

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan Nitrogliserin secara garis besar dibagi menjadi 3 tahap utama, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian produk

##### 3.1.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap ini berguna untuk menyiapkan bahan baku gliserin dan campuran asam yang memiliki perbandingan yang telah ditentukan 40:60. Asam nitrat dan asam sulfat dari tangki penyimpanan (T-01 dan T-02) dialirkan menuju mixer (M-01) untuk dilakukan pencampuran. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan larutan campuran dan untuk memecah asam nitrat menjadi ion nitrit. Kemudian mengalirkan gliserol dari tangki penyimpan (T-03) dan larutan asam campuran dari mixer (M-01) ke dalam reaktor dengan terlebih dahulu didinginkan menggunakan *Cooler* -02 sampai suhu operasi reaktor (20°C). Media pendingin yang digunakan adalah *cooling brine* yang berupa 30 %  $\text{CaCl}_2$  dengan pertimbangan bahwa *cooling brine* dapat digunakan

sebagai media pendingin sampai suhu yang sangat rendah yaitu berkisar antara -40 s/d 20°C (Kern. 1950).

### 3.1.2 Tahap Reaksi

Reaksi Pembentukan Nitrogliserin :



Konversi di reaktor adalah 99,43 % dan reaksi berlangsung pada suhu 20°C dan tekanan 1 atm. Reaktor menggunakan pendingin koil dengan media pendingin *cooling brine* 30 % CaCl<sub>2</sub>.

### 3.1.3 Tahap Pemurnian Produk

Nitrogliserin hasil dari reaksi, sisa gliserin, campuran asam dan air yang keluar dari reaktor dialirkan menuju dekanter (D-01) untuk dipisahkan dari sisa asam berdasarkan kelarutan dan perbedaan densitas. Nitrogliserin memiliki densitas lebih ringan, maka dari itu nitrogliserin berada di lapisan atas yang dipompa menuju tangki pencuci (TP) untuk dicuci dengan air . Media pendingin yang digunakan adalah *cooling brine*. Sisa asam dari dekanter (D-01) memiliki densitas lebih besar berada pada lapisan bawah, yang kemudian dipompa menuju Mixer( M-01) untuk di Recycle.

Produk nitrogliserin dari tangki pencuci (TP) dipompa menuju dekanter (D-02) untuk dipisahkan. Nitrogliserin yang berada pada lapisan bawah dipompa menuju tangki netralisasi (N) yang sebelumnya telah

didinginkan dahulu di Cooler (C-03) untuk dinetralkan dengan larutan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Sebelumnya, natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dilarutkan dengan air di mixer (M-02) hingga konsentrasi 5% berat. Kemudian didinginkan terlebih dahulu menggunakan CL-04 (media pendingin : *cooling brine*) kemudian nitrogliserin dari tangki netralisasi dialirkan ke tangki penyimpanan.

## 3.2 Spesifikasi Alat

### 3.2.1 Mixer-01

Tugas : Mencampurkan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )

Kode : M-01

Jenis : Tangki berpengaduk

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur :  $30^\circ\text{C}$

### Tangki

Volume :  $7,847 \text{ m}^3$

Bahan : *Stainless Steel SA 204 Grade C*

Diameter : 1,8169 m

Tinggi : 3,6339 m

Tebal : 3/16 in (= 0,0048 m)

### **Pengaduk**

Jenis : *standard three-bladed marine propeller*

Diameter Impeller : 0,6056 m

Lebar Impeller : 0,1514 m

Panjang Impeller : 0,1514 m

Jumlah baffle : 4 buah

Power pengaduk : 1 Hp

Harga : US\$ 558.974,035

### **3.2.2 Mixer-02**

Tugas : Mencampurkan natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ )

Kode : M-02

Jenis : Tangki berpengaduk

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 30°C

**Tangki**

Volume : 0,0137 m<sup>3</sup>

Bahan : *Stainless Steel SA 204 Grade C*

Diameter : 0,2188 m

Tinggi : 0,4376 m

Tebal : 3/16 in (= 0,0048 m)

**Pengaduk**

Jenis : *standard three-bladed marine propeller*

Diameter Impeller : 0,0729 m

Lebar Impeller : 0,0018 m

Panjang Impeller : 0,0014 m

Jumlah baffle : 4 buah

Power pengaduk : 1 Hp

Harga : US\$ 14.641,273

**3.2.3 Reaktor**

Tugas : Mereaksikan campuran asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) dan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dengan gliserin (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>)

Kode	: R-01
Jenis	: <i>Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)</i>
Kondisi Operasi	: - Tekanan : 1 atm
	: - Temperatur : 20°C
Volume	: 120,096 m <sup>3</sup>
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 310 C</i>
Diameter	: 5.2315 m
Tinggi	: 5.2315 m
Tebal shell	: 9/16 in (= 0,5625 m)
Tebal head	: 5/8 in (= 0,625 m)
<b>Pengaduk</b>	
Jenis	: Turbin enam <i>flat blade</i> dengan empat <i>buffle</i>
Diameter Impeller	: 1,7438 m
Lebar Impeller	: 0,4360 m
Panjang Impeller	: 0,1529 m
Jumlah baffle	: 4 buah
Lebar baffle	: 0,4360 m

Power pengaduk : 29,154 Hp  
Jumlah : 1 buah  
Harga : US\$ 1.194.504,558

### **Pendingin**

Jenis : Pendingin koil

Pendingin : *Cooling brine*

Jumlah lilitan : 66

NPS : 2 in

OD : 2.380 in

ID : 2,067 in

SN : 40

Tinggi koil : 3,860 m

Volume koil : 2,483 m<sup>3</sup>

### **3.2.4 Dekanter - 01**

Tugas : Memisahkan fase asam dari produk nitrogliserin

Kode : D-01

Jenis : Tangki silinder tegak

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 20°C

Volume : 9.022 m<sup>3</sup>

Bahan : *Stainless Steel SA 204 C*

Diameter : 1,5107 m

Tinggi : 4.5322 m

Tebal : 3/16 in (= 0,1875 m)

Harga : US\$ 95.912,748

### 3.2.5 Dekanter - 02

Tugas : Memisahkan fase air dari produk nitrogliserin

Kode : D-02

Jenis : Tangki silinder tegak

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 20°C

Volume : 1,4550 m<sup>3</sup>

Bahan : *Stainless Steel SA 204 C*

Diameter : 0,8738 m

Tinggi : 2,6215 m

Tebal : 3/16 in (= 0,0048 m)

Harga : US\$ 35.238,319

### 3.2.6 Tangki Pencuci

Tugas : Mencuci sisa asam yang masih terbawa dalam produk nitrogliserin dengan menggunakan air

Kode : TP

Jenis : Silinder tegak *torispherical*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 20°C

Bahan : *Stainless Steel SA 204 C*

### Tangki

Volume : 1.6592 m<sup>3</sup>

Diameter : 1.0186m

Tinggi : 2.0372 m

Tebal : 3/16 in (= 0,0048 m)

### **Pengaduk**

Jenis : Turbin enam *flat blade* dengan empat *baffle*

Diameter Impeller : 0,3395 m

Lebar Impeller : 0,0848 m

Panjang Impeller : 0,3395 m

Jumlah baffle : 4 buah

Lebar baffle : 0,0848 m

Power pengaduk : 1 Hp

Jumlah : 1 buah

Harga : US\$ 116.137,558

### **3.2.7 Tangki Netralizer**

Tugas : Netralisasi sisa asam yang masih terikut dalam produk nitrogliserin dengan menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Kode : N

Jenis : Silinder tegak dengan bentuk *Torespherical Dished*

*Head*

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 20°C

Volume : 4,7662 m<sup>3</sup>

Bahan : *Stainless Steel SA 310 C*

Diameter : 1,7093 m

Tinggi : 1,7093 m

Tebal : 3/16 in (= 0,0048 m)

**Pengaduk**

Jenis : Turbin enam *flat blade* dengan empat *buffle*

Diameter Impeller : 0,5729 m

Lebar Impeller : 0,1432 m

Panjang Impeller : 0,3438 m

Jumlah baffle : 4 buah

Lebar baffle : 0,1432 m

Power pengaduk : 29,23 Hp

Harga : US\$ 184.132,623

**Pendingin**

Jenis : Pendingin koil

Pendingin : *Cooling brine*

Jumlah lilitan : 1

NPS : 1,5 in

OD : 2,380 in

ID : 2,067 in

SN : 40

Tinggi koil : 1,316 m

Volume koil : 0,009 m<sup>3</sup>

**3.2.8 Tangki Asam Nitrat**

Tugas : Menyimpan asam nitrat selama 1 minggu

Kode : T-01

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 30°C

Kapasitas : 160352 kg/jam

Diameter : 24,909 m

Tinggi : 9.3409 m

Tebal *Shell*

Course 1 : 0,75 in

Course 2 : 0,0,75 in

Course 3 : 0,625 in

Course 4 : 0,625 in

Course 5 : 0,625 in

Tebal *Head* : 0,875 in

### 3.2.9 Tangki Asam Sulfat

Tugas : Menyimpan asam sulfat selama 1 minggu

Kode : T-02

Jenis : Tangki *torispherical*

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 30°C

Kapasitas : 32772,987 kg/jam

Diameter : 16,6890 m

Tinggi : 16,6890

Tebal *Shell*

Course 1 : 0,875 in

Course 2 : 0,75 in

Course 3 : 0,625 in

Course 4 : 0,625 in

Course 5 : 0,5 in

Course 6 : 0,375 in

Course 7 : 0,1875 in

Course 8 : 0,1875

Tebal *Head* : 0,875 in

### 3.2.10 Tangki Gliserin

Tugas : Menyimpan gliserin selama 1 minggu

Kode : T-03

Jenis : Tangki *torispherical*

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 30°C

Kapasitas : 5237,497 kg/jam

Diameter : 10,2428 m

Tinggi : 10,2428 m

Tebal *Shell*

Course 1 : 0,4375 in

Course 2 : 0,375 in

Course 3 : 0,3125 in

Course 4 : 0,25 in

Course 5 : 0,25 in

Course 6 : 0,1875 in

Tebal *Head* : 0,1875 in

### 3.2.11 Tangki Natrium Karbonat

Tugas : Menyimpan natrium karbonat selama 1 minggu

Kode : T-04

Jenis : Tangki *torispherical*

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm  
: - Temperatur : 30°C

Kapasitas : 4,469 kg/jam

Diameter : 0,9136 m

Tinggi : 0,9136 m

Tebal *Shell*

Course 1 : 0,1875 in

Course 2 : 0,1875 in

Tebal *Head* : 0,1875 in

### 3.2.12 Tangki Nitrogliserin

Tugas : Menyimpan produk Nitrogliserin selama 1 minggu

Kode : T-05

Jenis : Tangki *toripherical*

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi : - Tekanan : 1 atm

: - Temperatur : 15°C

Kapasitas : 12626,263 kg/jam

Diameter : 12,6746 m

Tinggi : 12,6746 m

Tebal *Shell*

Course 1 : 0,5 in

Course 2 : 0,5 in

Course 3 : 0,5 in

Course 4 : 0,5 in

Course 5 : 0,3125 in

Course 6 : 0,3125 in

Course 7 : 0,25 in

Course 8 : 0,1875 in

Tebal *Head* : 0,25 in

### 3.2.13 Cooler 1

Tugas : Menurunkan temperatur campuran asam sebelum diumpankan ke dalam reaktor

Kode : CL-01

Jenis : *Shell and tube heat exchanger*

Jumlah : 1 unit

Beban Pendingin : 1182380,006 btu/jam

Spesifikasi Cooler : OD = 1 1/4 in

Jenis tube = 16 BWG

Pitch (PT) = 1 9/16 in

*triangularpitch*

Panjang tube = 14 ft

Ud = 37,4061 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.F

Luas permukaan luar (a'') = 0,3271 ft<sup>2</sup>/ft

Jumlah tube = 150 buah

ID shell = 25 in

Luas transfer panas (A) = 686,9100 ft<sup>2</sup>

Tube : *Flow area tube (at)* = 0,0568 ft<sup>2</sup>

Kecepatan massa (Gt) = 232947,51

lbm/jam.ft<sup>2</sup>

Bilangan *Reynold* (Re) = 17608,2637

jH = 75

	hio	= 3706,96 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
<i>Shell</i>	: Fluida dingin	= <i>Brine water</i>
	<i>Flow area shell</i> (as)	= 0,9833 ft <sup>2</sup>

	Kecepatan massa (Gs)	= 134527,24
	lbm/jam.ft <sup>2</sup>	

	Bilangan <i>Reynold</i> (Re)	= 1003,16
--	------------------------------	-----------

	jH	= 17
--	----	------

	ho	=258,283 Btu/jam.
--	----	-------------------

Ft<sup>2</sup>.F

	Uc	= 241,459 btu/hr.ft <sup>2</sup> .F
--	----	-------------------------------------

	Faktor pengotor (Rd)	= 0,023 btu/hr.ft <sup>2</sup> . <sup>0</sup> F
--	----------------------	---

	Harga	= US\$ 50003,671
--	-------	------------------

### 3.2.14 Cooler 2

Tugas : Menurunkan temperatur gliserin sebelum diumpankan ke dalam reaktor

Kode : CL-02

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Jumlah : 1 unit

Beban Pendingin : 141889,4714 btu/jam

Luas area transfer : 77,0859 ft<sup>2</sup>

*Inner Pipe*

Bahan : *Carbon Steel*

Fluida dingin : Brine water

NPS : 2 in

SN : 40

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

$\Delta P$  : 1,4012 psi

*Annulus*

Bahan : *Cast Steel*

Fluida : Gliserin

NPS : 2 in

SN : 40

Uc : 90,3519 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Ud : 40 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Harga : \$ 21589,674

### 3.2.15 Cooler 3

Tugas : Menurunkan temperatur umpan untuk diumpankan ke dalam tangki Netralizer

Kode : CL-03

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Jumlah : 1 unit

Beban Pendingin : 56816,8732 btu/jam

Luas area transfer : 8,2313 ft<sup>2</sup>

*Inner Pipe*

Bahan : *Carbon Steel*

NPS : 2 in

SN : 40

OD : 2,38 in

ID : 2,067 in

ΔP : 0,7722 psi

*Annulus*

Bahan : *Cast Steel*

Fluida : Umpan dari Dekanter 2

NPS : 2 in

SN : 40

Uc : 18,3613 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

Ud : 18,0303 Btu/hr.ft<sup>2</sup>.°F

### 3.2.16 Cooler 4

Tugas : Menurunkan temperatur natrium karbonat untuk diumpankan ke dalam tangki netralizer

Kode : CL-04

Jenis : *Double pipe heat exchanger*

Jumlah : 1 unit

Beban Pendingin : 1341,4868 btu/jam

Luas area transfer : 0,7288 ft<sup>2</sup>

#### *Inner Pipe*

Bahan : *Carbon Steel*

Fluida dingin : Brine water

NPS : 2 in

SN	: 40
OD	: 2,38 in
ID	: 2,067 in
$\Delta P$	: 0,0011
<i>Annulus</i>	
Bahan	: <i>Cast Steel</i>
Fluida	: Natrium Karbonat
IPS	: 2 in
SN	: 40
Uc	: 15,8245 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F
Ud	: 15,5779 Btu/hr.ft <sup>2</sup> .°F

### 3.2.17 Pompa 1

Tugas	: Mengalirkan asam nitrat dari Tangki-01 ke Mixer-01
Kode	: P-01
Jenis	: <i>centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah

Kapasitas : 33,4596 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 HP

Pipa :

IPS : 6 in

SN : 40

ID : 6,065 in

OD : 6,625 in

### 3.2.18 Pompa 2

Tugas : Mengalirkan asam sulfat dari Tangki-02 ke Mixer-01

Kode : P-02

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 26,2400 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 HP

Pipa :

IPS : 4 in

SN : 40

ID : 4.,026 in

OD : 4,5 in

### 3.2.19 Pompa 3

Tugas : Mengalirkan campuran asam dari Mixer-01 ke

Reaktor

Kode : P-03

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 59,6996 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 HP

Pipa :

IPS : 6 in

SN : 40

ID : 6,065 in

OD : 6,625 in

### 3.2.20 Pompa 4

Tugas : Mengalirkan gliserin dari Tangki-04 ke Cooler-01

Kode : P-04

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 6,0227 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 2 HP

Pipa :

IPS : 2 in

SN : 40

ID : 2,067 in

OD : 2,38 in

### 3.2.21. Pompa 5

Tugas : Mengalirkan gliserin dari *Cooler-01* ke Reaktor

Kode : P-05

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 6,0227 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 2 HP

Pipa :

IPS : 2 in

SN : 40

ID : 2,067 in

OD : 2,38 in

### 3.2.22 Pompa 6

Tugas : Mengalirkan Nitrogliserin dari Reaktor ke Dekanter-01

Kode : P-06

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 64,9558 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 HP

Pipa :

NPS : 6 in

SN : 40

ID : 6,065 in

OD : 6,625 in

### 3.2.23 Pompa 7

Tugas : Mengalirkan Nitrogliserin dari Dekanter-01 ke tangki pencuci (TP)

Kode : P-07

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 11,9727 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 HP

Pipa :

NPS : 3 in

SN : 40

ID : 3,068 in

OD : 3,5 in

### 3.2.24 Pompa 8

Fungsi : Mengalirkan H<sub>2</sub>O umpan dari tangki air proses ke tangki pencuci (TP)

Kode : P-08

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,5988 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 HP

Pipa :

NPS : 0,75 in

SN : 40

ID : 0,824 in

OD : 1,05 in

### 3.2.25 Pompa 9

Tugas : Mengalirkan Nitrogliserin dari tangki pencuci (TP) ke Dekanter-02

Kode : P-09

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 12,5715 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 HP

Pipa :

IPS : 3 in

SN : 40

ID : 3,068 in

OD : 3,5 in

### 3.2.26 Pompa 10

Tugas : Mengalirkan Nitrogliserin dari Dekanter-02 ke  
Netralizer

Kode : P-10

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 11,3375 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 hp

Pipa :

NPS : 3 in

SN : 40

ID : 3,068 in

OD : 3,5 in

### 3.2.27 Pompa 11

Tugas : Mengalirkan Natrium Karbonat dari Tangki-04 ke Mixer-02

Kode : P-11

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,0043 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 hp

Pipa :

NPS : 0,125 in

SN : 40

ID : 0,269 in

OD : 0,405 in

### 3.2.28 Pompa 12

Tugas : Mengalirkan H<sub>2</sub>O dari tangki air proses ke Tangki Pencuci (TP)

Kode : P-12

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,1160 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 hp

Pipa :

NPS : 0,25 in

SN : 40

ID : 0,364 in

OD : 0,54 in

### 3.2.29 Pompa 13

Tugas : Mengalirkan Natrium Karbonat dari Mixer-02 ke  
Netralizer

Kode : P-13

Jenis : *centrifugal pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 0,1203 m<sup>3</sup>/jam

Daya motor : 1 HP

Pipa :

NPS : 0,125 in

SN : 40

ID : 0,269 in

OD : 0,405 in

### 3.2.30 Pompa 14

Tugas : Mengalirkan Nitrogliserin dari Netralizer ke Tangki  
Penyimpanan

Kode	: P-14
Jenis	: <i>centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 11,4165 m <sup>3</sup> /jam
Daya motor	: 1 HP
Pipa :	
NPS	: 3 in
SN	: 40
ID	: 3,068 in
OD	: 3,5 in

### **3.3. Perencanaan Produksi**

#### **3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku**

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan nitrogliserin di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan energi dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Diperkirakan

kebutuhan nitrogliserin akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan dengan kapasitas produksi sebesar 100.000 ton/tahun yang diperoleh dari gliserin direaksikan dengan campuran asam.

### 3.3.2. Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya.



