

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 diumpankan 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 Na_2CO_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 CO_2 diumpankan pada tekanan 5 atm dan suhu 30°C melalui bagian bawah reaktor, dimana gas CO_2 sebelumnya dipanaskan dengan *heat exchanger* (HE-02). Didalam reaktor gelembung

terjadi reaksi antara larutan Na_2CO_3 dan gas CO_2 membentuk NaHCO_3 . Reaksi berlangsung secara eksotermis sehingga diperlukan pendingin agar suhu dalam reaktor tetap pada 40°C . Pendingin reaktor menggunakan air yang masuk pada suhu 30°C dan keluar pada suhu 50°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 reaktor berupa slurry, diumpankan ke *Rotary filter* (F-01) untuk dipisahkan padatan NaHCO_3 dari filtratnya, 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°C dan tekanan 1 atm. Udara diperoleh dari lingkungan dengan blower (B-01) dan dipanaskan dalam *heat exchanger* (HE-03) sampai suhu 45°C dan dialirkan ke *Rotary dryer* (RD-01) dan diangkut dengan *belt conveyor* (C-02) ke Gudang produk (G-02) 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 : *Cylindrical vessel* dengan dasar *conical*

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) Gudang Sodium Bikarbonat

Kode : G – 02

Fungsi : Menyimpan produk sodium bikarbonat yang dikemas dalam karung 50 kg selama 14 hari.

Tipe : Cylindrical vessel dengan dasar conical

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- Suhu : 30 °C

- Tekanan : 1 atm

Dimensi

- Tinggi Gudang : 5,4 m

- Panjang Gudang : 27,84 m

- Lebar Gudang : 12 m

Harga : \$1.739.469

3.3.2 Conveyor

a. Belt Conveyor 01

Kode : C-01

Fungsi : Mengangkut Na_2CO_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_3 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 ft³/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 Na₂CO₃ menuju mixer

Tipe : *Continuous bucket elevator*

Kapasitas : 9,669 ton/jam

Volume Bucket : 170,5 in³

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 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 : 3 jam

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

Diameter : 3,472 m

Tinggi : 6.944 m

Tebal *shell* : 0,625 in

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

Tebal *head* : 0,625 in

Tinggi *head* : 0,607 m

Tinggi Total : 8,291 m

Pengaduk

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

- Jumlah Pengaduk : 1

- Diameter : 1,157 m

- Kecepatan : 14,464 rpm

- Daya : 2 HP

Pendingin

- Tipe : Coil

- Bahan : *Stainless Steel 308*

- Susunan : Helix

- Panjang Coil : 267,535 m

- Jumlah Lengkungan Coil : 15

- Tinggi Tumpukan Coil : 1,195 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 m

Tinggi : 5,723 m

Tebal *shell* : 0,25 in

Tebal *head* : 0,25 in

Tinggi *head* : 0,719 m

Tinggi Total : 7,161 m

Pengaduk

- Jenis Pengaduk : 6 flat blades inclined 45°
- Jumlah Pengaduk : 1
- Diameter : 0,954 m

- Kecepatan : 84,380 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 m²

- 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 Na_2CO_3 hasil keluaran Mixer sebelum masuk ke Reaktor.

Jenis : *Double Pipe Exchanger*

Inner Pipe

- Jenis fluida : Na_2CO_3 (Cold Fluid)
- *Pressure drop* : 3,090999 psi

Annulus

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

Luas transfer panas : 13,2589 ft^2

Kebutuhan pemanas : 146.964,32 kJ/jam

Uc : 122,8071 Btu/jam ft^2 °F

Ud : 84,6677 Btu/jam ft^2 °F

Faktor kotor total (Rd) : 0,0037

Jumlah : 1 buah

Harga : \$11,828

2. HE-02

Fungsi : Memanaskan CO_2 sebelum masuk ke Reaktor.

Jenis : *Double Pipe Exchanger*

Inner Pipe

- Jenis fluida : 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 ft²

Kebutuhan pemanas : 35.382,03 kj/jam

Uc : 96,2821 Btu/jam ft² °F

Ud : 58,9814 Btu/jam ft² °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 ft²

Kebutuhan pemanas : 11.900.390,20 kj/jam

Uc : 171,8381 Btu/jam ft² °F

Ud : 2,7529 Btu/jam ft² °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 m³/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 m³/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 ft³/menit

Daya Motor : 15 HP

Jumlah : 1

Harga : \$927.717