



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Nitrogliserin merupakan senyawa kimia yang mempunyai prospek besar untuk dikembangkan secara komersial. Nitrogliserin bisa digunakan sebagai obat-obatan dan sebagai bahan peledak. Sebagai bahan obat misalnya, nitrogliserin digunakan sebagai obat untuk meredakan rasa sakit dan mengurangi frekuensi serangan jantung. Sedangkan jika digunakan sebagai bahan peledak, nitrogliserin termasuk bahan peledak tingkat tinggi (*high explosive*) yang biasa dipakai sebagai bahan peledak di dalam dinamit dan propelan jenis *double base* dan *triple base*. Oleh karena itu kebutuhan nitrogliserin di Indonesia sangat tinggi, terutama bagi kepentingan pertahanan negara. Selain sebagai bahan obat dan bahan peledak, nitrogliserin juga dapat dipakai dalam bidang-bidang lain semisal bidang pertambangan maupun bidang farmasi, baik sebagai bahan pembantu maupun bahan baku. Nitrogliserin dapat dihasilkan melalui proses nitrasi pada kondisi tertentu dengan menggunakan campuran asam nitrat dan asam sulfat. Asam-asam tersebut pada saat ini telah dapat diproduksi di dalam negeri begitu pula gliserinnya. Dewasa merupakan hasil samping pada industri sabun telah dapat diperoleh dengan kadar 85-99,5 %. (Zaidar, 2003).

Sampai saat ini kebutuhan bahan peledak masih diperoleh dari luar negeri termasuk nitrogliserin yang merupakan bahan dasar utama dalam pembuatan propelan jenis *double base*. Di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi nitrogliserin, sedangkan kebutuhan akan nitrogliserin diperkirakan terus meningkat sesuai dengan banyaknya industri maupun pihak-pihak yang memerlukannya. Untuk memenuhi kebutuhan nitrogliserin dalam negeri, negara Indonesia masih harus mengimpor. Data impor nitrogliserin ditunjukkan pada Tabel 1.1



Tabel 1.1. Impor nitrogliserin di Indonesia.

| No | Tahun | Jumlah (Ton/Tahun) |
|----|-------|--------------------|
| 1  | 2002  | 17.100             |
| 2  | 2003  | 20.500             |
| 3  | 2004  | 26.600             |
| 4  | 2005  | 15.950             |
| 5  | 2006  | 30.110             |

(UNdata, 2006)

## 1.2 Kapasitas Perancangan Pabrik

Perancangan pabrik nitrogliserin rencana akan mulai beroperasi pada tahun 2015 dengan kapasitas perancangan sebesar 23.500 ton/tahun. Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam pendirian pabrik karena akan mempengaruhi perhitungan teknis dan ekonomis. Meskipun secara teori semakin besar kapasitas pabrik kemungkinan keuntungan yang diperoleh akan semakin besar, tetapi dalam penentuan kapasitas perlu juga dipertimbangkan faktor lain yaitu:

### 1. Proyeksi Kebutuhan Nitrogliserin

Konsumsi nitrogliserin diperkirakan akan terus meningkat dalam beberapa tahun mendatang. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.1 di Indonesia, kebutuhan nitrogliserin di Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan, maka rancangan pabrik dengan kapasitas 23.500 ton/tahun tersebut diharapkan mampu memenuhi kebutuhan nitrogliserin di Indonesia pada tahun 2015.

### 2. Kapasitas Pabrik Minimal dan Maksimal Luar Negeri

Sampai saat ini di Indonesia belum ada pabrik yang memproduksi nitrogliserin, sedangkan kapasitas produksi yang telah ada di luar negeri sebagai berikut:



Tabel 1.2. Kapasitas Pabrik di Luar Negeri

| No | Pabrik                                | Kapasitas (ton/tahun) |
|----|---------------------------------------|-----------------------|
| 1  | Celanse, Bioshop Texas                | 20.000                |
| 2  | Tennessee Eastman Company, Tennessee  | 25.000                |
| 3  | Publicker, Philadelphia, Pennsylvania | 25.000                |
| 4  | Union Carbide, Texas                  | 60.000                |

(Mc Ketta, 1977)

### 1.3 Ketersediaan Bahan Baku

Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku gliserin diperoleh dari PT. Priscolin di Bekasi, asam nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia di Cikampek, asam sulfat diperoleh dari PT. Indonesian Acid Industry di Bekasi, dan natrium karbonat diperoleh dari PT. Samarth Chemicals Indonesia di Jakarta.

### 1.4 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi adalah hal yang sangat penting dalam pendirian suatu pabrik, karena hal ini berhubungan langsung dengan segi operasional dan nilai ekonomis pabrik yang akan didirikan. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka lokasi pabrik nitrogliserin dari gliserin dan asam nitrat ini direncanakan akan didirikan di daerah Cikarang, Bekasi, Jawa Barat. Pemilihan lokasi pabrik berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

#### 1. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan nitrogliserin adalah gliserin dan asam nitrat. Untuk bahan baku gliserin dapat diperoleh dari PT. Priscolin yang berada di Bekasi, sedangkan asam nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia di Cikampek.



## 2. Pemasaran Produk

Bekasi dilewati jalur utama transportasi, sehingga pemasaran nitrogliserin tidak menjadi masalah. Didukung oleh sarana transportasi yang memadai, distribusi atau pemasaran produk di pulau Jawa dan di luar pulau Jawa cukup baik, karena ada sarana pelabuhan laut untuk pemasaran luar pulau Jawa.

## 3. Transportasi

Bekasi merupakan daerah yang mudah dijangkau karena telah ada sarana transportasi darat dan laut yang cukup memadai, sehingga untuk transportasi pemenuhan bahan baku maupun pemasaran produk dapat mudah dilaksanakan.

## 4. Tenaga Kerja

Daerah Bekasi juga merupakan daerah yang padat penduduk sehingga juga mampu menyediakan tenaga kerja yang cukup.

## 5. Utilitas

Utilitas meliputi kebutuhan akan listrik yang memadai, jumlah air yang digunakan untuk proses maupun untuk karyawan. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangan jika PLN mengalami gangguan, sedangkan air diperoleh dari sungai Kalimalang, Bekasi yang mempunyai debit air cukup besar dengan fluktuasi antara musim hujan dan musim kemarau relatif kecil.

## 6. Kebijakan Pemerintah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang kebijakan pengembangan industri, daerah Bekasi telah dijadikan sebagai daerah kawasan industri. Sehingga faktor-faktor lain seperti iklim, karakteristik lingkungan, dampak sosial serta hukum tentu sudah diperhitungkan. Dari pertimbangan faktor-faktor tersebut di atas maka lokasi pabrik nitrogliserin ini akan ditetapkan di daerah Bekasi, Jawa Barat.



## 1.5 Tinjauan Pustaka

Nitrogen merupakan bahan utama pembuatan propelan *double base*. Berdasarkan studi kelayakan oleh PT. PINDAD belum ada pabrik nitrogliserin di Indonesia. berdasarkan tinjauan proses, nitrogliserin dapat diproduksi dengan bahan utama gliserin dan oleum yang merupakan bahan utama industri makanan, farmasi dan minyak. (Badan Pusat Statistik, 2000)

Nitrogliserin dibuat dengan mereaksikan gliserin (gliserol) dengan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Ada beberapa macam proses pembuatan nitrogliserin, diantaranya:

### 1. *Schmid-Meissner Continuous Process*

*Schmid-Meissner* adalah proses pertama dalam pembuatan nitrogliserin. Prosesnya meliputi nitrasi, pemisahan, dan pemurnian nitrogen secara netralisasi dan pencucian. Nitratornya berbentuk tangki berpengaduk, dilengkapi pipa-pipa pendingin vertikal. Sebagai medium pendingin dipakai *brine* yang masuk pada suhu  $-5^\circ\text{C}$ . Asam campuran masuk dari bagian bawah nitrator dan gliserin masuk dari bagian atas sedangkan hasilnya keluar secara *overflow* ke separator (*stainless steel*). Suhu nitrator dijaga jangan lebih dari  $18^\circ\text{C}$  dan tekanan atmosfer. Nitrogliserin yang telah terpisah dicampur dengan larutan pencampur yang panas, berupa soda dan ammonia dan kemudian diemulsi dengan udara.

Pemisahan nitrogliserin dan sisa asam berdasarkan pembentukan dua lapisan dan perbedaan densitas. Sisa asam yang densitasnya lebih kecil berada pada lapisan atas dan nitrogliserin pada lapisan bawah. Sisa asam yang keluar dari separator akan di-*recovery*, sedangkan nitrogliserin dicuci dalam menara atau kolom pencuci yang berisi *baffle*. Di dalam kolom pencuci, campuran dibuat emulsi dengan memakai air yang dingin dan menginjeksikan udara bertekanan. Emulsi mengalir dari atas kolom ke *intermediate separator*, kemudian dialirkan ke dasar kolom pencuci II. Emulsi mengalir dari puncak kolom pencuci II menuju separator II, kemudian cairan dialirkan lagi ke kolom pencuci III dan separator III sampai *stability* yang diinginkan telah tercapai (Carl E Vuono, 1984).



## 2. *Nitro nobel injector process*

Alat dalam proses ini adalah sebuah injektor yang dipakai untuk mencampur gliserol dengan *pre-cooled* nitration *acid* (asam penitrasi yang telah didinginkan). Aliran asam yang lewat injektor akan menimbulkan kevakuman, hingga gliserin akan tertarik masuk. Pencampuran kedua zat ini sangat cepat dan akan membentuk emulsi. Gliserin yang terisap ke injektor pada suhu  $\pm 48^{\circ}\text{C}$  segera bereaksi dengan asam. Reaksi berlangsung pada suhu  $45\text{-}50^{\circ}\text{C}$ . Emulsi yang diperoleh segera didinginkan sampai suhu  $15^{\circ}\text{C}$  lalu keluar secara gravitasi menuju centrifuge, di sini nitrogliserin akan dipisahkan dari asam bekas, kemudian asam bekas dapat di-*recycle* atau didenitrasi. Campuran yang mengandung nitrogliserin diemulsikan dengan water jet untuk membentuk campuran *non-explosive*, lalu dinetralkan dengan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , dan dicuci. Nitrogliserin yang telah stabil dilewatkan melalui injektor untuk membentuk *non-explosive water emulsion* demi keamanan dalam penyimpanan.

## 3. *Biazzi Continuous Process*

*Biazzi Continuous* adalah proses terbaru dalam produksi nitrogliserin. Perlengkapannya terdiri atas nitrator, separator, dan pencuci berpengaduk. Sebagian unit alatnya terbuat dari *stainless steel*, untuk mencegah penimbunan nitrogliserin. Prosesnya meliputi nitrasi, pemisahan, dan pemurnian nitrogliserin dengan cara pencucian. Nitratornya berupa vessel berbentuk silinder kecil yang dilengkapi dengan *stainless steel* vessel dengan fin koil pendingin, dimana *brine* pada suhu  $(-2) - (-5)^{\circ}\text{C}$  disirkulasikan selama nitrasi untuk menjaga reaksi pada suhu  $15^{\circ}\text{C}$  dan tekanan atmosfer (1 atm). Kemudian hasil nitrator masuk ke separator I untuk memisahkan nitrogliserin dari asam sisa berdasarkan berat jenis dan kelarutan, kemudian sisa asam dinetralkan dengan larutan natrium karbonat 2%. Di dalam tangki pencuci nitrogliserin dibuat emulsi dengan air dan dicuci untuk melarutkan garam-garam hasil netralisasi, lalu dialirkan ke separator II untuk memisahkan garam-garam hasil netralisasi dengan



nitrogliserin sampai tercapai standar stabilitas (faktor keamanan). Selanjutnya nitrogliserin yang dihasilkan disimpan dalam tangki penyimpanan (Othmer, 1965).

Tabel 1.3 Perbandingan proses pembuatan nitrogliserin

| No. | Pertimbangan  | <i>Schmid-Meissner</i>         | Nitro Nobel Injektor           | Biazzi Continuous              |
|-----|---|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1   | Bahan baku  | Gliserol dan asam nitrat       | Gliserol dan asam nitrat       | Gliserol dan asam nitrat       |
| 2   | Konversi  | 93 %                           | 90-93 %                        | 99,43%                         |
| 3   | Kondisi operasi   | 1 atm, 18°C                    | 1 atm, 45-50 °C                | 1 atm, 15°C                    |
| 4   | Katalis   | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| 5   | NG yang terakumulasi dalam suatu system (faktor keamanan) | Banyak terakumulasi            | Banyak terakumulasi            | Sedikit terakumulasi           |

Dari beberapa proses pembuatan nitrogliserin, dipilih proses Biazzi secara kontinyu berdasarkan:

1. Proses Biazzi lebih efisien dibandingkan dengan proses yang lain (untuk kapasitas yang sama, ukuran alat lebih kecil)
2. Proses Biazzi merupakan proses terbaru dalam pembuatan nitrogliserin.
3. Dibandingkan dengan proses Nitro nobel injector proses, proses Biazzi Proses produksinya lebih cepat
4. Proses Biazzi lebih aman, karena jumlah nitrogliserin yang lebih sedikit dalam sistem pada waktu tertentu.
5. Reaktor bekerja pada tekanan atmosfer dan suhu 15°C dengan konversi 99,43%

### 1.5.1 Kegunaan Produk

Informasi tentang pengaruh interaksi antara hidrodinamika dan reaksi kimia dalam reaksi nitrai gliserol tidak pernah diungkap oleh negara-negara seperti Jepang maupun Amerika Serikat. Padahal reaksi Nitration Gliserol yang



menghasilkan senyawa Nitrogliserin (NG) ini memiliki manfaat yang vital . Dalam jumlah yang sedikit senyawa ini bermanfaat untuk penderita stroke. Selain itu, karena bersifat eksplosif, pada penggunaan lebih luas digunakan untuk bahan roket. (Santoso, 2012)

## 1.5.2 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

### A. Bahan Baku

#### 1. Gliserin

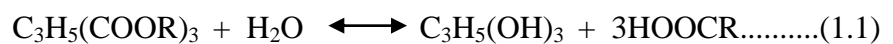
- **Sifat fisis:**

|                |                          |
|----------------|--------------------------|
| Rumus molekul  | : $C_3H_5(OH)_3$         |
| Berat molekul  | : 92 g/gmol              |
| Bentuk         | : cair                   |
| Warna          | : tidak berwarna         |
| Titik didih    | : 290 °C                 |
| Titik leleh    | : 18 °C                  |
| Densitas       | : 1,26 g/cm <sup>3</sup> |
| Suhu kritis    | : 450 °C                 |
| Tekanan kritis | : 39,48 atm              |

- **Sifat kimia:**

- a. Hidrolisis

Reaksi hidrolisis antara minyak dan air akan menghasilkan asam lemak dan gliserol, menurut reaksi:

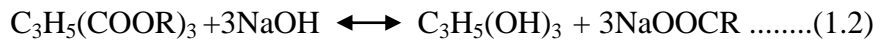






b. Saponifikasi

Jika lemak direaksikan dengan alkali untuk menghasilkan gliserol dan garam atau sabun atau logam alkali maka reaksinya sebagai berikut:

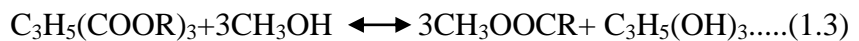


Reaksi ini adalah dasar reaksi yang digunakan pada industri sabun.

c. Interesterifikasi

Ester beralkohol rendah diperoleh dengan mereaksikan alkohol secara langsung dengan lemak untuk menggantikan gliserol, biasanya menggunakan katalis alkali.

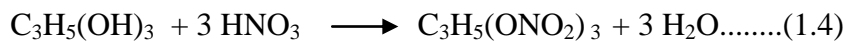
Reaksinya adalah sebagai berikut:



Reaksi ini biasa disebut alkoholisis.

d. Nitrasasi

Jika gliserin direaksikan dengan asam nitrat dapat menghasilkan nitrogliserin.



(Swern, 1982)

2. Asam Nitrat

• **Sifat – sifat fisis:**

|               |                                  |
|---------------|----------------------------------|
| Rumus molekul | : $\text{HNO}_3$                 |
| Berat molekul | : 63,02 g/mol                    |
| Titik didih   | : $86^\circ\text{C}$ pada 1 atm  |
| Titik beku    | : $-42^\circ\text{C}$ pada 1 atm |
| Bentuk        | : cair                           |
| Warna         | : putih                          |
| Densitas      | : $1,502 \text{ g/cm}^3$         |



• **Sifat – sifat kimia:**

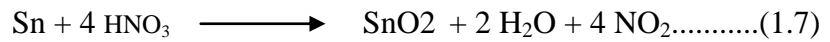
- a. Merupakan asam monobasik kuat.
- b. Asam nitrat dapat bereaksi dengan semua logam kecuali emas, iridium, platinum, rhodium, tantalum dan titanium.
- c. Asam nitrat merupakan pengionisasi yang kuat

Reaksi yang terjadi:

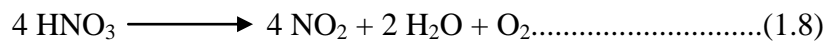


- d. Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang kuat

Reaksi yang terjadi:



- e. Asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan bisa terurai sebagai berikut:



(Kirk Othmer, 1996)

**3. Asam Sulfat**

• **Sifat fisis:**

|                |                                  |
|----------------|----------------------------------|
| Rumus Molekul  | : H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> |
| Berat Molekul  | : 98 g/gmol                      |
| Bentuk         | : cair                           |
| Titik Didih    | : 340°C                          |
| Titik Leleh    | : 10,35°C                        |
| Densitas       | : 1,841 g/cm <sup>3</sup>        |
| Suhu kritis    | : 652°C                          |
| Tekanan kritis | : 63,16 atm                      |

• **Sifat Kimia**

- a. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bereaksi dengan HNO<sub>3</sub> membentuk ion nitronium yang sangat penting dalam suatu reaksi nitrasi.





- b. Mempunyai daya tarik yang besar terhadap air dan membentuk senyawa-senyawa hidrat seperti  $H_2SO_4 \cdot H_2O$  dan  $H_2SO_4 \cdot 2H_2O$ .
- c. Dalam reaksi nitrasi, sifat asam sulfat ini mencegah  $HNO_3$  membentuk hydrogen dan ion nitrat dan hanya membentuk ion nitronium.

## B. Produk

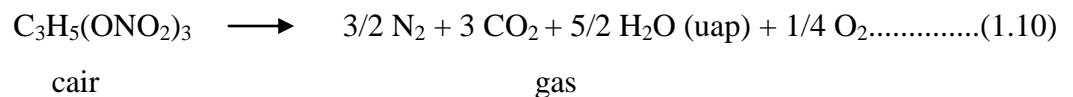
### 1. Nitrogliserin

- **Sifat fisis :**

|                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| Rumus Molekul   | : $C_3H_5(ONO_2)_3$     |
| Berat Molekul   | : 227 g/gmol            |
| Bentuk          | : cair                  |
| Titik didih     | : 218 °C                |
| Titik leleh     | : 13 °C                 |
| Densitas (15°C) | : 1,6 g/cm <sup>3</sup> |
| Suhu kritis     | : 407 °C                |
| Tekanan kritis  | : 29,61 atm             |

- **Sifat kimia :**

Merupakan bahan mudah meledak. Reaksi peledakan :



Karena perubahan dari zat cair menjadi gas yang terjadi begitu cepat, maka timbul tekanan dan temperatur yang sangat tinggi sehingga menimbulkan peledakan (Kirk Othmer, 1996).



### 1.5.3 Tinjauan Proses Secara Umum

Nitrogliserin dibuat dengan mereaksikan gliserin (gliserol) dengan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ). Reaksi ini merupakan reaksi nitrasi, yaitu reaksi antara asam nitrat dan gliserin, di mana fase campuran di dalam Reaktor berbentuk fase emulsi. Hal ini dapat di lihat pada reaksi 1.4 di bawah ini.

