

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1. Uraian Proses

Proses pembuatan magnesium klorida dengan menggunakan bahan baku magnesium hidroksida dan asam klorida dapat diketahui beberapa aspek unit proses yaitu unit persiapan bahan baku, unit reaksi, dan unit permurnian produk. Dijelaskan dalam beberapa unit proses, agar dapat dengan mudah dimengerti dan mengurangi kesalah pahaman dalam menjelaskan uraian proses pembuatan magnesium klorida.

- **Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku magnesium klorida dalam bentuk padatan disimpan dalam gudang. Penyimpanan magnesium hidroksida pada suhu kamar dan tekanan 1 atm. Dari gudang penyimpanan, magnesium hidroksida padatan ditransfer menggunakan *belt conveyor* tertutup diumpankan masuk ke dalam reaktor.

Sedangkan bahan baku asam klorida (HCl) disimpan ditangi penyimpanan dengan suhu 30°C. Dari tangki penyimpanan larutan asam klorida 37% kemudian diencerkan terlebih dahulu dengan penambahan air di dalam *mixer* sehingga konsentrasinya menjadi 10%. Lalu dipanaskan menggunakan *heater* dari suhu 30°C menjadi 50°C dengan menggunakan *steam* jenuh sebagai pemanas. Kemudian dipompa menuju reaktor.

- **Proses Reaksi**

Pada tahap ini, setelah kedua bahan baku masuk ke dalam rektor maka akan terjadi reaksi seperti berikut :



Reaktor beroperasi pada suhu 50°C dan tekanan 1atm. Hasil keluaran reaktor dengan suhu 50°C dan tekanan 1 atm, disini *impurity* seperti CaO, Fe₂O₃, SiO₂ tidak ikut larut dengan penambahan asam klorida encer tersebut (Vogel, 1979) sehingga terbentuk magnesium klorida dengan konversi 94,5%.

- **Proses Pemurnian Produk**

Hasil dari reaktor kemudian dialirkan ke *centrifuge* untuk memisahkan Mg(OH)₂, SiO₂, Fe₂O₃, dan CaO. Sebagian dari MgCl₂, HCl, dan H₂O juga ikut terpisahkan . Hasil dari pemisahan tersebut kemudian akan dialirkan menuju Unit Pengolahan Limbah (UPL). Selanjutnya magnesium klorida dialirkan menuju *heater* untuk dinaikkan suhunya menjadi 90°C, lalu diumpankan ke dalam evaporator I dan II (*double effect*) dengan menggunakan pompa. Evaporator I beroperasi pada suhu 110°C di sini magnesium klorida dipekatkan dengan menggunakan *steam* pada suhu 150°C. Selama proses pemekatan, air dan larutan HCl akan terpisah sebagai hasil atas fase uap karena beroperasi di atas suhu kritisnya. Hasil fase uap evaporator I dialirkan menuju evaporator II digunakan sebagai *steam* .

Karena hasil bawah evaporator masih cukup banyak air yang terkandung maka dimasukkan lagi ke dalam evaporator II untuk mengurangi kandungan H₂O. Kemudian hasil keluaran bawah evaporator II berupa *slurry* MgCl₂ dan sedikit air. Sedangkan hasil atas fase uap hasil evaporator akan dialirkan menuju unit pengolahan limbah (UPL). Hasil *slurry* yang keluar dari evaporator dibawa dengan *screw conveyor* untuk dikurangi kandungan airnya didalam *rotary dryer* pada suhu 120°C. 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 *cooling conveyor*. Selanjutnya produk tersebut dimasukkan ke unit *packing* dan kemudian dipasarkan.

3.2. Spesifikasi Alat

3.2.1. Gudang Penyimpanan Magnesium Hidroksida

Kode	: F-111
Fungsi	: Menyimpan bahan baku magnesium hidroksida
Bentuk bangunan	: Bangunan persegi, tutup prisma segi empat
Bahan konstruksi	: Beton
Jumlah	: 1 unit

Waktu penyimpanan	: 120 Hari
Volume Gudang	: 2671,9505 m ³
Kondisi ruangan	: Temperatur = 30 °C Tekanan = 1 atm
Ukuran	: Panjang = 17 m Lebar = 17 m Tinggi = 8,5 m

3.2.2 Belt Conveyor

Kode	: J-111
Fungsi	: mengangkut magnesium hidroksida dari gudang ke Reaktor
Jenis	: <i>belt conveyor</i>
Jumlah	: 1 unit
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Kapasitas	: 0,8247 ton/jam
Panjang belt	: 12,369 m = 40,581 ft
Lebar belt	: 0,3556 m = 14 in
Tinggi	: 2,999 m = 9,8424 ft
Kecepatan belt	: 200 ft/min
Power motor	: 5 Hp

3.2.3 Tangki Penyimpanan Asam Klorida

Kode	: F-121
Fungsi	: Menyimpan bahan baku HCl 37%
Bentuk	: Bangunan persegi, tutup prisma segi empat. Tangki berupa silinder tegak, tutup atas berupa <i>conical roof</i> dan tutup bawah berupa plate.
Bahan konstruksi	: <i>High Alloy Steel SA-240 Grade S</i>
Jumlah	: 1 Buah
Kondisi ruangan	: Temperatur : 30 °C Tekanan : 1 atm
Waktu penyimpanan	: 15 hari
Diameter luar	: 18,2880 m = 60 ft
Tebal <i>shell</i>	: 0,0191 m = ¾ in
Tebal tutup atas	: 0,0064 m = ¼ in
Tinggi tutup bawah	: 0,0222 m = 7/8 in
Tinggi tangki	: 13,4703 m = 44,19 ft

3.2.4 Pompa masuk ke *mixer*

Kode	: L-111
Fungsi	: Mengalirkan HCl 37% ke <i>mixer</i>
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial steel</i>

Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 22,2364 gpm
Rate Volumetrik	: 0,0495 ft ³ /s
Kecepatan Aliran	: 2,2019 ft/s
Ukuran Pipa	: - NPS : 2 in
	- <i>Sch. Number</i> : 40
	- OD : 0,0603 m
	- ID : 0,0525 m
	- flow area : 0,0021 m ²
Power Pompa	: 1 Hp
Power Motor	: 2,0 Hp

3.2.5 *Mixer*

Kode	: M-111
Fungsi	: Mengencerkan HCl 37% menjadi 10%
Jenis	: Silinder vertikal dengan <i>head</i> dan <i>bottom</i> berbentuk <i>torispherical</i> .
Jumlah	: 1 buah
Tekanan operasi	: 1 atm
Temperatur Operasi	: 30 °C
Waktu tinggal	: 0,5 jam
Dimensi <i>mixer</i> :	

- Diameter *mixer* : 2,5908 m = 102 in
- Tinggi *mixer* : 4,8732 m = 15,98 ft
- Tinggi cairan : 2,6699 m = 8,75 ft
- Volume *mixer* : 12,967 m³ = 457,962 ft³
- Tebal *shell* : 0,00476 m = 3/16 in
- Tebal *head* : 0,00476 m = 3/16 in
- Jumlah pengaduk : 1 buah
- Kecepatan putaran : 190 rpm
- Power motor : 10 Hp
-

3.2.6 Heater 1

- Kode : E-111
- Fungsi : Memanaskan larutan HCl dari suhu
30 °C ke 50 °C
- Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*
- Bahan konstruksi : *High Alloy Steel, SA-240 Grade S*
- Jumlah Pemanas : 1 buah
- Spesifikasi Inner pipe
- IPS : 3 in
 - OD : 0,0889 m
 - ID *Inner Pipe* : 0,0779 m
 - *Surface* per lin ft : 0,4350 ft²/ft

- *Pressure Drop* : 0,0500 Psi

Spesifikasi *Annulus*

- IPS : 0,1016 m

- OD : 0,1143 m

- ID *Outer Pipe* : 0,1023 m

- Panjang *Hairpin* : 3,6576 m

- *Pressure Drop* : 4,761E-05 Psi

3.2.7 Pompa Umpan Reaktor

Kode : L-112

Fungsi : Mengalirkan HCl 10% dari *Heater ke Reaktor*

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan Kontruksi : *Commercial Steel*

Kapasitas : 80,6893 gpm

Kecepatan Aliran : 3,9827 ft/s

Ukuran Pipa :

- NPS : 3 in

- *Sch. Number* : 40

- OD : 3,500 in

- ID : 3,068 in

- *Flow Area* : 7,387 in²

Power Pompa : 1 Hp

Power Motor : 2 Hp

3.2.8 Reaktor

Kode : R-211

Fungsi : Mereaksikan $Mg(OH)_2$ degan HCl untuk menghasilkan $MgCl_2$.

Jenis : Reaktor Tangki Berpengaduk

Bahan Konstruksi : *Carbon steel SA-283 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi : Temperatur = 50 °C

Tekanan = 1atm

Kapasitas : 4316,9688 ft³

Dimensi

Silinder

Diameter dalam : 3,9434 m

Diameter luar : 3,9624 m

Tinggi : 7,8867 m

Tebal : 0,0095 m

Tutup

Jenis : *Torispherical Dished Head*

Tebal : 0,0079 m

Tinggi : 0,7943 m

Tinggi reaktor total : 9,4754 m

Pengaduk

Jenis : *Flat six-blade turbine with disk*

Jumlah : 3 buah

Diameter : 1,1887 m

Kecepatan : 84,00 rpm

Power : 75 Hp

Jaket Pendingin

Tebal jaket : 0,0095 m

Diameter jaket : 4,032 m

Tinggi jaket : 8,6810 m

Leg Support

Jenis : *I beam*

Ukuran : 6 in (6 x 3 3/8)

Berat : 13852,321 lb/ft

Luas penampang : 0,0032 in²

Lug dan Gusset

Tebal *plate* horizontal : 0,0254 m

Tebal *plate* vertikal : 0,0079 m

Pondasi

Luas atas : 1,27 x 1,27 = 1,6129 m²

Luas bawah : 2,032 x 2,032 = 4,1290 m²

Tinggi : 2,540 m

3.2.9 Pompa Keluaran Reaktor

Kode : L-311

Fungsi : Mengalirkan produk keluaran Reaktor ke
Centrifuge

Jenis : *Centrifugal pump*

Bahan konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 82,7749 gpm

Kecepatan Aliran : 4,0841 ft/s

Ukuran Pipa :

- NPS : 3 in

- *Sch. Number* : 40

- OD : 0,0889 m

- ID : 0,0779 m

- *Flow Area* : 0,0048 m²

Power Pompa : 1 Hp

Power Motor : 2 Hp

3.2.10 *Centrifuge*

Kode : H-311

Fungsi	: Memisahkan padatan dari Reaktor sebelum diumpankan ke Evaporator
Jenis	: <i>Disc Centrifuge</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Temperatur = 50 °C Tekanan = 1 atm
Bahan konstruksi	: <i>Stainless steel SA 167 grade 11</i>
Diameter <i>bowl</i>	: 24 in
Panjang <i>bowl</i>	: 72 in
Kecepatan putar <i>bowl</i>	: 4000 rpm
Power motor penggerak	: 7,5 Hp

3.2.11 Heater

Kode	: E-311
Fungsi	: Memanaskan keluaran <i>Centrifuge</i> dari suhu 50 °C sampai 90 °C sebelum diumpankan ke dalam Evaporator
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>
Bahan konstruksi	: <i>stainless steel type 304</i>
Jumlah	: 1 buah
Media Pemanas	: <i>steam</i> , 150 °C
<i>Tube slide</i>	

OD	: 0,0254 m
BWG	: 16
ID	: 0,0221 m
Pajang	: 2,4384 m
<i>Passes</i>	: 2
<i>Shell Slide</i>	
<i>Pitch</i>	: 0,0318 m, <i>triangular pitch</i>
<i>Pass</i>	: 3
<i>Baffle space</i>	: 0,3175 m

3.2.12 Pompa

Kode	: L-312
Fungsi	: mengalirkan keluaran <i>Heater</i> ke Evaporator
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Bahan konstruksi	: <i>Commercial stell</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 80,5720 gpm
Kecepatan Aliran	: 3,9756 ft/s
Ukuran Pipa	:
- NPS	: 0,076 m
- <i>Sch. Number</i>	: 40
- OD	: 0,0889 m

- ID	: 0,0779 m
- <i>Flow Area</i>	: 0,0048 m ²
Power Pompa	: 1 Hp
Power Motor	: 2 Hp

3.2.13 Evaporator 1

Kode	: V-311
Fungsi	: Menguapkan H ₂ O dan HCl
Jenis	: <i>Short-Tube Vertical Evaporator</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel SA-283 grade C</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 20,8440 m ³
Kondisi operasi	: Temperatur = 110°C
	: Tekanan = 1atm

Dimensi

Silinder	: Diameter dalam	: 2,7720 m = 109,1352 in
	: Diameter luar	: 3,2004 m = 126,0000 in
	: Tinggi	: 4,1580 m = 163,703 in
	: Tebal	: 0,00635 m = 0,25000 in
Tutup	: Jenis	: <i>Torispherical Dished Head</i>
	: Tebal	: 0,00635 m = ¼ in
	: Tinggi	: 0,61784 m = 24,3246 in

Tinggi Evaporator : 5,3938 m = 212,3524 in

3.2.14 Evaporator 2

Kode : V-312

Fungsi : Menguapkan H₂O

Jenis : *Short-Tube Vertical Evaporator*

Bahan konstruksi : *carbon steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 4,6275 m³

Kondisi operasi : Temperatur = 110 °C

Tekanan = 1 atm

Dimensi

Silinder : Diameter dalam : 1,7622 m = 69,3786 in

Diameter luar : 3,2004 m = 126,0000 in

Tinggi : 2,6433 m = 104,068 in

Tebal : 0,00635 m = 0,25000 in

Tutup : Jenis : *Torispherical Dished Head*

Tebal : 0,00635 m = ¼ in

Tinggi : 0,61784 m = 24,324 in

Tinggi Evaporator : 3,8790 m = 152,7174 in

3.2.15 *Screw Conveyor*

Kode	: J-321
Fungsi	: mengangkut hasil Evaporator menuju <i>Rotary dryer</i> .
Jenis	: <i>horizontal screw conveyor</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon stell</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 2,6486 ton/jam
Ukuran	: lebar = 0,355 m
	panjang = 12,361 m
	tinggi = 2,999 m
	Kecepatan = 200 ft/min
Power Motor	: 5 Hp

3.2.16 *Rotary Dryer*

Kode	: B-311
Fungsi	: Mengurangi kadar cairan hingga didapatkan $MgCl_2$ yang sesuai spesifikasi .
Jenis	: <i>direct contact counter current</i>
Bahan konstruksi	: <i>carbon steel SA-3022 grade B</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Temperatur produk masuk = 110 °C

Temperatur produk keluar = 120 °C

Tekanan = 1 atm

Dimensi :

- Diameter *rotary* : 3,1759 m
- Panjang *rotary* : 22,3540 m
- Tebal *shell rotary* : 0,1875 in

Kecepatan putar : 1,8050 rpm

Daya : 20 Hp

3.2.17 Silo

Kode : F-331

Fungsi : menyimpan produk $MgCl_2$

Jenis : silinder tegak dengan *conical bottom head*

Bahan konstruksi : *carbon steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1 unit

Kondisi ruangan : Temperatur = 30 °C
Tekanan = 1 atm

Ukuran : Diameter = 10,1979 m
Tebal *shell* = 0,0546 m
Tinggi = 16,6350 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 magnesium hidroksida dan asam klorida yang diperoleh dari pabrik PT. Asahimas Subentra Chemical, Banten dan PT. Liunnying Nyang , China. Adapun kapasitas pabrik magnesium klorida yang direncanakan adalah sebesar 10.000 ton/tahun.

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.