiliki kemurnian tinggi sebesar 99,8%^[1]. Heksamin adalah padatan tidak berwarna pada suhu dibawah 285 °C dan memiliki struktur kristal. Dekomposisi termal heksamin menghasilkan ammonia, hidrogen sianida, metana, nitrogen, hidrogen, dan minyak residu. Heksamin juga didapat dari hasil hidrolisis ammonia dan formaldehida dalam larutan asam. Ada dua macam proses untuk memproduksi heksamin yaitu melalui proses Meissner dan proses Leonard dari Formaldehida dan Ammonia. Pada tahun 1960 di Amerika Serikat penggunaan heksamin pada bidang militer berkembang pesat karena heksamin penyumbang terbesar pembuatan siklonit. Ketika dinitrasi menjadi siklotrimetilen-trinitramina, heksamin diubah menjadi bahan untuk produksi bahan peledak siklonit yang kuat. Heksamin pada bidang farmasi digunakan sebagai penghambat korosi yang disebabkan asam mineral kuat, sebagai bahan anti susut dalam industri tekstil, dan sebagai bahan untuk meningkatkan ketahanan luntur warna dan elastisitas serat selulosa. Selain itu, digunakan juga dalam produksi resin fenol-formaldehid, dan dalam industri karet digunakan sebagai akselerator untuk mencegah karet vulkanisir tersumbat.

Sejauh ini, Indonesia masih belum memproduksi heksamin, kebutuhan impor heksamin untuk Indonesia sesuai data Badan Pusat Statistik masih mengimpor dari negara lain yaitu negara China dengan pertumbuhan rata-rata sebesar 45,30%^[2].

Oleh karena itu, produk ini memiliki peranan dan peluang cukup besar dalam kehidupan industri sehingga pendirian pabrik heksamin sangat tepat dilakukan mengingat di Indonesia masih belum adanya pabrik tersebut serta untuk mengurangi impor produk dari negara lain dan diharapkan dapat memacu pertumbuhan industri lain yang berhubungan dengan penggunaan heksamin^[3].

1.2. Sejarah Perkembangan Industri

Produksi heksamin meningkat drastis selama Perang Dunia II dan selama Perang Korea karena penggunaannya sebagai bahan peledak RDX, komponen utama

“*Blockbusters*”. RDX sebagian besar menggantikan TNT dalam bom udara. Pada masa damai, heksamin digunakan dalam bentuk khusus formaldehida dalam pembuatan dan pengawetan resin fenolik. Diperkirakan sampai tahun 1976 terjadi penurunan sekitar 7%/tahun di keseluruhan pasar heksamin. Pabrik yang menjadi produsen heksamin adalah *Hooker Chemical Corp, Tenneco Chemicals, Inc.*, dan *Wright Chemical Corp*^[8].

1.3. Kegunaan Produk

Penggunaan heksamin dapat digunakan untuk pengawet bahan makanan, cat, pelapis, lateks, tablet bahan bakar, dan bahan peledak siklonit, berikut adalah kegunaan heksamin dalam bidang industri:

- Industri farmasi untuk antiseptik uriner (*Urotropine*)
- Industri plastik untuk resin phenol-formaldehid
- Industri karet untuk akselerator vulkanisasi
- Industri tekstil dengan aktivasi klorit sebagai pemutih
- Industri logam untuk anti korosi^[4]

1.4. Sifat Fisika, Kimia, dan Termodinamika Bahan Baku dan Produk

1.4.1. Bahan Baku Utama

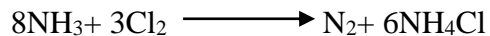
A. Ammonia^[5]

Sifat-Sifat Fisik

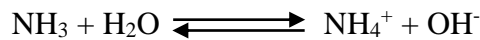
- Rumus molekul : NH_3
- Berat molekul : 17,03
- Bentuk : gas
- Bau : tajam
- Densitas : 0,618 g/L (100% wt)
- Kemurnian : 100%
- Komposisi : 99,5% NH_3 ; 0,5% H_2O
- Titik didih : $-33,35\text{ }^\circ\text{C}$
- Titik beku : $-77,7\text{ }^\circ\text{C}$
- Tekanan kritis : 11,425 kPa
- Temperatur kritis : $133,0\text{ }^\circ\text{C}$
- *Specific Gravity* : 0,639 pada $0\text{ }^\circ\text{C}$

Sifat Kimia

- Bereaksi dengan klorin akan terjadi reaksi oksidasi



- Bereaksi dengan air akan bersifat *Reversible*



Sifat Termodinamika

- Panas spesifik

0 °C	: 2097,2 J/kg.K
100 °C	: 2226,2 J/kg.K
200 °C	: 2105,6 J/kg.K
- Panas pembentukan gas

0 K	: -39,222 kJ/mol
298 K	: -46,222 kJ/mol

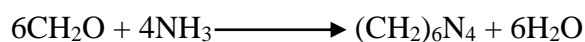
B. Formaldehida^[6]

Sifat-sifat Fisik

- Rumus molekul : CH₂O
- Berat molekul : 30,03
- Bentuk : cair
- Bau : pedih
- Densitas : 1,09 g/cm³
- Kemurnian : 37%
- Komposisi : 37% CH₂O; 10 % CH₃OH; 53% H₂O
- Warna : tidak berwarna
- Titik beku : < -15 °C
- Titik didih : 93-96 °C

Sifat Kimia^[7]

- Pada suhu biasa, gas formaldehid mudah larut dalam air, alkohol, dan pelarut polar lainnya
- Formaldehid mudah direduksi menjadi methanol oleh hidrogen pada banyak katalis logam dan oksida logam
- Reaksi^[8]



Sifat Termodinamika^[7]

- Panas penguapan ΔH_v pada 19 °C : 23,3 kJ/mol

- Panas pembentukan pada 25 °C : -115,9 kJ/mol
- Entropi : 563,5 J/mol.K

1.4.2. Produk Utama

A. Heksamin (Hexamethylenetetramine)^[6]

Sifat-sifat Fisik

- Rumus molekul : C₆H₁₂N₄
- Berat molekul : 140,19
- Bentuk : kristal
- Bau : menyengat
- Densitas : 1,330 gram/mL
- Kemurnian : 99%
- Komposisi : 99% C₆H₁₂N₄ ; 1% H₂O
- Titik didih : 285 °C-295 °C
- Titik leleh : 263 °C
- Warna : jernih
- Tidak dapat melebur, tetapi menyublim pada suhu 260-263 °C dengan terdekomposisi sebagian

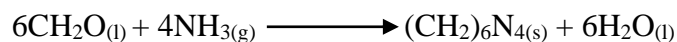
Sifat Kimia

- Kelarutan terhadap air: 43,4 gram/100 gram air (pada suhu 30 °C)
46,5 gram/100 gram air (pada suhu 70 °C)
- Larut dalam ethanol dan glycerol dan sangat sukar larut dalam ether, chlorine, aliphatic, dan aromatic hydrocarbon

1.5. Analisis Pasar

1.5.1. Analisis Ekonomi

Pemasaran produk heksamin (*Hexamethylenetetramine*) ke seluruh Indonesia untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Jika kebutuhan dalam negeri dapat terpenuhi maka pemasarannya akan diarahkan ke luar negeri (ekspor), berikut analisis pasar untuk mengetahui potensi pasar dari produk tersebut.



Tabel 1.1. Daftar Harga Bahan dan Produk^[6]

No	Bahan	Berat Molekul	Harga (\$/kg)
1.	NH ₃	17,03	0,045
2.	CH ₂ O	30,03	0,35
3.	(CH ₂) ₆ N ₄	140,19	5,60

Tabel 1.2. Analisa dan Kebutuhan dan Hasil Reaksi pada Heksamin

Reaksi	Komponen			
	CH ₂ O	NH ₃	(CH ₂) ₆ N ₄	6H ₂ O
1	-6	-4	+1	+6
Total	-6	-4	+1	+6

$$\begin{aligned} \text{Ekonomi Potensial} &= [(1 \times 140,19 \times \$5,60) + (-6 \times 30,03 \times \$0,35) + (-4 \times 17,03 \times \\ &0,045)] \\ &= \text{US\$ } 718,9356/\text{kmol } (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 \end{aligned}$$

Kurs Dollar per tanggal 27 Januari 2023, Bank Indonesia = Rp 14.978,50,-

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan kesimpulan bahwa pabrik heksamin (*Hexamethylenetetramine*) untung dan dapat didirikan pada tahun 2027.

1.5.2. Menentukan Kapasitas Produksi

Mendirikan pabrik memerlukan penentuan kapasitas produksi. Jumlah kapasitas ini dapat mengatasi kebutuhan heksamin di dalam maupun di luar negeri. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan berdasarkan data impor dalam kurun waktu tertentu.

Tabel 1.3. Data Impor Heksamin di Indonesia^[2]

No	Tahun	Jumlah (kg)	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1.	2018	51200000	51200	-
2.	2019	44800000	44800	-12,5
3.	2020	13500000	13500	-69,86
4.	2021	45800000	45800	239,25
5.	2022	56950000	56950	24,34
Rata-Rata				45,30

Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2027. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dari tahun 2018-2022, sehingga perkiraan penggunaan Heksamin pada tahun 2027 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

$$M = 56.950.000 (1+0,45)^5$$

$$M = 36.503,9 \text{ ton/tahun}$$

Secara umum kegiatan ekspor dapat mempercepat kinerja pabrik, secara umum asumsi ekspor yang ditetapkan pabrik adalah sekitar 40-60%. Oleh karena itu, dengan didirikannya pabrik ini dapat diasumsikan bahwa ekspor sebesar 40% dari kapasitas pabrik baru tersebut dapat menambah devisa negara, sehingga kebutuhan akan impor dapat diminimalisir, maka

$$\text{Mekspor} = 0,40 M$$

Dari hasil diatas dapat dihitung kapasitas pabrik Heksamin pada tahun 2027 yang ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Sehingga kapasitas pabrik baru (M)} = \text{Mekspor} + \text{Mimpor}$$

$$M = 0,40 M + 36.503,9$$

$$M - 0,40M = 36.503,9$$

$$0,6M = 36.503,9$$

$$M = 50.839,83 \text{ ton/tahun}$$

$$M = 50.000 \text{ ton/tahun}$$

Mengingat ketersediaan bahan baku yang mencukupi dan permintaan ekspor yang besar, maka kapasitas produksi pada tahun 2027 dapat diambil sebesar 50.000 ton/tahun.

1.6. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan faktor terpenting untuk menentukan kemajuan serta kelangsungan hidup suatu pabrik pada masa ini hingga masa mendatang karena bersangkutan dengan proses produksi dan proses distribusi produk. Penentuan lokasi yang tepat akan menentukan biaya-biaya yang dikeluarkan secara rutin yang menyangkut faktor-faktor produksi terutama bahan baku dan tenaga kerja serta akses pasar yang dituju.

Sedangkan untuk tata letak pabrik dan tata letak peralatan proses menentukan kelancaran operasional pabrik agar ekonomis dan menguntungkan. Oleh karena itu,

lokasi tata letak pabrik dan tata letak peralatan dapat menentukan lancar atau tidaknya operasional suatu pabrik.

Beberapa faktor yang dianggap penting dalam penentuan lokasi:

1. Faktor utama:

A. Penyediaan bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku yang ada
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya

B. Pemasaran (*Marketing*)

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah:

- Dimana hasil produksi akan dipasarkan
- Kemampuan daya serap pasar dan prospek pasar di masa yang akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

C. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Ada atau serta jumlah tenaga listrik
- Kemungkinan pengadaan listrik dan bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar
- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Pusat Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar

D. Persediaan air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu:

- Dari air sungai/sumber air
- Dari air kawasan industri
- Dari perusahaan air minum (PDAM)

Jika kebutuhan air cukup besar, pengambilan air sumber/ air sungai lebih ekonomis.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air:

- Kemampuan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas air yang tersedia

- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air

E. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Keadaan alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk
- konstruksinya
- *Humidity* dan temperatur udara
- Adanya badai, topan, dan gempa bumi

2. Faktor khusus:

A. Transportasi

Yang harus diperhatikan dalam hal ini adalah pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan, berkaitan dengan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu:

- Jalan raya
- Sungai dan laut yang dapat dilalui oleh kapal pengangkut
- Pelabuhan yang ada

B. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Mudah/sukarnya mendapatkan tenaga kerja disekitar pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah itu
- Perburuhan dan serikat buruh

C. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu ditinjau:

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah industri
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri yang ada didaerah tersebut

D. Karakteristik lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

- Susunan tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi
- pabrik,
- kondisi jalan, serta pengaruh air
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau unit baru
- Harga tanah

E. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan:

- Adat istiadat/kebudayaan didaerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik, dan tempat ibadah
- Fasilitas tempat hiburan dan biayanya

F. Pembuangan limbah

Hal ini mencakup dengan upaya pencegahan pencemaran lingkungan yang berasal dari limbah pabrik baik berbentuk gas, cair, maupun padat, dengan tetap mematuhi peraturan pemerintah. Berdasarkan faktor-faktor diatas maka lokasi pabrik Heksamin (Hexamethylenetetramine) direncanakan didirikan di Kawasan Industri Gresik (KIG) Jl. Tri Dharma No.3, Karangturi, Kec. Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan luas lahan sebesar 140 ha. Alasan atau dasar pemilihan lokasi pabrik di kawasan ini adalah:

1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku utama yang dibutuhkan adalah ammonia dan formaldehida yang didapat dari dalam negeri. Kebutuhan ammonia didapatkan dari PT. Petrokimia Gresik. Untuk formaldehida didapatkan dari PT. Duta Pertiwi Nusantara, Pontianak. Sebagai kawasan industri yang baik, Kawasan Industri Gresik memiliki sarana transportasi yang memadai, baik melalui darat (jalur kereta api, dan jalan tol ke berbagai daerah lain), laut (Pelabuhan Teluk Lamong), dekat kota Surabaya (Pelabuhan Tanjung Perak), Bandara Juanda, dan pusat pemerintahan Provinsi Jawa Timur.

2. Transportasi

Pembelian bahan baku dan pemasaran produk dapat dilakukan melalui jalur laut, udara, maupun darat. Kawasan Industri Gresik (KIG) merupakan daerah yang dekat dengan pelabuhan dan jalan tol serta kawasan industri lain sehingga memudahkan pemasaran produk

3. Kebutuhan Air

Air kawasan dipilih dan diolah terlebih dahulu untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik. Selain itu, pemilihan air kawasan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik juga disebabkan kebutuhan air tidak terlalu besar, baik untuk air proses, air pendingin, maupun air sanitasi.

4. Tenaga listrik

Pembangkit listrik utama untuk pabrik berasal dari PLN dan bahan bakar generator solar diperoleh dari Pertamina.

5. Tenaga Kerja

Sebagai kawasan industri, daerah ini menjadi tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja ini merupakan tenaga kerja produktif pada berbagai tingkatan. Selain itu, dengan kondisi saat ini yang sangat membutuhkan tenaga kerja karena lapangan kerja yang tersedia semakin sedikit.





Gambar 1.1. Lokasi Pra Rencana Pabrik Heksamin