

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Seiring dengan perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) berkembang pula industri-industri, khususnya industri kimia. Kehadiran industri kimia menunjang kehidupan manusia, baik di bidang kesehatan, keamanan maupun pendidikan.

Hexamethylenetetramine (HMTA) atau biasa disebut sebagai *hexamine* merupakan salah satu produk industri kimia yang sangat penting bagi kehidupan. Selama perang Dunia ke II bahan ini banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan *Royal Demolition Explosive* (RDX) yang mempunyai daya ledak sangat tinggi. Selain sebagai bahan baku pembuatan peledak, *hexamine* banyak digunakan dalam berbagai bidang antara lain; bidang kedokteran, bidang industri, seperti logam, pupuk, resin, karet, tekstil, makanan serat selulosa, dan lain-lain (Kent, 1974).

Melihat banyaknya kegunaan *hexamine* dalam berbagai bidang dan perkembangan industri di Indonesia yang memanfaatkan produk ini sebagai bahan baku, maka pendirian pabrik ini sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan. Selain itu, secara tidak langsung pendirian pabrik *hexamine* diharapkan dapat:

1. Membuka lapangan kerja baru, sehingga dapat menurunkan tingkat pengangguran
2. Mendukung usaha pemerintah dalam pengembangan industri kedokteran dan keamanan yang menggunakan *hexamine* sebagai bahan baku
3. Menghemat devisa negara, karena mengurangi beban impor.

1.2. Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas produksi pabrik *hexamine*, didasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain:

1. Data impor produk

2. Ketersediaan bahan baku

1.2.1. Data Impor Produk

Kebutuhan *hexamine* dalam negeri masih banyak didatangkan dari luar negeri. Hal ini dapat dilihat dari data impor Badan Pusat Statistik.

Tabel 1.1 Data Impor Produk

Tahun	Jumlah (ton)
2004	8.538
2005	9.074
2006	9.545
2007	9.789
2008	10.320
2009	11.789

(Badan Pusat Statistik, 2004-2009)

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik *hexamine* diperlukan di Indonesia, agar dapat menghemat devisa negara.

1.2.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi *hexamine* yang berupa *ammonium hydroxide* dan *formaldehyde* banyak dihasilkan oleh pabrik-pabrik dalam negeri baik di pulau Kalimantan. Bahan baku *ammonium hydroxide* dapat diperoleh dari:

- PT Petrokimia Gresik dengan produksi *ammonium hydroxide* sebesar 445.000 ton/tahun
- PT Chemical Pratama dengan produksi *ammonium hydroxide* sebesar 330.000 ton/tahun.

Sedangkan bahan baku *formaldehyde* diperoleh dari beberapa perusahaan penghasil *formaldehyde* yang terletak di Kalimantan, yaitu:

Tabel 1.2 Pabrik Penghasil *Formaldehyde*

No.	Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Batu Penggal Chemical Industry	Palaran, Samarinda	28.000
2	PT. Benua Multi Lestari	Pontianak	68.000
3	PT. Cakram Utama Jaya	Palaran, Samarinda	10.492
4	PT. Duta Pertiwi Nusantara	Pontianak	50.000
5	PT. Citra Gelora Kimia Abadi	Barito, Banjarmasin	48.000
6	PT. Giat Ultra Chemical Indusry	Barito Kuala, Kalsel	20.000
7	PT. intan Wijaya Chemical Industry	Banjarmasin	61.500
8	PT. Korindo Aria Bima Sari	Pangkalan Bun	15.000
9	PT. Kurnia Kapuas Utama	Pontianak	38.000
10	PT. Lakosta Indah	Makujenang, Samarinda	30.000

(www.deperindag.com/daftar-perusahaan)

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik dapat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun kelangsungan hidup pabrik tersebut. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sebelum pabrik didirikan perlu dilakukan studi kelayakan terhadap faktor-faktor primer maupun faktor sekunder.

1.3.1. Faktor primer

Faktor primer secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik. Tujuan utama ini meliputi kegiatan produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas, waktu, dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau, sementara masih memperoleh keuntungan yang wajar. Faktor primer meliputi:

1. Letak pasar

Tujuan lokasi pabrik mendekati pasar adalah untuk menghemat biaya distribusi produk dan juga agar produk dapat segera sampai ke konsumen.

2. Letak sumber bahan baku

Keuntungan letak pabrik dekat sumber bahan baku adalah:

- a. Menyangkut masalah keamanan arus bahan baku
- b. Tingkat kerusakan bahan baku kecil
- c. Biaya transportasi bahan baku relatif murah.

3. Fasilitas transportasi

Telah tersedianya sarana transportasi yang memadai yaitu jalan raya sebagai sarana transportasi darat dan tersedia pelabuhan sebagai sarana transportasi laut sehingga memudahkan dalam transportasi bahan baku dan pemasaran produk, di samping itu dapat memperkecil biaya investasi.

4. Tenaga kerja

Kebutuhan tenaga kerja mudah diperoleh, dapat dijamin adanya penyediaan tenaga kerja yang cukup, dari tingkat sarjana sampai tenaga kasar.

5. Utilitas

Utilitas yang utama meliputi penyediaan air, *steam*, bahan bakar, dan listrik.

1.3.2. Faktor Sekunder

Faktor sekunder meliputi:

1. Perluasan area pabrik

Perluasan area pabrik memungkinkan untuk mengembangkan lebih jauh serta penambahan kapasitas produksi di masa mendatang.

2. Peraturan daerah dan keberadaan masyarakat

Dusahakan tidak mengganggu dan menjadi hambatan bagi masyarakat sekitar dalam pendirian, operasi, dan berkembangnya pabrik.

3. Prasarana

Adanya prasarana pendidikan, tempat ibadah, hiburan, bank, perumahan, pusat perbelanjaan, dan lain-lain.

Berdasarkan faktor-faktor tersebut di atas pada beberapa alternatif lokasi pendirian pabrik yang akan dipilih adalah di daerah Gresik, Jawa Timur dengan beberapa pertimbangan:

1. Bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan operasi suatu pabrik sehingga keberadaannya harus benar – benar diperhatikan. Bahan baku *ammonium hydroxide* diperoleh dari pabrik sekitar pulau Jawa. Sedangkan *formaldehyde* diperoleh dari beberapa pabrik penghasil *formaldehyde* yang berlokasi di Kalimantan.

2. Transportasi dan Komunikasi

Gresik merupakan kawasan industri maka transportasi dan komunikasi di daerah Gresik, Jawa Timur cukup baik. Dalam hal ini diharapkan arus bahan baku dan produk dapat berjalan dengan lancar. Transportasi baik darat, laut, maupun udara cukup baik, dan mudah diperoleh di daerah Gresik.

3. Pemasaran

Pemasaran produk *hexamine* untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang tersebar di daerah Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan daerah lain di Indonesia. Jika kebutuhan dalam negeri sudah dapat dipenuhi maka pemasaran diarahkan ke internasional

4. Utilitas

Utilitas yang diperlukan adalah listrik, air, udara tekan, dan bahan bakar. Untuk penyediaan air ini dapat diperoleh dari sungai yang tidak jauh dengan kawasan industri. Sedangkan bahan bakar sebagai sumber energi dapat diperoleh dengan membeli dari Pertamina dan untuk listrik didapat dari PLN serta penyediaan generator sebagai cadangan.

5. Tenaga kerja

Tenaga kerja yang dibutuhkan diambil dari masyarakat sekitar dan jika diperlukan sebagai tenaga ahli, sebagian akan didatangkan dari luar negeri.

1.4. Tinjauan Pustaka

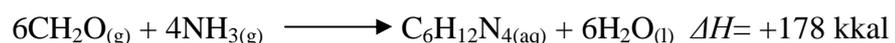
1.4.1. Macam-macam proses

Dalam pembuatan *hexamine* secara komersial dengan bahan baku amonia dan *formaldehyde* dikenal tiga macam proses, yaitu :

a. Proses Meissner

Proses ini pertama kali dikembangkan oleh Firtz Meissner pada tahun 1950 di Jerman Barat. Bahan baku yang digunakan adalah gas amonia anhidrat dan gas *formaldehyde*.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Gas *formaldehyde* dialirkan dari tangki *formaldehyde* masuk kedalam reaktor bersama gas amonia. Reaksi yang terjadi sangat cepat sehingga yang mengontrol kecepatan reaksi adalah kecepatan

pembentukan kristal *hexamine*. Pada proses ini panas reaksi yang terjadi pada reaktor digunakan untuk menguapkan air hasil reaksi. Reaktor dalam proses ini didesain sangat khusus, karena selain sebagai tempat reaksi antara gas amonia dan gas *formaldehyde* juga digunakan sebagai evaporator dan *crystallizer*. Reaktor berjumlah dua buah dan saling berhubungan dengan suhu reaksi 50°C. Untuk menjaga suhu reaksi digunakan gas *inert* ataupun dengan pengaturan tekanan total saat campuran dalam reaktor mendidih. Hal ini untuk mengurangi kebutuhan pendingin. Produk *hexamine* keluar reaktor dengan konsentrasi 25–30%. Dengan adanya panas yang terbentuk, *hexamine* dapat dikristalkan langsung dengan reaktor. Uap dalam reaktor dikondensasikan sedangkan bahan *inert* serta impuritas seperti *methanol* dibuang dari bagian atas reaktor seperti *waste gas*. Gas ini masih mengandung hidrogen 18–20% dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Dari reaktor produk masuk ke dalam *centrifuge* untuk dicuci dengan air kemudian dikeringkan dan dipasarkan. *Yield* proses ini mencapai 98–99% (Kermode and Stevens, 1965).

b. Proses Leonard

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah amonia anhidrat cair dan larutan *formaldehyde* dengan konsentrasi 30–45%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

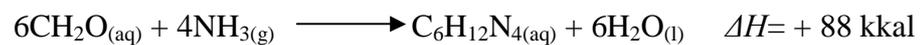


Reaksi berlangsung pada suhu 30–50°C. Untuk mempertahankan suhu digunakan pendingin air. Larutan *formaldehyde* yang mengandung *methanol* kurang dari 2% diumpangkan bersama dengan anhidrat amonia dengan perbandingan mol 3 : 2 masuk ke dalam reaktor alir dengan pengaduk. Produk

yang keluar dari reaktor kemudian masuk ke dalam evaporator. Di dalam evaporator terjadi penguapan sisa-sisa reaktan, produk keluar reaktor masuk ke *crystallizer* kemudian ke *centrifuge* dan dikeringkan di *dryer*, setelah itu produk kemudian dikemas. Dengan proses ini dapat diperoleh konversi maksimum 98% berdasar reaktan *formaldehyde* (Kent, 1974).

c. Proses AGF Lefebvre

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah larutan *formaldehyde* bebas *methanol* sebesar 37% berat dan gas anhidrat amonia. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Bahan baku *formaldehyde* diumpankan ke dalam reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk dan gas amonia anhidrat diumpankan secara pelan-pelan dari bagian bawah reaktor. Reaksi berlangsung dalam kisaran suhu 20–30°C dan merupakan reaksi eksotermis sehingga membutuhkan pendingin. Untuk menyempurnakan reaksi maka digunakan amonia berlebih. Produk yang keluar dari reaktor kemudian masuk ke dalam evaporator. Dalam evaporator bahan mengalami pemekatan dan pengkristalan. Kristal yang terbentuk dikumpulkan dibagian bawah evaporator yaitu di dalam *salt box* kemudian diumpankan kedalam *centrifuge* untuk memisahkan kristal *hexamine* dan air. Untuk memperoleh bahan dengan kemurnian yang tinggi, air yang masih banyak mengandung kristal *hexamine* (*mother liquor*) yang keluar dari *centrifuge* dikembalikan ke evaporator. Setelah itu produk dikeringkan dan dikemas. Dengan proses ini didapatkan *yield* sebesar 95% (Gupta, 1987).

Dengan melihat ketiga macam proses di atas maka dalam prarancangan pabrik hexamine dipilih proses Leonard dengan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

- Reaksi yang berlangsung merupakan reaksi homogen fase cair sehingga penanganan lebih mudah jika dibandingkan dengan reaksi fase heterogen yaitu gas dan cair
- Panas reaksi yang dihasilkan lebih kecil jika dibandingkan dengan proses lainnya, sehingga memudahkan pengontrolan suhu reaktor
- Dengan panas yang kecil maka kebutuhan pendingin lebih sedikit. Hal ini dapat menghemat biaya operasi reaktor
- Konversi yang dihasilkan cukup besar dengan kemurnian produk yang tinggi.

1.4.2. Kegunaan produk

Selain sebagai bahan baku pembuatan peledak (RDX), hexamine banyak digunakan dalam berbagai bidang antara lain:

- a. Dalam bidang kedokteran sebagai bahan antiseptik (anti bakteri) yang dikenal sebagai urotropin
- b. Sebagai bahan anti korosi dalam industri logam
- c. Sebagai bahan pendeteksi logam
- d. Sebagai bahan penyerap gas beracun
- e. Sebagai anti caking agent dalam industri pupuk urea
- f. Dalam industri resin digunakan sebagai bahan aditif
- g. Dalam industri karet dimanfaatkan sebagai *accelerator* dan untuk mencegah karet tervulkanisasi.
- h. Sebagai *shrink-proofing agent* dalam industri tekstil dan untuk memperindah warna.
- i. Digunakan sebagai bahan aditif dalam pembuatan serat selulosa (menambah elastisitas)

- j. Dalam industri makanan (buah) dimanfaatkan sebagai bahan fungisida (Kent, 1974).

1.4.3. *Hexamethylenetetramine* (C₆H₁₂N₄)

Sifat-sifat fisik :

Berat molekul : 140,19 kg/kg mol

Fase : padat

Bentuk : kristal

Warna : putih dan berkilauan

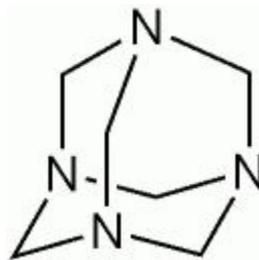
Berat jenis : 1,331 kg/m³

Titik didih : 280°C

Titik leleh : 200°C

Kemurnian : 99,98%

Impuritas : 0,02% H₂O

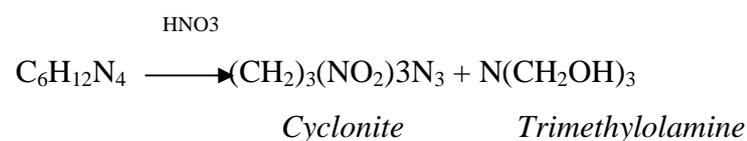


Gambar 1. Struktur Molekul *Hexamine*

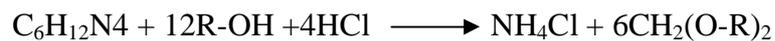
Sifat –sifat kimia :

- a. Pada reaksi nitrasi *hexamine* akan dihasilkan *cyclo tri-methylene trini-tramine*, *hexigen* atau lebih populer dengan sebutan *Royal Demolition Explosive* (RDX) yang mempunyai daya ledak tinggi.

- b. Reaksi yang terjadi :



c. *Hexamine* tidak bereaksi dengan alkohol pada kondisi netral ataupun basa, tetapi bereaksi pada kondisi asam membentuk garam amonium. Reaksinya :



d. Reaksi dengan senyawa anorganik

Jika *hexamine* dipanaskan dengan asam kuat dalam fase cair akan terhidrolisis membentuk *formaldehyde* dan garam amonium.

e. Reaksi yang terjadi :



(Kirk & Othmer, 1992)