

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya ekonomi global, Indonesia juga harus mampu bersaing di pasar dunia. Salah satu sektor industri yang mampu mendorong ekonomi Indonesia untuk bersaing dalam persaingan ekonomi global adalah industri pertambangan. Pada tahun 2019, dengan banyaknya sentimen – sentimen dari perang dagang antara Republik Rakyat Cina (RRC) dan Amerika Serikat (AS), sektor pertambangan mengalami kenaikan, oleh karena konsumsi listrik sektor industri Cina dan AS pada saat itu melejit dan menaikkan harga batu bara. Dampak dari ini adalah sector industry pertambangan yang mengalami kenaikan. Dapat dibuktikan dari perusahaan – perusahaan yang bergerak di sektor tambang di Indonesia, harga sahamnya melonjak naik dari tahun 2019 - 2021. Dari laporan keuangan PT. ANTAM Tbk, yang merupakan perusahaan BUMN yang bergerak di sektor pertambangan, harga saham awal tahun 2018 sebesar Rp 635 per lembar dan sampai akhir tahun 2021 harga saham PT. ANTAM Tbk sudah mencapai Rp 2.280 per lembar yang berarti telah terjadi kenaikan sebesar 359%. Tak hanya itu, Kementerian ESDM juga mencatat sektor pertambangan menyumbang sebesar 53,4% Pendapatan Negara Bukan Pajak (PNBP) pada tahun 2018 (BPS, 2021).

Salah satu bahan yang menjadi sorotan dalam eksplorasi adalah Nitrogliserin. Dimana Nitrologliserin merupakan bahan baku peledak yang digunakan untuk mengeksplorasi lahan tambang. Nitrogliserin merupakan senyawa kimia yang mempunyai prospek besar yang dapat dikembangkan secara komersial karena dapat digunakan dalam berbagai bidang. Nitrogliserin dapat digunakan sebagai bahan obat-obatan dan sebagai bahan peledak. Sebagai bahan obat dapat digunakan untuk meredakan rasa sakit maupun mengurangi frekuensi serangan angina pectoris. Sedangkan jika digunakan sebagai bahan peledak, Nitrogliserin berguna sebagai bahan baku peledak pada pertambangan untuk membuka lahan tambang. Nitrogliserin dapat

diproduksi dengan cara menitrasi gliserol, dimana asam campuran yang berupa HNO_3 dan H_2SO_4 merupakan bahan baku penitrasi.

1.2 Perumusan Masalah

Pendirian pabrik Nitrogliserin ini sangat tepat untuk didirikan, mengingat kebutuhan dalam negeri dan luar negeri akan Nitrogliserin yang semakin meningkat. Disamping itu untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri dan luar negeri sehingga dapat meningkatkan devisa negara. Maka hal ini mendorong untuk dibuatnya suatu prarancangan pabrik pembuatan nitrogliserin.

1.3 Tujuan Prarancangan Pabrik

Adapun tujuan prarancangan pabrik ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk memenuhi syarat-syarat mendapatkan gelar sarjana.
2. Untuk memahami ilmu perancangan pabrik.
3. Untuk meningkatkan devisa negara.
4. Untuk mengurangi tingkat pengangguran disekitar daerah rencana pendirian pabrik berlangsung.
5. Untuk memenuhi kebutuhan nitrogliserin didalam negeri sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap negara lain.

1.4 Manfaat Prarancangan Pabrik

Pendirian pabrik nitrogliserin di Indonesia diharapkan mampu mencukupi kebutuhan bahan baku *propellent powder* di dalam negeri dan dapat meningkatkan pemasukan negara dari sektor pajak, menciptakan lapangan pekerjaan, serta mendorong pertumbuhan industri di Indonesia.

1.5 Batasan Masalah

Didalam penyusunan tugas akhir ini penulis membatasi penyelesaian prarancangan pabrik nitrogliserin pada proses Biazzi dan uraian proses.

1.6 Kapasitas Prarancangan Pabrik

Dalam penentuan kapasitas perancangan pabrik nitrogliserin diperlukan beberapa pertimbangan yaitu dengan mempertimbangkan kapasitas produksi nitrogliserin yang telah berdiri dan kebutuhan nitrogliserin di Indonesia. Meningkatnya kebutuhan nitrogliserin di Indonesia tiap tahunnya merupakan salah satu alasan perlunya didirikan pabrik nitrogliserin di Indonesia guna memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kapasitas didasarkan dari pabrik yang telah berdiri dan beroperasi. Permintaan pasar untuk Nitrogliserin dapat ditentukan dari permintaan pasar *propellent powder*. Data impor Nitrogliserin di Indonesia diperoleh dari Badan Pusat Statistik.

Tabel 1.1 Data Kebutuhan Nitrogliserin di Indonesia

| No | Tahun | Jumlah (Ton/Tahun) |
|----|-------|--------------------|
| 1. | 2019 | 8.318 |
| 2. | 2020 | 8.346 |
| 3. | 2021 | 9.466 |
| 4. | 2022 | 9.903 |
| 5. | 2023 | 10.515 |

(Sumber: Badan Pusat Statistik. www.bps.go.id)

Tabel 1.2 Daftar Pabrik Nitrogliserin di Dunia

| No | Pabrik | Kapasitas (Ton/Tahun) |
|----|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. | Celane, Bioshop Texas | 20.000 |
| 2. | Tennese Eastman Company, Tennese | 25.000 |
| 3. | Publicker, Philadelphia, Penyslavana | 25.000 |
| 4. | Union Carbide, Texas | 60.000 |
| 5. | Biazz SA | 15.000 |
| 6. | Copperhead Chemical | 10.000 |
| 7. | Akzo Nobel | 8.000 |

(Mc Ketta, 1977)

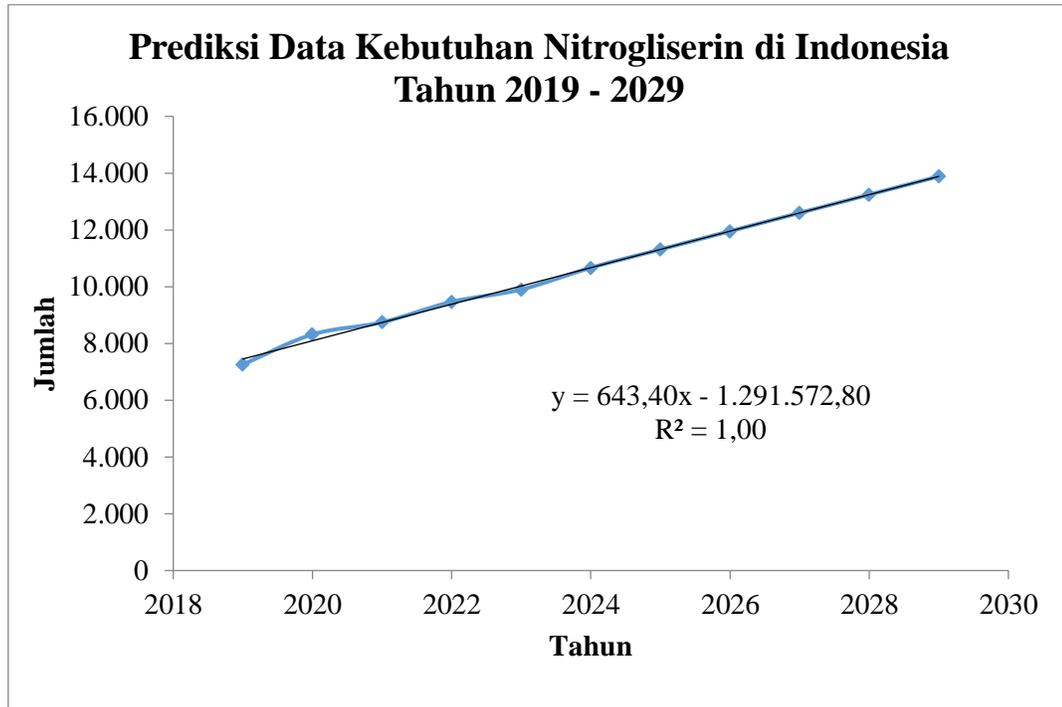
Kebutuhan nitrogliserin di Indonesia masih dipenuhi dengan Impor dari luar negeri. Berdasarkan data impor dari Badan Pusat Statistik di Indonesia pada tabel diatas

menunjukkan data impor nitrogliserin yang mengalami peningkatan setiap tahunnya pada 5 tahun terakhir. Berikut grafik data impor nitrogliserin di Indonesia.



Gambar 1.1 Grafik Data Kebutuhan Nitrogliserin

Berdasarkan grafik diatas dapat diprediksi kebutuhan nitrogliserin dalam negeri dengan menggunakan persamaan regresi linear, jika pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2029 maka dapat dilihat pada gambar 1.2.



Gambar 1.2 Grafik Prediksi Kebutuhan Nitrogliserin di Indonesia

Dari Gambar 1.2. disimpulkan bahwa kebutuhan konsumen akan terus meningkat tiap tahunnya. Hal ini tentu menyebabkan kebutuhan akan nitrogliserin pada masa yang akan datang juga akan terus meningkat sejalan dengan laju pertumbuhan industri yang menggunakan bahan baku tersebut. Untuk menghitung kebutuhan akan nitrogliserin pada tahun berikutnya maka dapat menggunakan metode Ekstrapolasi dengan Persamaan.

$$y = a x + b$$

Keterangan:

y = Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)

a = Konstanta

b = Koefisien Regresi

x = Tahun

Persamaan yang didapatkan:

$$y = 643,40x - 1.291.572,80$$

Maka Kebutuhan pada tahun 2029 :

$$y = 643,40 (2029) - 1.291.572,80$$

$$y = 14.187 \text{ Ton/ Tahun}$$

Tabel 1.3 Prediksi Data Kebutuhan Nitrogliserin di Indonesia

| No | Tahun | Jumlah (Ton/Tahun) |
|-----|-------|--------------------|
| 1. | 2019 | 8.318 |
| 2. | 2020 | 8.346 |
| 3. | 2021 | 9.466 |
| 4. | 2022 | 9.903 |
| 5. | 2023 | 10.515 |
| 6. | 2024 | 11.127 |
| 7. | 2025 | 11.739 |
| 8. | 2026 | 12.351 |
| 9. | 2027 | 12.963 |
| 10. | 2028 | 13.575 |
| 11 | 2029 | 14.187 |

Dari Tabel 1.3 diperoleh total kebutuhan nitrogliserin di Indonesia pada tahun 2023 semakin meningkat. Dengan mengekstrapolasi kebutuhan tersebut, diperkirakan pada tahun 2029 kebutuhan nitrogliserin meningkat hingga 14.187 ton/tahun.

Dengan mempertimbangkan beberapa aspek maka dipilih kapasitas pabrik 25.000 ton/tahun agar dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri dan kelebihan produksi akan di ekspor ke luar negeri.

1.7 Macam – Macam Proses

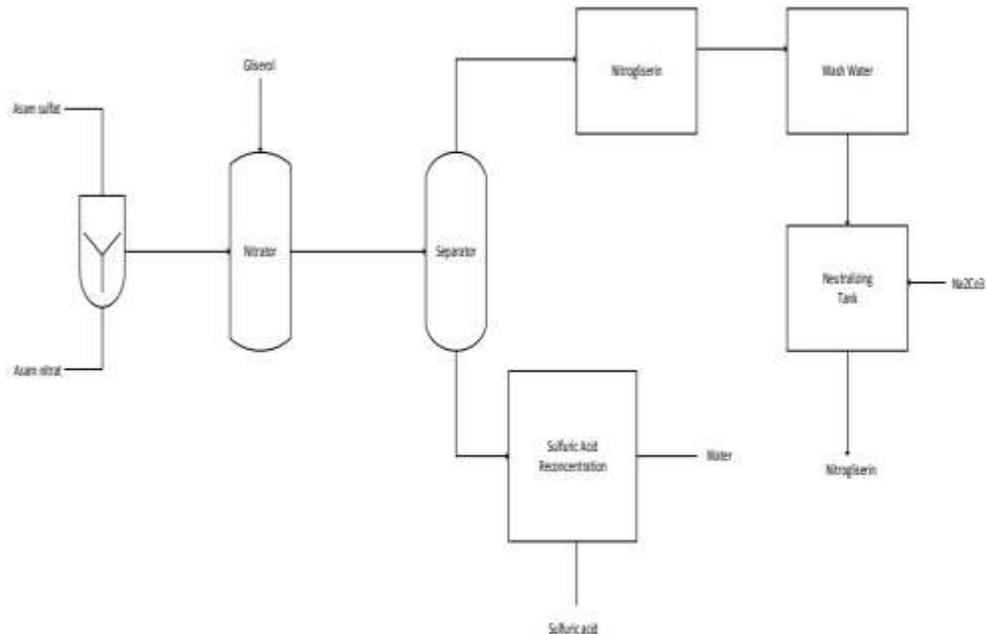
Dalam proses pembuatan nitrogliserin terdapat 3 macam proses antara lain:

a. *Schmid Meissner Continous Process*

Pada proses *Schmid-meissner* melibatkan beberapa tahapan diantaranya proses nitrasi secara kontinu dari gliserin dan mixed acid (HNO_3 dan H_2SO_4), pemisahan produk nitrasi berupa nitrogliserin dari spent acid (HNO_3 , H_2SO_4 , dan H_2O) dan pemurnian nitrogliserin (netralisasi dan pencucian) (Headquarters, 1984).

Reaktor pada proses ini (nitrator) merupakan reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) yang dilengkapi dengan pipa overflow pada bagian atas untuk pengeluaran produk nitration. Campuran *mixed acid* masuk melalui bagian bawah nitrator dan juga terdapat *dump valve* yang berfungsi sebagai pembuangan untuk ke drowning tank, gliserin secara bersamaan dimasukkan dari bagian atas nitrator. Suhu yang digunakan yaitu sebesar 18°C dengan tekanan 1 atm, konversi pada nitrator sebesar 93% (Urbanski, 1965).

Produk nitrogliserin dan sisa asam mengalir secara kontinu melalui pipa *overflow* menuju ke separator untuk pemisahan sisa asam. Karena perbedaan densitas, spent acid akan mengendap dibagian bawah separator dan nitrogliserin dibagian atas. Sisa asam kemudian ditujukan ke pabrik *recovery* asam dan nitrogliserin mengalir secara gravitasi ke dasar washing column. Nitrogliserin dari separator memasuki bagian bawah *washing column* pertama, dicampur dengan air dan udara dari bagian bawah *washing column* dengan tujuan untuk mengemulsikan nitrogliserin. Sehingga memaksa nitrogliserin naik ke bagian atas kolom, dimana emulsi nitrogliserin meluap ke separator *intermediet* kemudian menuju ke *washing column* kedua. Pada *washing column* kedua, nitrogliserin dinetralkan dengan larutan natrium karbonat dan kemudian diemulsi dengan udara. Selanjutnya emulsi mengalir dari bagian atas kolom ke separator intermediet lain dimana nitrogliserin dipisahkan dari natrium karbonat untuk kemudian disimpan di dalam tangki (Headquarters, 1984).

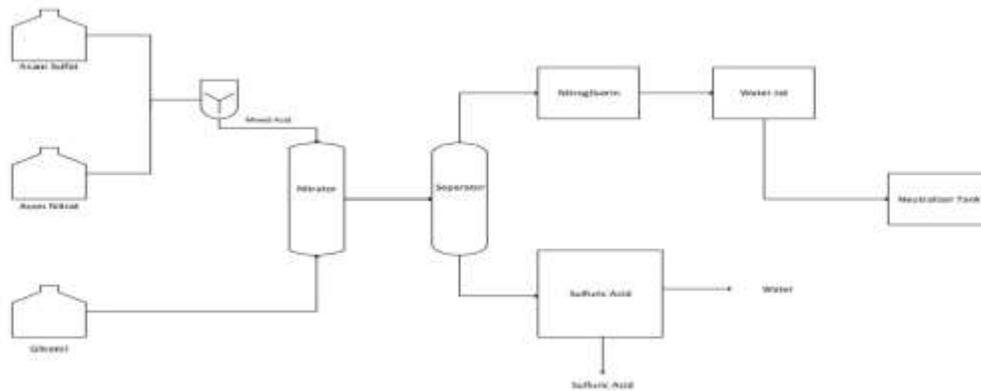


Gambar 1.3 Skema Proses *Schmid*

b. *Nitro Nobel Injection Process*

Proses ini terdiri dari injector dan separator sentrifugal untuk memisahkan nitrogliserin dari asam keluar. Asam campuran yang digunakan sekitar 1,7 bagian asam keluar dan 1 bagian konvensional. 50% asam nitrat dan 50% asam sulfat, campuran ini terdiri dari 27% asam nitrat dan 10% air. Gliserin yang terhisap ke *injector* pada suhu 48°C yang bereaksi dengan asam. Reaksi ini berlangsung pada suhu 45–50°C, konversi yang didapatkan pada proses ini sebesar 95%. Emulsi yang diperoleh segera didinginkan sampai suhu 15°C lalu keluar secara gravitasi menuju *centrifuge*. Disini nitrogliserin akan dipisahkan dari asam bekas, kemudian asam bekas akan di *recycle* atau didenitrasi. Campuran yang mengandung nitrogliserin diemulsikan dengan air untuk membentuk campuran *non-explosive*, lalu dinetralkan dengan Na_2CO_3 dan dicuci. Nitrogliserin yang telah stabil dilewatkan melalui *injector* untuk membentuk

non explosive water emulsion demi keamanan dalam penyimpanan (Kirk, R.E & Othmer, D.F., 1965).



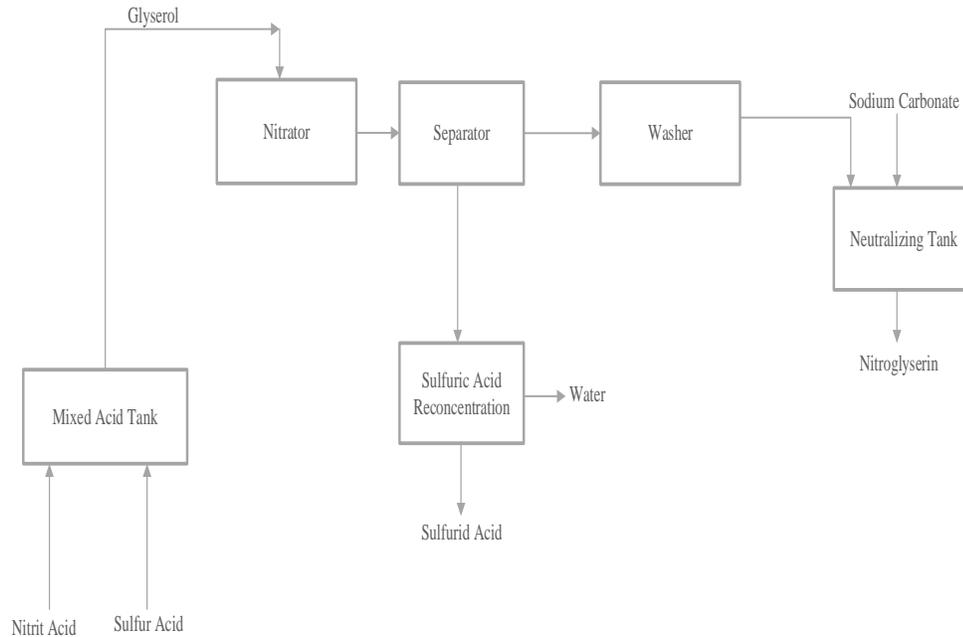
Gambar 1.4 Skema Proses NAB

c. *Biazzii Countinuous process*

Proses Biazzii merupakan proses produksi nitrogliserin yang paling lumrah digunakan, karena suhu operasi yang tidak terlalu tinggi dan prosesnya yang sederhana. Salah satu pabrik nitrogliserin pertama yang mengadaptasi proses Biazzii terletak di daerah *Schelubusch*, Jerman, yang berkapasitas sebesar 800 – 1000 kg Nitrogliserin untuk reaktor nitrasi bervolume 250 l. Reaksi nitrasi terjadi pada sebuah nitrator yang berupa RATB (Reaktor alir tangka berpengaduk) yang memiliki kecepatan pengadukan sebesar 600 rpm dan beroperasi pada suhu 10 - 20°C dengan tekanan 1 atm. *Coil* pendingin digunakan untuk mempertahankan suhu operasi. Medium pendingin yang digunakan adalah air dingin, larutan garam (CaCl_2), *freon* atau *Chilled Water* dengan suhu sekitar 0 - 10°C.

Purifikasi produk nitrogliserin menggunakan Dekanter untuk memisahkan antara Nitrogliserin dan Sisa asam berdasarkan prinsip beda densitas. Dimana Nitrogliserin akan terpisah sebagai layer atas pada Decanter dan sisa asam akan terpisah sebagai layer bawah. Langkah selanjutnya adalah melakukan penetralan dengan Neutralizer yakni mencampur Nitrogliserin yang masih bersifat asam dengan NaOH. Langkah ini yang juga merupakan salah satu perbedaan proses Biazzii dengan

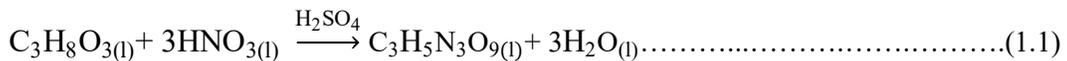
proses yang lain yaitu tidak digunakannya air sebagai agen penetralan. Konversi nitrogliserin pada proses biazzi mencapai 99,43%. (Urbanski, 1965)



Gambar 1.5 Skema Proses Biazzi

1.8 Analisa Ekonomi Awal

Kapasitas pabrik merupakan faktor yang sangat penting dalam mendirikan pabrik karena akan mempengaruhi teknik dan ekonomi. Analisa ekonomi awal dilakukan untuk mengetahui apakah layak atau tidaknya berdiri pabrik, Adapun Analisa ekonomi awal prarancangan pabrik Nitrogliserin adalah sebagai berikut:



Adapun harga bahan baku dan harga produk dapat dilihat pada tabel 1.6 berikut:

Tabel 1.4 Harga Bahan dan Produk

| Jenis Bahan | Berat Molekul (gr/mol) | Harga (Rp/kg) |
|--|------------------------|---------------|
| Bahan Baku | | |
| Gliserol (C ₃ H ₈ O ₃) | 92,09 | Rp 24.000 |
| Asam Nitrat (HNO ₃) | 63,01 | Rp 14.400 |
| Bahan Pendukung | | |

| | | |
|--|--------|-----------|
| Asam Sulfat (H ₂ SO ₄) | 92,07 | Rp 18.000 |
| Produk | | |
| Nitrogliserin (C ₃ H ₅ N ₃ O ₉) | 227,09 | Rp 63.000 |
| Air ((H ₂ O) | 18 | Rp - |

1). Bahan Baku:

Gliserol (C₃H₈O₃) = 1 mol
= 1 mol x 92,09 gr/mol
= 92,09 gram
= 0,09209 kg x Rp 24.000
= Rp 2.210,16

Asam Nitrat (HNO₃) = 3 mol
= 3 mol x 63,01 gr/mol
= 189,03 gram
= 0,18903 kg
= 0,18903 kg x Rp 14.400
= Rp 2.722,03

2). Bahan Pendukung

Asam Sulfat (H₂SO₄) = 1 mol
= 1 mol x 92,07 gr/mol
= 92,07 gram
= 0,09207 kg
= 0,09207 kg x Rp 18.000
= Rp 1.657,26

3). Produk

Nitrogliserin (C₃H₅N₃O₉) = 1 mol
= 1 mol x 227,09 gr/mol
= 227,09 gram

$$\begin{aligned}
&= 0,22709 \text{ kg} \\
&= 0,22709 \text{ kg} \times \text{Rp } 63.000 \\
&= \text{Rp } 14.306,67
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Air (H}_2\text{O)} &= 3 \text{ mol} \\
&= 3 \text{ mol} \times 18 \text{ gr/mol} \\
&= 54 \text{ gram} \\
&= 0,054 \text{ kg} \times \text{Rp } 0 \\
&= \text{Rp } 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Analisa Ekonomi Awal} &= \text{Harga Produk} - (\text{Harga Bahan Baku} + \text{Harga Pendukung}) \\
&= (\text{Rp } 14.306,67 - (\text{Rp } 4.932,19 + 1.657,26)) \\
&= \text{Rp } 7.717,22/\text{kg mol}
\end{aligned}$$

Dari uji ekonomi awal yang telah dibuat, terlihat bahwa harga beli bahan baku lebih murah dibandingkan dengan harga jual produk. Maka dari itu, uji ekonomi awal dapat disimpulkan bahwa pabrik nitrogliserin layak untuk didirikan.

1.9 Seleksi Pemilihan Proses

Proses pembuatan nitrogliserin memiliki beberapa perbedaan, Adapun perbedaan dari proses pembuatan nitrogliserin untuk mempertimbangkan pemilihan sebagai berikut.

Tabel 1.5 Pertimbangan Pemilihan Proses

| No | Pertimbangan | Proses <i>Schmid-Meissner</i> | Proses <i>Nitro Nobel Injector</i> | Proses <i>Biazzi Continous</i> |
|----|-----------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1. | Kondisi Operasi | 1 atm, 18°C | Vakum 45-50°C | 1 atm, 10-20°C |
| 2. | Fase reaksi | Cair | Cair | Cair |
| 3 | Jenis Reaktor | RATB (Nitrator) | Injektor | RATB (Nitrator) |
| 4. | Konversi | 93% | 95% | 99,43% |

| | | | | |
|----|----------------|---|--------------------------------|--|
| 5. | Volume Reaktor | Reaktornya lebih besar dibandingkan <i>Biazzi</i> | Kecil | Reaktor lebih kecil dari <i>Schmid</i> |
| 6. | Katalis | H ₂ SO ₄ | H ₂ SO ₄ | H ₂ SO ₄ |
| 7. | <i>Safety</i> | Sedang | Rendah | Tinggi |

Dari ketiga proses pembuatan nitrogliserin, diperoleh bahwa proses yang paling menguntungkan adalah proses *Biazzi* secara kontinyu dengan suhu operasi 10-20°C, tekanan 1 atm dan konversi yang dihasilkan 99,43% berdasarkan tabel 1.13 menyatakan bahwa:

1. Proses *Biazzi* merupakan proses terbaru dalam pembuatan nitrogliserin.
2. Proses *Biazzi* lebih efisien dibandingkan proses yang lainnya.
3. Proses *Biazzi* lebih efisien dibandingkan dengan proses yang lain (untuk kapasitas yang sama, ukuran alat lebih kecil)
4. Reaktor bekerja pada suhu rendah dengan tekanan atmosfer
5. Proses *Biazzi* memiliki proses produksi lebih cepat dibandingkan dengan proses *Nitro Noble Injector*.

1.10 Uraian Proses

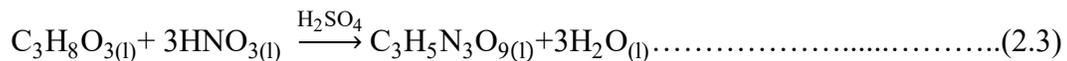
Proses pada industri kimia umumnya dapat disederhanakan menjadi tiga tahapan penting, yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap reaksi, dan tahap pemurnian produk.

1.10.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku utama adalah gliserol yang berfase cair di simpan dalam tangki penyimpanan bahan baku berbentuk silinder vertikal dengan suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Cairan gliserol dari tangki penyimpanan bahan baku (T-03) dialirkan terlebih dahulu dialirkan oleh pompa menuju reaktor. Dua bahan baku lainnya adalah Asam Sulfat dan Asam Nitrat yang disimpan pada tangki penyimpanan bahan baku dengan suhu 25°C (T -01 dan T - 02). Asam Nitrat dan Asam Sulfat kemudian di pompa menuju Reaktor (R - 01).

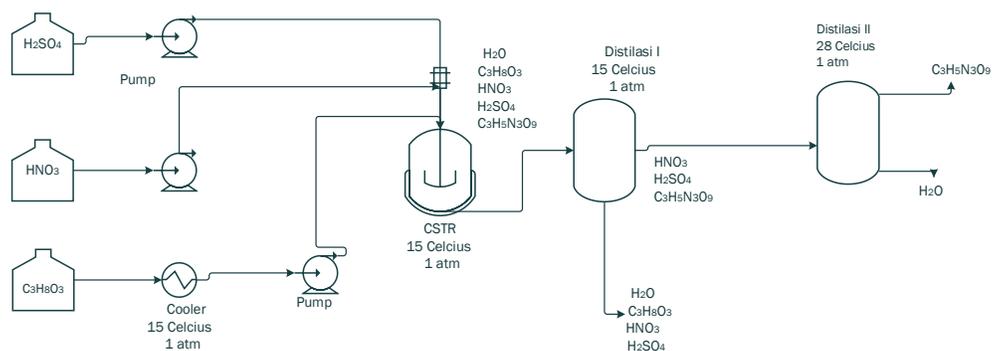
1.10.2 Tahap Reaksi

Reaktor yang digunakan adalah Reaktor Tangki Alir Berpengaduk atau *continuous stirred tank reactor* (CSTR) dengan Asam Sulfat berperan sebagai agen dehidrogenasi untuk menyerap air yang terbentuk saat terjadinya reaksi. Umpan memasuki reaktor pada suhu 15°C dan tekanan 1 atm. Produk hasil dari reaktor terdiri dari Nitrogliserin, air dan sisa asam yang tidak habis bereaksi. Reaksi membutuhkan pendingin agar temperatur reaktor tetap stabil. Pendinginan dilakukan dengan menggunakan air pendingin *brine* untuk menjaga suhu reaktor tetap pada suhu reaksi. Reaksi yang terjadi dalam reaktor:



1.10.3 Tahap Pemurnian Produk

Produk yaitu Nitrogliserin berada dalam fasa cair. Sebagai langkah pemurnian produk awal, Nitrogliserin dialirkan ke Distilasi I (D – 01) untuk dipisahkan dengan Gliserol sisa yang masih terkandung. Kemudian, produk dialirkan menuju Distilasi II (D – 02) untuk memisahkan zat hasil penetralan yang terbentuk pada saat reaksi. Nitrogliserin kemudian dialirkan menuju tangki penyimpanan produk (T – 04) dan suhunya dijaga pada suhu 25°C.



Gambar 1.6 Flow Diagram Proses Pembuatan Nitrogliserin