

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan natrium nitrat dengan menggunakan bahan baku natrium klorida dan asam nitrat telah diperoleh dari dengan cara studi pustaka dan melalui pertimbangan lainnya meliputi beberapa aspek unit proses yaitu unit persiapan bahan baku, unit reaksi, dan unit finishing. Dijelaskan dalam beberapa unit proses, agar dapat dengan mudah dimengerti dan mengurangi kesalahan pemahaman dalam menjelaskan uraian proses pembuatan natrium nitrat.

- **Unit Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku natrium klorida dalam bentuk padatan disimpan dalam gudang. Penyimpanan natrium klorida pada suhu kamar dan tekanan 1 atm. Dari gudang penyimpanan, natrium klorida padatan ditransfer ke ball mill menggunakan belt *conveyor*, dan digiling dari ukuran ¼ in menjadi 100 mesh. Lalu setelah itu diumpankan ke *hopper* menggunakan bucket *elevator* untuk dimasukkan kedalam reaktor *RATB*.

Sedangkan bahan baku asam nitrat (HNO<sub>3</sub>) disimpan ditagki penyimpanan dengan suhu 30°C. Dari tangki penyimpanan larutan asam nitrat dipanaskan menggunakan HE yang dioperasikan pada

tekanan 1 atm dari suhu 30°C menjadi 60°C dengan menggunakan steam jenuh sebagai pemanas. Kemudian dipompa menuju reaktor *RATB*.

- **Unit Reaksi**

Terjadi reaksi didalam *Reaktor RATB*. *Reaktor RATB* beroperasi pada suhu 60°C dan tekanan 1,5 atm. Hasil keluaran *Reaktor RATB* dengan suhu 60°C dan tekanan 1, lalu ada beberapa produk samping yang berupa NOCl dan Cl<sub>2</sub> yang akhirnya akan dialirkan ke unit pengolahan limbah.

- **Unit Finishing**

Hasil dari *Reaktor RATB* kemudian dialirkan ke *evaporator* untuk dipanaskan sehingga air dan asam nitrat-nya menguap dan diperoleh konsentrasi natrium nitrat yang diinginkan. Kemudian hasil dari evaporator dialirkan menuju *heat exchanger* untuk menurunkan suhu dari 110°C ke 40°C. setelah dari *heat exchanger* lalu dikristalkan menuju *kristalizer*. Selanjutnya slurry yang keluar dari kristalizer diumpankan ke *centrifuge* menggunakan screw conveyor untuk dipisahkan padatan dan cairannya (mother liquor). Hasil padatan yang keluar dari centrifuge dibawa dengan *screw conveyor* untuk dikurangi kandungan airnya didalam *rotary dryer*. Untuk mengurangi

kandungan air, digunakan pemanas yang berupa udara panas yang berasal dari udara sekeliling yang telah disaring kotorannya dalam filter udara yang kemudian dialirkan dengan *blower* dan dipanaskan dalam pemanas. Hasil padatan yang keluar dari rotary dryer kemudian ditampung di silo dengan *bucket elevator*. Selanjutnya produk tersebut dimasukkan ke unit packing dan kemudian dipasarkan.

### 3.2. Spesifikasi Alat

#### 3.2.1. Gudang (G-01)

Nama	: gudang bahan baku natrium klorida		
Kode	: G-01		
Fungsi	: tempat menyimpan bahan baku natrium klorida		
Bentuk bangunan	: gedung berbentuk persegi panjang ditutup atap		
Bahan konstruksi	Dinding	:	batu bata
	Lantai	:	aspal
	Atap	:	asbes
Jumlah	: 1 unit		
Kondisi ruangan	Temperatur	=	30 °C
	Tekanan	=	1 atm

Ukuran : Panjang = 25 m  
 Lebar = 16 m  
 Tinggi = 5 m

### 3.2.2 Belt Conveyer (BC-01)

Nama : *Conveyor*  
 Kode : BC-01  
 Fungsi : mengangkut urea dari gudang menuju ball mill.  
 Jenis : *belt conveyer*  
 Jumlah : 1 unit  
 Kapasitas : 3628, 61765 kg/sec  
 Ukuran : Panjang belt = 4 m  
 Lebar belt = 0,2286 m  
 Tebal = 0,0762 m  
 Kecepatan putaran = 200rpm  
 Daya : 5 Hp

### 3.2.3 Ball Mill (BM-01)

Nama : *Ball mill*  
 Kode : J-02

Fungsi	: memecah NaCl dari ukuran $\frac{1}{4}$ in menjadi 100 mesh
Jenis	: <i>Ball mill</i>
Jumlah	: 1 unit
Ukuran	: Diameter = 1.235 m Panjang = 3.706 m Kecepatan putaran = 67 rpm
Daya	: 5 Hp

#### 3.2.4 Bucket elevator (BE-01)

Nama	: <i>elevator</i>
Kode	: BE-03
Fungsi	: mengangkut urea dari ball mill ke hopper
Jenis	: <i>bucket elevator</i>
Bahan konstruksi	: <i>malleable cast iron</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 3628, 61765 kg/sec
Ukuran	: Tinggi elevasi = 7,62 m Ukuran <i>bucket</i> = 0,15 x 0,1m Jarak antar <i>bucket</i> = 0,2032 m

Kecepatan putaran = 225 rpm

Daya : 3 Hp

### 3.2.5 Hopper (J-01)

Nama : *hopper*

Kode : J-01

Fungsi : menampung NaCl dari bucket elevator

Jenis : *hopper feeder*

Bahan konstruksi : *carbon steel*

Jumlah : 1 unit

Ukuran : Tinggi = 2,99084 m

Diameter = 1,83352 m

Tebal shell = 0,0508 m

### 3.2.6 Tangki (T-01)

Nama : tangki

Kode : T-01

Fungsi : tempat menyimpan asam nitrat

Jenis : silinder vertical dengan Flat bottomed  
dan Torispherical dished roof.

Bahan konstruksi : *stainless steel SA-302 grade B*

Jumlah : 1 unit

Kondisi operasi	: Temperatur	= 30	°C
	Tekanan	= 1atm	
Laju alir massa	: 6302,46876 kg/jam		
Kapasitas	: 925,10976 m <sup>3</sup>		
Ukuran	: Diameter tangki	= 6,09600	m
	Tinggi silinder	= 12,80160	m
	Tinggi tutup	= 1,38401	m
	Tinggi tangki	= 14,18561	m
	Tebal silinder	= 0,0476	m

### 3.2.7 Pompa (P-02)

Nama	: pompa	
Kode	: P-02	
Fungsi	: memompa HNO <sub>3</sub> dari tangki penyimpanan ke reaktor (R-211)	
Jenis	: single stage pompa centrifugal	
Jumlah	: 2 unit	
Kondisi operasi	: Temperatur	= 30°C
	Densitas, $\rho$	= 2497,71 kg/m <sup>3</sup>
	Viskositas, $\mu$	= 1,5738 cP
Laju alir massa	: 6302,468763 kg/jam	

Ukuran : Diameter optimum = 0,0363 m  
 Diameter dalam = 0,0408 m  
 Diameter luar = 0,0486 m  
 Luas penampang dalam = 0,0140 ft<sup>2</sup>

Daya : 1,5 Hp

### 3.2.8 Heater (HE-01)

Nama : *heat exchanger*

Kode : HE-01

Fungsi : tempat memanaskan HNO<sub>3</sub> dari suhu 30<sup>0</sup>C menjadi 60<sup>0</sup>C.

Jenis : Double pipe

Bahan konstruksi : stainless steel 316

Jumlah : 1 unit

Beban panas : 202982,6288 kJ/jam

Jumlah aliran fluida produk : 6302,47 kg/jam

Jumlah kebutuhan steam : 206,788732 kg/jam

Fluida dingin : *Flow area* = 0,0513ft<sup>2</sup>  
*Mass velocity* = 98461,283kg/jam.ft<sup>2</sup>

Fluida panas : *Flow area* = 0,0216ft<sup>2</sup>



$$\text{Mass velocity} = 7,52849 \text{ kg/jam.ft}^2$$

### 3.2.9 Reaktor RATB (R-01)

Nama	: reaktor
Kode	: R-01
Fungsi	: tempat untuk mereaksikan natrium klorida dengan asam nitrat
Jenis	: reaktor RATB
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA-135</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi ruangan	: Temperatur = 60 °C Tekanan = 1,5 atm
Kapasitas	: 24,9263 m <sup>3</sup>
Ukuran	: Diameter = 2,8893 m Tinggi = 4,0211 m Tebal = 0.00508 m

### 3.2.10 Pompa (P-03)

Nama	: pompa
Kode	: P-03

Fungsi	: memompa hasil keluaran reaktor meuju evaporator
Jenis	: single stage pompa centrifugal
Jumlah	: 2 unit
Kondisi operasi	: Temperatur = 60 °C Densitas, $\rho$ = 6917,71 kg/m <sup>3</sup> Viskositas, $\mu$ = 2,8185 cP
Laju alir massa	: 7046,032455 kg/jam
Ukuran	: Diameter optimum = 0,2743 m Diameter dalam = 0,0408 m Diameter luar = 0,0486 m Luas penampang dalam= 0,0141 ft <sup>2</sup>
Daya	: 1,5 Hp

### 3.2.11 Evaporator (EV-01)

Nama	: Evaporator
Kode	: EV-01
Fungsi	: tempat untuk memisahkan larutan HNO <sub>3</sub> dan air dengan product.
Jenis	: Evaporator single effect
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel</i> SA-135

Jumlah	:	1 unit	
Kondisi ruangan	:	Temperatur	= 110 °C
		Tekanan	= 1atm
Ukuran	:	Diameter	= 1,4861 m
		Tinggi	= 2,9282 m
		Tebal	= 0,0476 m

### 3.2.12 Cooler (HE-02)

Nama	:	<i>cooler</i>
Kode	:	HE-02
Fungsi	:	tempat menurunkan suhu hasil dari keluaran bawah <i>evaporator</i>
Jenis	:	shell and tube
Bahan konstruksi	:	stainless steel 316
Jumlah	:	1 unit
Beban panas	:	149680,2523 kJ/jam
Jumlah aliran fluida produk	:	1235,54 kg/jam
Jumlah kebutuhan air pendingin	:	2384,392709 kg/jam
Fluida dingin	:	<i>Flow area</i> = 0,0005959 ft <sup>2</sup>
		<i>Mass velocity</i> = 27783,828 kg/jam.ft <sup>2</sup>

Fluida panas :  $Flow\ area = 0,000154\ ft^2$   
 $Mass\ velocity = 55599,095\ kg/jam.ft^2$

### 3.2.13 Pompa (P-04)

Nama : pompa  
 Kode : P-04  
 Fungsi : memompa slurry dari evaporator ke  
 crystalizer.  
 Jenis : pompa slurry  
 Jumlah : 1 unit  
 Kondisi operasi : Temperatur = 146 °C  
 Densitas,  $\rho = 5415,71\ kg/m^3$   
 Viskositas,  $\mu = 2,05969\ cP$   
 Laju alir massa : 6657,201985 kg/jam  
 Ukuran : Diameter optimum = 0,2892 m  
 Diameter dalam = 0,0408 m  
 Diameter luar = 0,0486 m  
 Luas penampang dalam = 0,01407 ft<sup>2</sup>  
 Daya : 1,5 Hp

**3.2.14 Crystalizer (CR-01)**

Nama	: crystalizer
Kode	: CR-01
Fungsi	: mengkristalkan larutan $\text{NaNO}_3$ dari evaporator.
Jenis	: swenson walker
Bahan kontruksi	: stainless stell SA 283 grade C
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	
Suhu	: 100 °C
Tekanan	: 1 atm
Dimensi	
Panjang	: 2,456 m
Kecepatan putar	: 7 rpm
Power	: 0.5 HP
Jumlah	: 1 Buah

### 3.2.15 Screw Conveyor (SC-01)

Nama	: <i>Conveyor</i>
Kode	: SC-01
Fungsi	: mengangkut kristal yang dihasilkan oleh kristalizer menuju centrifuge
Jenis	: <i>helical flight screw conveyor</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon stell</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 177,1853 ft <sup>3</sup> /jam
Ukuran	: Diameter flight = 1,524 m panjang = 3,0479 m Kecepatan putaran = 25 rpm
Daya	: 1 Hp

### 3.2.16 Centrifuge (CF-01)

Nama	: <i>centrifuge</i>
Kode	: CF-01
Fungsi	: memisahkan kristal NaNO <sub>3</sub> dari mother liquornya
Jenis	: <i>helical conveyor (solid bowl)</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel SA-283 grade C</i>

Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	: Temperatur = 40°C Tekanan = 1atm Laju alir massa = 360,6364kg/jam
Panjang <i>bowl</i>	: 1,0668 m
Diameter <i>centrifuge</i>	: 0,3556 m
Daya	: 0,5 Hp

### 3.2.17 Screw Conveyor (SC-02)

Nama	: <i>Conveyor</i>
Kode	: SC-02
Fungsi	: mengangkut hasil pemisahan dari centrifuge menuju rotary dryer.
Jenis	: <i>horizontal screw conveyor</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon stell</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 172,33067 ft <sup>3</sup> /jam
Ukuran	: Diameter flight = 1,016 m panjang = 3,0479 m Kecepatan putaran = 25 rpm
Daya	: 1 Hp

**3.2.18 Rotary Dryer (RD-01)**

Nama	: <i>rotary dryer</i>
Kode	: RD-01
Fungsi	: mengeringkan kristal $\text{NaNO}_3$ dari centrifuge.
Jenis	: <i>direct gas fired, small</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	: Temperatur steam masuk = 155 °C Temperatur steam keluar = 170 °C Temperatur produk masuk= 40 °C Temperatur produk keluar= 70 °C
Jumlah Flight	: 7 buah
Daya	: 60 Hp

**3.2.19 Silo (S-01)**

Nama	: silo
Kode	: S-01
Fungsi	: menyimpan produk $\text{NaNO}_3$ selama 7 hari



Jenis	: silinder tegak dengan <i>conical bottom head</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi ruangan	: Temperatur = 30 °C Tekanan = 1atm
Kapasitas	: 14722,09 ft <sup>3</sup> /jam
Ukuran	: Diameter = 6,67454 m Tebal <i>shell</i> = 0,508 m Tinggi = 10,88751m

### 3.2.20 Pompa (P-01)

Nama	: pompa
Kode	: P-01
Fungsi	: memompa larutan HNO <sub>3</sub> dari pembelian ke tangki penyimpanan.
Jenis	: single stage pompa centrifugal
Jumlah	: 2 unit
Kondisi operasi	: Temperatur = 30°C Densitas, $\rho$ = 249,71 kg/m <sup>3</sup> Viskositas, $\mu$ = 1,5738cP

Laju alir massa	: 6302,468763 kg/jam
Ukuran	: Diameter optimum = 0,3615 m
	Diameter dalam = 0,0408 m
	Diameter luar = 0,0486 m
	Luas penampang dalam= 0,0141 ft <sup>2</sup>
Daya	: 1,5 Hp

### 3.2.21 Pompa (P-05)

Nama	: pompa
Kode	: P-05
Fungsi	: memompa larutan keluaran atas dari evaporator-01 menuju evaporator-02
Jenis	: single stage pompa centrifugal
Jumlah	: 2 unit
Kondisi operasi	: Temperatur =146°C
	Densitas, $\rho$ =2497,71kg/m <sup>3</sup>
	Viskositas, $\mu$ =1,5738cP
Laju alir massa	: 6302,468763 kg/jam
Ukuran	: Diameter optimum = 0,2743 m
	Diameter dalam = 0,0408 m
	Diameter luar = 0,0486 m

Luas penampang dalam= 0,0141 ft<sup>2</sup>

Daya : 1,5 Hp

### 3.2.22 Cooler (HE-03)

Nama : *cooler*

Kode : HE-03

Fungsi : tempat menurunkan suhu hasil dari  
keluaran atas *evaporator*

Jenis : shell and tube

Bahan konstruksi : stainless steel 316

Jumlah : 1 unit

Beban panas : 1567562,395 kJ/jam

Jumlah aliran fluida produk : 6171,13 kg/jam

Jumlah kebutuhan air pendingin : 24971,12536kg/jam

Fluida dingin : *Flow area* = 0,00326977ft<sup>2</sup>

*Mass velocity* =53034,454kg/jam.ft<sup>2</sup>

Fluida panas : *Flow area* =0,0007175ft<sup>2</sup>

*Mass velocity* =59728,17kg/jam.ft<sup>2</sup>

### 3.2.23 Screw Conveyor (SC-03)

Nama : *Conveyor*

Kode : SC-03

Fungsi	: mengangkut kristal dari rotary dryer menuju silo.
Jenis	: <i>horizontal screw conveyor</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon stell</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 172,33067 ft <sup>3</sup> /jam
Ukuran	: Diameter flight = 1,524 m panjang = 3,0479 m Kecepatan putaran = 25 rpm
Daya	: 1 Hp

### 3.2.24 Pompa (P-06)

Nama	: pompa
Kode	: P-06
Fungsi	: memompa larutan keluaran atas dari evaporator-02 menuju reaktor
Jenis	: single stage pompa centrifugal
Jumlah	: 2 unit
Kondisi operasi	: Temperatur = 146 °C Densitas, $\rho$ = 2497,71 kg/m <sup>3</sup>

	Viskositas, $\mu$	= 1,5738 cP
Laju alir massa	:	6302,468763 kg/jam
Ukuran	:	Diameter optimum = 0,2745 m
		Diameter dalam = 0,408 m
		Diameter luar = 0,0486 m
		Luas penampang dalam= 0,0141 ft <sup>2</sup>
Daya	:	1,5 Hp

### 3.2.25 Condonsor (HE-04)

Nama	:	<i>condonsor</i>
Kode	:	HE-04
Fungsi	:	mencairkan HNO <sub>3</sub> dan H <sub>2</sub> O dari keluaran atas <i>evaporator-01</i>
Jenis	:	shell and tube
Bahan konstruksi	:	stainless steel 316
Jumlah	:	1 unit
Beban panas	:	324,3634 kJ/jam
Jumlah aliran fluida produk	:	1235,535469 kg/jam
Jumlah kebutuhan air pendingin	:	22167,4563 kg/jam
Fluida dingin	:	<i>Flow area</i> = 0,2700 ft <sup>2</sup>  <i>Mass velocity</i> = 124663,25kg/jam.ft <sup>2</sup>

Fluida panas : *Flow area* = 0,0965 ft<sup>2</sup>  
*Mass velocity* = 104228,53 kg/jam.ft<sup>2</sup>

### 3.2.26 Blower (G-01)

Nama : *blower*  
 Kode : G-01  
 Fungsi : memompa udara ke *rotary dryer*  
 Jenis : *blower centrifugal*  
 Bahan konstruksi : *low alloy steel SA-310 grade A*  
 Jumlah : 1 unit  
 Kondisi operasi : Temperatur = 180 °C  
 Tekanan = 1 atm  
 Laju alir massa : 187887,8805 kg/jam  
 BM udara : 30 kg/mol  
 Efisiensi *blower* : 0,75  
 Daya : 10 Hp

### 3.2.27 Evaporator (EV-02)

Nama : Evaporator  
 Kode : EV-02  
 Fungsi : tempat untuk menguapkan HNO<sub>3</sub> dan air 20%

Jenis	:	Evaporator single effect
Bahan konstruksi	:	<i>Stainless steel SA-135</i>
Jumlah	:	1 unit
Kondisi ruangan	:	Temperatur = 97 °C
		Tekanan = 1atm
Ukuran	:	Diameter = 0,767 m
		Tinggi = 2,023 m
		Tebal = 0,0476 m

### **3.3. Perencanaan Produksi**

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

Analisis kebutuhan bahan baku meliputi ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku natrium klorida dan asam nitrat yang diperoleh dari pabrik pupuk yaitu PT. Garam Gunung Mas, tangerang dan PT. Nitrotama Kimia, cikampek.

Diperkirakan kebutuhan Natrium nitrat akan terus meningkat ditahun-tahun mendatang. Terlebih lagi di Indonesia, masih kurangnya produksi natrium nitrat guna memenuhi kebutuhan dalam negeri. Untuk meminimalkan kegiatan impor Natrium nitrat maka ditetapkan kapasitas produksi sebesar 40.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan natrium nitrat dalam negeri.

#### **Analisis Kebutuhan Peralatan Proses**

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