

## BAB III

### SPEKIFIKASI PERALATAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Secara garis besar, langkah proses pembuatan *Sodium Bicarbonat* dapat dibagi menjadi 3 tahap utama :

1. Tahap penyiapan bahan baku
  2. Tahap reaksi pembentukan *sodium bicarbonate*
  3. Tahap pemurnian produk
- a. Tahap Penyiapan Bahan Baku

*Sodium Carbonat* yang disimpan fase padat pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm diumpangkan dari Gudang (G-01) ke *Mixer-01* menggunakan *Belt Conveyor* (C-01) dan *Bucket Elevator* (E-01) serta dilarutkan dengan air dari Utilitas pada suhu 30 °C dan di tambah arus *recycle 8*, diaduk hingga menjadi larutan jenuh  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

- b. Tahap Reaksi Pembentukan *Sodium Bicarbonate*

Umpan reaktor dari *Mixer-01* dipompakan ke dalam reaktor menggunakan bantuan pompa (P-01) dan sebelumnya di panaskan dengan *heat exchanger* (HE-01). Gas  $\text{CO}_2$  diumpangkan pada tekanan 5 atm dan suhu 30°C melalui bagian bawah reaktor, dimana gas  $\text{CO}_2$  sebelumnya

dipanaskan dengan *heat exchanger* (HE-02). Didalam reaktor gelembung terjadi reaksi antara larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dan gas  $\text{CO}_2$  membentuk  $\text{NaHCO}_3$ . Reaksi berlangsung secara eksotermis sehingga diperlukan pendingin agar suhu dalam reaktor tetap pada  $40^\circ\text{C}$ . Pendingin reaktor menggunakan air yang masuk pada suhu  $30^\circ\text{C}$  dan keluar pada suhu  $50^\circ\text{C}$ . Produk yang diperoleh dari reaktor adalah *Sodium Bicarbonat*, produk samping berupa air, serta sisa reaktan berupa *Sodium Carbonat*. Dimana hasil samping ini digunakan kembali sebagai umpan mixer (M-01) (*recycle*). Produk reaktor kemudian diumpankan ke unit pemurnian.

c. Tahap Pemurnian Produk

Produk reactor berupa slurry, diumpankan ke *Rotary filter* (F-01) untuk dipisahkan padatan  $\text{NaHCO}_3$  dari filtratnya,  $\text{NaHCO}_3$  yang terbawa filtrat ikut dimasukkan ke mixer (M-01) dengan menggunakan pompa (P-02) sehingga tidak ada yang terbuang. *Cake* yang terbentuk mengandung air dengan kadar 10% berat *cake*. *Cake* keluar *filter* diangkut dengan menggunakan *screw conveyor* (C-03) kemudian dikeringkan di dalam *Rotary dryer* (RD-01) dengan menggunakan udara panas pada suhu  $45^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Udara diperoleh dari lingkungan dengan blower (B-01) dan dipanaskan dalam *heat exchanger* (HE-03) sampai suhu  $45^\circ\text{C}$  dan dialirkan ke *Rotary dryer* (RD-01) dan diangkut dengan *belt conveyor* (C-02) ke Silo (S-01) yang kemudian langsung dikemas di unit pengemasan produk.

## 3.2 Metode Perancangan

Dalam pra rancangan pabrik sodium bikarbonat dari sodium karbonat ini variabel yang berpengaruh dalam metode perancangan pabrik yaitu neraca massa dan neraca panas.

## 3.3 Spesifikasi Alat Proses

### 3.3.1 Gudang

#### a) Gudang Sodium Karbonat

Kode : G – 01

Fungsi : Menyimpan bahan baku sodium karbonat yang dikemas dalam karung 50 kg selama 30 hari.

Tipe : Bangunan

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- Suhu : 30 °C

- Tekanan : 1 atm

Dimensi

- Tinggi Gudang : 3,6 m

- Panjang Gudang : 38,4 m

- Lebar Gudang : 17,52 m

Harga : \$2.319.292

**b) Silo Sodium Bikarbonat**

Kode : S – 01

Fungsi : Menyimpan produk sodium bikarbonat yang selama 14 hari.

Tipe :

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- Suhu : 30 °C

- Tekanan : 1 atm

Dimensi

- Tinggi Silo : 58,8372 m

- Diameter Silo : 22,6297 m

Harga : \$1.739.469

**3.3.2 Conveyor**

**a. Belt Conveyor 01**

Kode : C-01

Fungsi : Mengangkut  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  menuju Bucket Elevator

Tipe : *Troughed Antifriction Idlers, dengan sudut kemiringan 30°C*

Bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C

Kapaitas : 9,669 ton/jam

Lebar belt : 14 in

Panjang belt : 10 m

Power motor : 0,49 Hp

Harga : \$9.857

**b. Belt Conveyor 02**

Kode : C-02

Fungsi : Mengangkut NaHCO<sub>3</sub> menuju Gudang

Tipe : *Troughed Antifriction Idlers, dengan sudut kemiringan 30°C*

Bahan : Carbon Steel SA-283 Grade C

Kapaitas : 15,305 ton/jam

Lebar belt : 14 in

Panjang belt : 10 m

Power motor : 0,49 Hp

Harga : \$9.857

**c. Screw Conveyor**

Kode : C-03

Fungsi : Mengangkut komponen dari RDVF menuju *Rotary Dryer*

Kapasitas : 337,001 ft<sup>3</sup>/Jam

Panjang *Screw Conveyor* : 15 ft

Kecepatan putar : 60 rpm

Power motor : 1,69 Hp

Harga : \$8.851

**d. Bucket Elevator**

Kode : E-01

Fungsi : Mengangkut Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> menuju mixer

Tipe : *Continuous bucket elevator*

Kapasitas : 9,669 ton/jam

Volume Bucket : 170,5 in<sup>3</sup>

Ukuran bucket

- Panjang : 8 in
- Lebar : 7.75 in
- Kedalaman : 5.5 in

Kecepatan bucket : 22,71 ft/menit

Power motor : 3,3 Hp

Harga : \$14.624

### 3.3.3 Reaktor

Kode : R-01

Fungsi : Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara reaktan utama *Sodium Carbonat* dengan  $\text{CO}_2$ , membentuk *Sodium Bicarbonat* sebagai produk utama, dan air sebagai hasil samping

Jenis : *Bubble Reactor*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi :  $T_{in}$  : 30°C

$T_{out}$  : 40°C

P : 3 atm

Waktu Tinggal : 6 jam

Material : *Low-alloy steel SA-204 grade C*

Diameter : 4,105 m

Tinggi : 8.209 m

Tebal *shell* : 0,625 in

Jenis *head* : *Torispherical Flanged & Dished Head*

Tebal *head* : 0,625 in

Tinggi *head* : 0,770 m

Tinggi Total : 9,882 m

#### Pengaduk

- Jenis Pengaduk : Menggunakan pengaduk propeller dengan marine tipe impeller yang biasanya menggunakan 3 blade propeller

- Jumlah Pengaduk : 1
- Diameter : 1,368 m
- Kecepatan : 11,569 rpm
- Daya : 2 HP

#### Pendingin

- Tipe : Coil
- Bahan : *Stainless Stell 308*
- Susunan : Helix

- Panjang Coil : 273,529 m
- Jumlah Lengkungan Coil : 13
- Tinggi Tumpukan Coil : 1,043 m

#### Pipa Pemasukan dan Pengeluaran

- Pipa Pemasukan Umpan Cair Reaktor  
NPS : 2,5 in



OD : 2,88 in

ID : 2,469 in

SN : 40

- Pipa Pemasukan Umpan Gas Reaktor

NPS : 1 in

OD : 1,32 in

ID : 1,049 in

SN : 40

- Pipa Pengeluaran Umpan Cair Reaktor

NPS : 2,5 in

OD : 2,88 in

ID : 2,469 in

SN : 40

- Pipa Pengeluaran Umpan Gas Reaktor

NPS : 0,375 in

OD : 0,675 in

ID : 0,493 in

SN : 40

Harga : \$2.257.831

### 3.3.4 Mixer

Kode : M-01

Fungsi : Mencampur *Sodium Carbonate* dan Air

Tipe : Tangki berpengaduk, silinder tegak dengan *torispherical head*

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi :  $T_{out} = 29,99\text{ }^{\circ}\text{C}$

$P = 1,2\text{ atm}$

Material : *SA-283 grade C*

Volume :  $36,780\text{ m}^3$

Diameter :  $2,861\text{ m}$

Tinggi :  $5,723\text{ m}$

Tebal *shell* :  $0,25\text{ in}$

Tebal *head* :  $0,25\text{ in}$

Tinggi *head* :  $0,719\text{ m}$

Tinggi Total :  $7,161\text{ m}$

Pengaduk

- Jenis Pengaduk : 6 flat blades inclined  $45^{\circ}$
- Jumlah Pengaduk : 1
- Diameter :  $0,954\text{ m}$
- Kecepatan :  $84,380\text{ rpm}$
- Daya : 30 HP

Harga : \$1.015.270

### 3.3.5 Rotary Drum Vacum Filter (RDVF)

Kode : F-01

Fungsi : Memisahkan padatan produk keluaran reaktor dari cairan

Tipe : *Rotary Drum Vacum Filter*

Jumlah : 1

Material : *Stainless steel 283 grade C*

P : 1 atm

Dimensi

- Luas filter : 11,250 m<sup>2</sup>
- Diameter Drum : 3,785 m
- Lebar Drum : 2,393 m
- Panjang Drum : 7,571 m
- Putaran filter : 0,1 rpm
- Power motor : 4 hp

Harga : \$556.630

### 3.3.6 Rotary Dryer

Kode : RD-01

Fungsi : Memisahkan padatan produk keluaran reaktor dari cairan

Tipe : *Rotary Drum Vacum Filter*

Jumlah : 1

Material : *Carbon steel SA-283 grade C*

P : 1 atm

Dimensi

- Diameter : 3,051 m
- Panjang : 12 m
- L/D : 4
- Kecepatan Puratan : 6,263 rpm
- Power motor : 150 hp

Harga : \$865.096

### 3.3.7 Heat Exchanger

1. HE-01

Fungsi : Memanaskan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  hasil keluaran Mixer sebelum masuk ke Reaktor.

Jenis : *Double Pipe Exchanger*

*Inner Pipe*

- Jenis fluida :  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( Cold Fluid )
- *Pressure drop* : 3,090999 psi

*Annulus*

- Jenis fluida : Steam ( Hot Fluid )
- *Pressure drop* : 0,0696 psi

Luas transfer panas : 13,2589  $\text{ft}^2$

Kebutuhan pemanas : 146.964,32 kJ/jam

Uc : 122,8071 Btu/jam  $\text{ft}^2$  °F

Ud : 84,6677 Btu/jam  $\text{ft}^2$  °F

Faktor kotor total (Rd) : 0,0037

Jumlah : 1 buah

Harga : \$11,828

2. HE-02

Fungsi : Memanaskan  $\text{CO}_2$  sebelum masuk ke Reaktor.

Jenis : *Double Pipe Exchanger*

*Inner Pipe*

- Jenis fluida :  $\text{CO}_2$  ( Cold Fluid )
- *Pressure drop* : 0,024544 psi

*Annulus*

• Jenis fluida : Steam ( Hot Fluid )

• *Pressure drop* : 0,0026 psi

Luas transfer panas : 6,1577 ft<sup>2</sup>

Kebutuhan pemanas : 35.382,03 kj/jam

Uc : 96,2821 Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

Ud : 58,9814 Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

Faktor kotor total (Rd) : 0,0066

Jumlah : 1 buah

Harga : \$11.828

3. HE-03

Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk ke

Rotary Dryer.

Jenis : *Shell and Tube*

*Shell Side*

• Jenis fluida : Steam

*Tube Side*

• Jenis fluida : Udara

Luas transfer panas : 2.121,7080 ft<sup>2</sup>

Kebutuhan pemanas : 11.900.390,20 kj/jam

Uc : 171,8381 Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

Ud : 2,7529 Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

Faktor kotor total (Rd) : 0,3574

Jumlah : 1 buah  
 Harga : \$139.158

### 3.3.8 Pompa

#### 1. Pompa-01

Fungsi : Memompa cairan dari mixer ke reaktor.

Jenis : *centrifugal pump*

Head Pompa : 25,5906 ft

Kapasitas : 21,2341 m<sup>3</sup>/hari

Kecepatan Linear : 1,4567 ft/s

Panjang Ekuivalen Pipa : 56,9984 ft

Bahan : *Commercial steel*

Efisiensi Motor : 80%

Daya Motor : 0,5 HP

Jumlah : 2

Harga : \$16.235

#### 2. Pompa-02

Fungsi : Memompa cairan dari RDVF ke mixer

Jenis : *centrifugal pump*

Head Pompa : 20,3412 ft

Kapasitas : 16,5696 m<sup>3</sup>/hari

Kecepatan Linear : 1,8392 ft/s

Panjang Ekuivalen Pipa: 53,5284 ft

Bahan : *Commercial steel*

Efisiensi Motor : 80%

Daya Motor : 0,5 HP

Jumlah : 2

Harga : \$18.554

### 3.3.9 Blower

Kode : B - 01

Fungsi : Untuk mengalirkan Udara lingkungan ke Rotary Dryer

Jenis : *Blower Centrifugal*

Kapasitas : 367.920,95 ft<sup>3</sup>/menit

Daya Motor : 15 HP

Jumlah : 1

Harga : \$927.717