

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap awal produksi garam farmasi berfokus pada penyiapan larutan bahan baku garam industri dari PT Garam sebagai bahan baku utama, bersama dengan natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium hidroksida (NaOH), yang dilarutkan dengan air menggunakan tiga unit pengaduk dengan suhu mixer 30 °C. Proses pelarutan dilakukan secara terpisah dengan rasio perbandingan bahan baku dan air pengencer yang spesifik, yaitu Mixer-01 (M-110) untuk garam rakyat dengan perbandingan 1:3, Mixer-02 (M-120) untuk natrium karbonat dengan perbandingan 1:2, serta Mixer-03 (M-130) untuk NaOH dengan perbandingan 1:1. Setelah fase homogen tercapai, larutan dari masing-masing mixer tersebut kemudian dialirkan menuju heater untuk dilakukan proses pemanasan, guna menaikkan suhu larutan dari 30 °C menjadi 90 °C sebelum memasuki unit reaktor untuk proses reaksi kimia selanjutnya.

3.1.2 Tahap Pembuatan *Pure Brine*

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan larutan garam murni NaCl tanpa adanya senyawa pengotor. Larutan garam dari E-114 dan larutan Na_2CO_3 dari E-124 dicampurkan dengan larutan NaOH dari E-134. Proses pencampuran berlangsung di dalam Reaktor (R-210) yang menggunakan tipe *Mixed Flow Reactor* atau CSTR (*Continuous Stirred Tank Reactor*), karena reaksi terjadi dalam fase cair dan reaktor dilengkapi dengan pengaduk. Pencampuran dilakukan pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm dalam kondisi lingkungan serta waktu tinggal selama 60 menit. Tujuan utama dari tahap ini adalah untuk menghilangkan zat pengotor yang masih terdapat dalam garam, seperti CaCl_2 dan MgCl_2 , dengan mengendapkannya menjadi CaCO_3 dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

Reaksi yang terjadi pada Reaktor (R-210) adalah sebagai berikut:

- Reaksi pengendapan Kalsium (Ca^{2+}) dengan Natrium Katbonat (Na_2CO_3)

$$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 (\text{s}) + 2\text{NaCl} (\text{aq})$$
- Reaksi pengendapan Kalsium (Ca^{2+}) dengan Natrium Hidroksida (NaOH)

$$\text{CaCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Ca} (\text{OH})_2 (\text{s}) + 2\text{NaCl} (\text{aq})$$
- Reaksi pengendapan Magnesium (Mg^{2+}) dengan Natrium Hidroksida (NaOH)

$$\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg} (\text{OH})_2 (\text{s}) + 2\text{NaCl} (\text{aq})$$
- Reaksi pengendapan Magnesium (Mg^{2+}) dengan Natrium Katbonat (Na_2CO_3)

$$\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MgCO}_3 (\text{s}) + 2\text{NaCl} (\text{aq})$$

Larutan hasil reaksi dikeluarkan secara kontinu dari Reaktor (R-210) dengan suhu 110°C , waktu reaksi ditentukan oleh waktu tinggal larutan di dalam reaktor. Produk reaksi dari Reaktor (R-210) kemudian dialirkan ke Thickener (D-220), Langkah pemisahan ini berfungsi untuk menyingkirkan fase padat, sehingga konsentrasi kemurnian larutan garam meningkat. Endapan atau sludge yang terbentuk menjadi aliran bawah (*underflow*) dari Thickener (D-220) dan berfungsi sebagai produk samping dalam proses ini. Pengendapan CaCO_3 bersama dengan padatan lain memberikan keuntungan dengan menghilangkan senyawa yang dapat menyebabkan kerak. Diharapkan kandungan padatan dalam larutan mendekati nol.

Larutan yang keluar dari Thickener (D-220) masih mengandung garam selain NaCl , seperti CaCl_2 dan MgCl_2 . Larutan hasil reaksi dialirkan menuju unit nanofiltrasi (H-230) untuk proses pemurnian berdasarkan perbedaan ukuran partikel. Membran nanofiltrasi bekerja sebagai penghalang selektif yang memisahkan molekul berdasarkan dimensi strukturnya; dalam hal ini, natrium

klorida (NaCl) yang memiliki ukuran molekul paling kecil di antara komponen lainnya mampu melewati pori membran sebagai permeat. Sebaliknya, senyawa dengan ukuran partikel lebih besar, seperti garam divalen (CaCl_2 dan MgCl_2) akan tertahan sebagai retentat. Mekanisme pemisahan ini bertujuan untuk mengeliminasi seluruh pengotor divalen sehingga dihasilkan larutan NaCl dengan kemurnian tinggi yang disebut sebagai *pure brine*.

3.1.3 Tahap Pembuatan Garam Farmasi

Larutan *pure brine* selanjutnya dialirkan ke Evaporator (H-310) untuk mengalami proses pemekatan hingga mencapai kondisi *saturated brine*, dengan suhu operasi evaporator sebesar 110°C . Pemanasan dalam unit ini menggunakan *steam* yang disuplai dari sistem utilitas. Setelah melalui evaporator, larutan garam dipindahkan ke dalam *Crystallizer* (S-320) menggunakan pompa. Di dalam *Crystallizer* (S-320), terbentuk kristal NaCl serta larutan induk (*mother liquor*). Saat keluar dari *Crystallizer* (S-320), campuran kristal dan *mother liquor* berada pada suhu 40°C .

Hasil keluaran dari *Crystallizer* (S-320) berupa magma, yaitu campuran antara kristal NaCl yang telah terbentuk dengan sisa larutan induk (*mother liquor*). Campuran ini kemudian diarahkan ke *Centrifuge* (H-330) untuk memisahkan kristal dari larutan induknya. *Mother liquor* yang telah terpisah dari kristal akan dialirkan ke unit pengolahan limbah untuk diproses lebih lanjut.

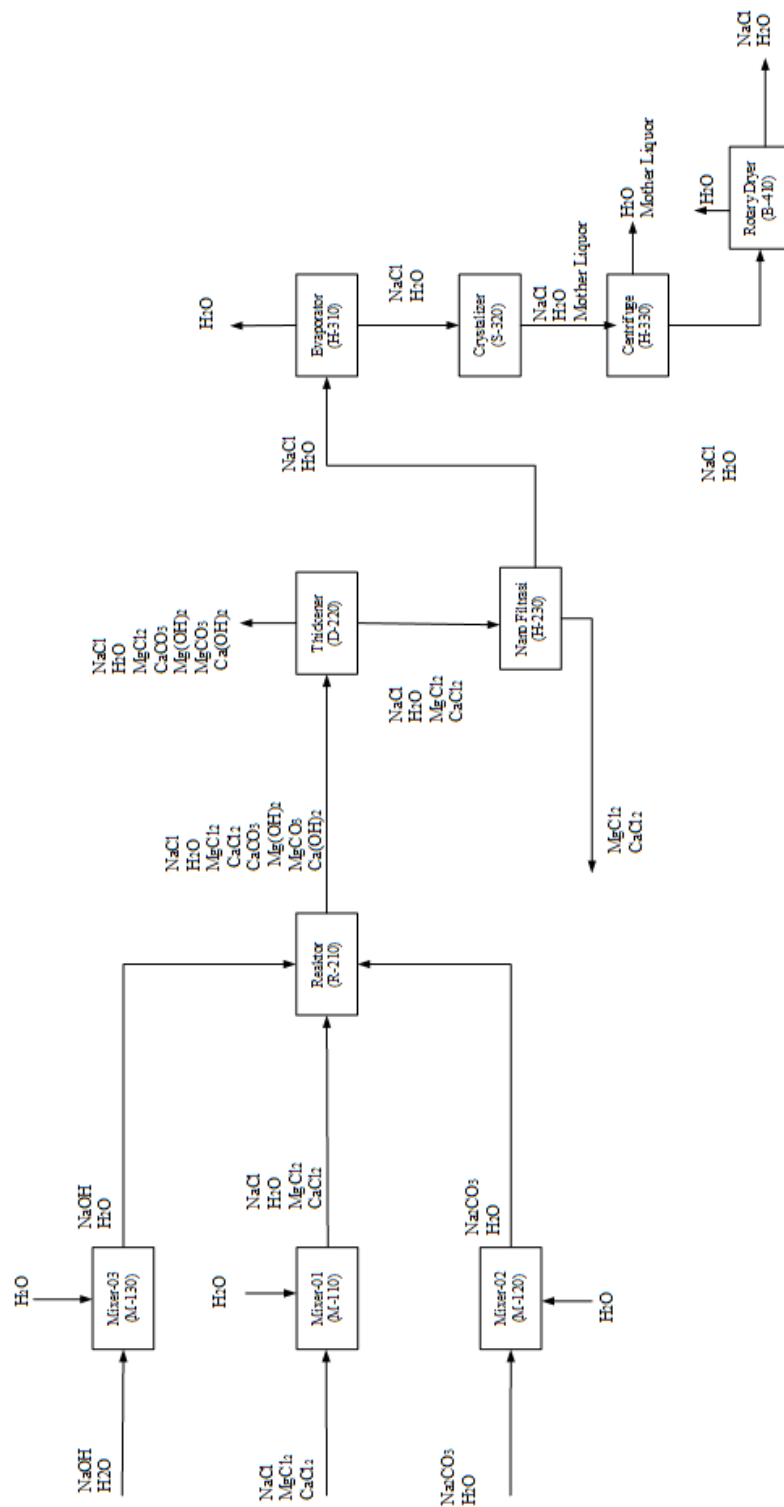
3.1.4 Tahap Pemisahan Dan Pemurnian

Kristal basah NaCl selanjutnya dipindahkan menggunakan *Screw Conveyor* (J-411) ke dalam *Rotary Dryer* (B-410). Di dalam B-410, kristal dikeringkan dengan udara panas bersuhu 70°C , yang menyebabkan air dalam kristal menguap. Setelah keluar dari B-410, kristal garam menjadi kering dengan tingkat kemurnian 99,8% NaCl, yang telah memenuhi standar garam farmasi.

Karena kristal yang keluar dari B-410 masih memiliki suhu tinggi, selanjutnya kristal dialirkan ke *Screw Conveyor* dengan *cooling jacket* (J-412). Selain berfungsi

sebagai alat transportasi, J-412 juga berperan dalam mendinginkan kristal hingga mencapai suhu 30°C. Kristal yang telah sesuai dengan spesifikasi kemudian dikirim ke *Vibrating Screen* (H-413) untuk dilakukan pemisahan berdasarkan ukuran partikel. Kristal yang tidak memenuhi ukuran yang diinginkan akan dialirkan ke *Ball Mill Screen* (C-418) untuk dihancurkan lebih lanjut sebelum dikembalikan ke H-413. Kristal yang lolos dari H-413 selanjutnya dikirim menggunakan *Bucket Elevator* (J-415) menuju silo (F-416) untuk disimpan, dikemas, dan siap untuk dipasarkan.

3.2 Diagram alir kualitatif



Gambar 2 Diagram Alir Kualitatif

3.3 Neraca Massa Dan Energi

3.3.1 Neraca Massa

Kapasitas produksi : 3.000 ton/tahun
 Basis perhitungan : 398,5484 kg/jam
 1 tahun operasi : 330 hari
 1 hari kerja : 24 jam
 Kapasitas produksi garam farmasi tiap jam:

$$\begin{aligned}
 &= 3.000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times \frac{1.000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \\
 &= 378,7879 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

Kemurnian produk:

NaCl = 99,8%

H₂O = 0,2%

a. *Mixer* NaCl

Tabel 5 Neraca Massa

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam
	1	2	7
NaCl	381,2115		381,2115
MgCl ₂	2,4311		2,4311
CaCl ₂	1,0761		1,0761
H ₂ O	13,8296	1.055,5794	1.069,4090
Total	398,5484	1.055,5794	1.454,1278
	1.454,1278		

b. *Heater*

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	7	10
NaCl	381,2115	381,2115
MgCl ₂	2,4311	2,4311
CaCl ₂	1,0761	1,0761
H ₂ O	1.069,4090	1.069,4090
Total	1.454,1278	1.454,1278

c. *Mixer* Na_2CO_3

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	3	4	8
Na ₂ CO ₃	395,3600		395,3600
H ₂ O	3,1884	782,8911	786,0795
Total	398,5458	782,8911	1.181,4395
	1.181,4395		

d. Heater

Komponen	<i>Input</i> (kg/jam)	<i>Output</i> (kg/jam)
	8	11
Na_2CO_3	395,3600	395,3600
H_2O	786,0795	786,0795
Total	1.181,4395	1.181,4395

e. *Mixer* NaOH

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	5	6	9
NaOH	390,5774		390,5774
H ₂ O	7,9710	317,5426	324,5136
Total	398,5484	317,5426	716,0910
	716,0910		

f. Heater

Komponen	<i>Input</i> (kg/jam)	<i>Output</i> (kg/jam)
	9	12
NaOH	390,5774	390,5774
H_2O	324,5136	324,5136
Total	716,0910	716,0910

g. Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)			Output (kg/jam)
	10	11	12	13
Ca(OH) ₂				0,3451
MgCO ₃				1,6659
NaCl	381,2115			382,8054
H ₂ O	1.069,4090	786,0795	325,5136	2.181,0021
CaCl ₂	1,0761			0,5994
MgCl ₂	2,4311			2,0397
NaOH			1,1635	
Na ₂ CO ₃		3,0832		
CaCO ₃				0,9335
Mg(OH) ₂				0,5764
Total	1.454,1278	789,1627	325,5136	2.569,9675
	2.569,9675			

h. Thickener

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	13	14	15
NaCl	382,8054	382,6140	0,1914
H ₂ O	2.181,0021	2.179,9116	1,0905
CaCl ₂	0,5994	0,5991	
MgCl ₂	2,0397	2,0387	0,0010
CaCO ₃	0,9335		0,9335
Ca (OH) ₂	0,3451		0,3451
MgCO ₃	1,6659		1,6659
Mg (OH) ₂	0,5764		0,5764
Total	2.569,9675	2.565,1634	4,8039
		2.569,9675	

i. Nano Filtrasi

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	14	16	17
NaCl	382,6140	382,6140	
H ₂ O	2.179,9116	2.179,9116	

CaCl ₂	0,5991		0,5991
MgCl ₂	2,0387		2,0387
Total	2.565,1634	2.562,5256	2,6378
		2.565,1634	

j. Evaporator

Komponen	<i>Input (kg/jam)</i>	<i>Output (kg/jam)</i>	
	16	19	18
NaCl	382,6140		382,6140
H ₂ O	2.179,9116	47,4117	2.132,4998
Total	2.562,5256	47,4117	2.515,1138
		2.562,5256	

k. Kristalizer

Komponen	<i>Input (kg/jam)</i>	<i>Output (kg/jam)</i>
	18	20
NaCl (s)	382,6140	378,7879
H ₂ O	2.132,4998	2.132,4998
NaCl (l)		3,8261
Total	2.515,1138	2.515,1138

l. Centrifuge

Komponen	<i>Input (kg/jam)</i>	<i>Output (kg/jam)</i>	
	20	21	22
NaCl	378,7879		378,7879
H ₂ O	2.132,4998	1.893,9392	238,5606
NaCl (l)	3,8261	3,8261	
Total	2.515,1138	1.897,7654	617,3484
		2.515,1138	

m. Rotary Dryer

Komponen	<i>Input (kg/jam)</i>	<i>Output (kg/jam)</i>	
	22	23	24

NaCl	378,7879	378,7879	
H ₂ O	617,3484	0,6173	616,7311
Total	996,1363	379,5035	616,7311
		996,1363	

3.3.2 Neraca Panas

Kapasitas produksi : 3.000 ton/tahun

Basis : 1 jam operasi

$T_{reference}$: 25°C (298,15 K)

a. Reaktor

Tabel 6 Neraca Energi

Input	kj/jam	Output	kj/jam
Panas larutan dari mixer (Q _{in})	6.114.534,23	Panas larutan keluar (Q _{out})	9.739,4
ΔH_{RX}	-665,6	Q _{cw}	6.104.129,2
Total	6.113.868,626		6.113.868,626

b. Heater

Input	kj/jam	Output	kj/jam
Panas larutan masuk	25.081,07	Panas larutan keluar	326.053,960 2
Beban panas	300.972,8863		
Total	326.053,9602		326.053,960 2

c. Heater

Input	kj/jam	Output	kj/jam
Panas larutan masuk	18.863,39	Panas larutan keluar	245.224,0533
Beban panas	226.360,6646		
Total	245.224,0533		245.224,0533

d. Heater

Input	kj/jam	Output	kj/jam
Panas larutan masuk	11.038,18	Panas larutan keluar	269.061,156 2
Beban panas	258.022,9748		
Total	269.061,1562		269.061,156 2

e. Evaporator

Input	kj/jam	Output	kj/jam
Panas larutan dari reaktor	9.663,4376	Panas uap keluar	116.766,3764
Panas steam	116.660,7455	Panas larutan keluar	9.557,8067
Total	126.324,1831		126.324,1831

f. Kristalizer

Input	kj/jam	Output	kj/jam
Panas larutan dari evaporator (Q3)	9.557,8067	Panas larutan keluar kristallizer (Q4)	9.252,8995
Air pendingin (Qcw in)	63.732,6280	Air pendingin (Qcw out)	95.598,9420
Panas kristalisasi (ΔH_s)	31.561,4068		
Total	104.851,84		104,851,84

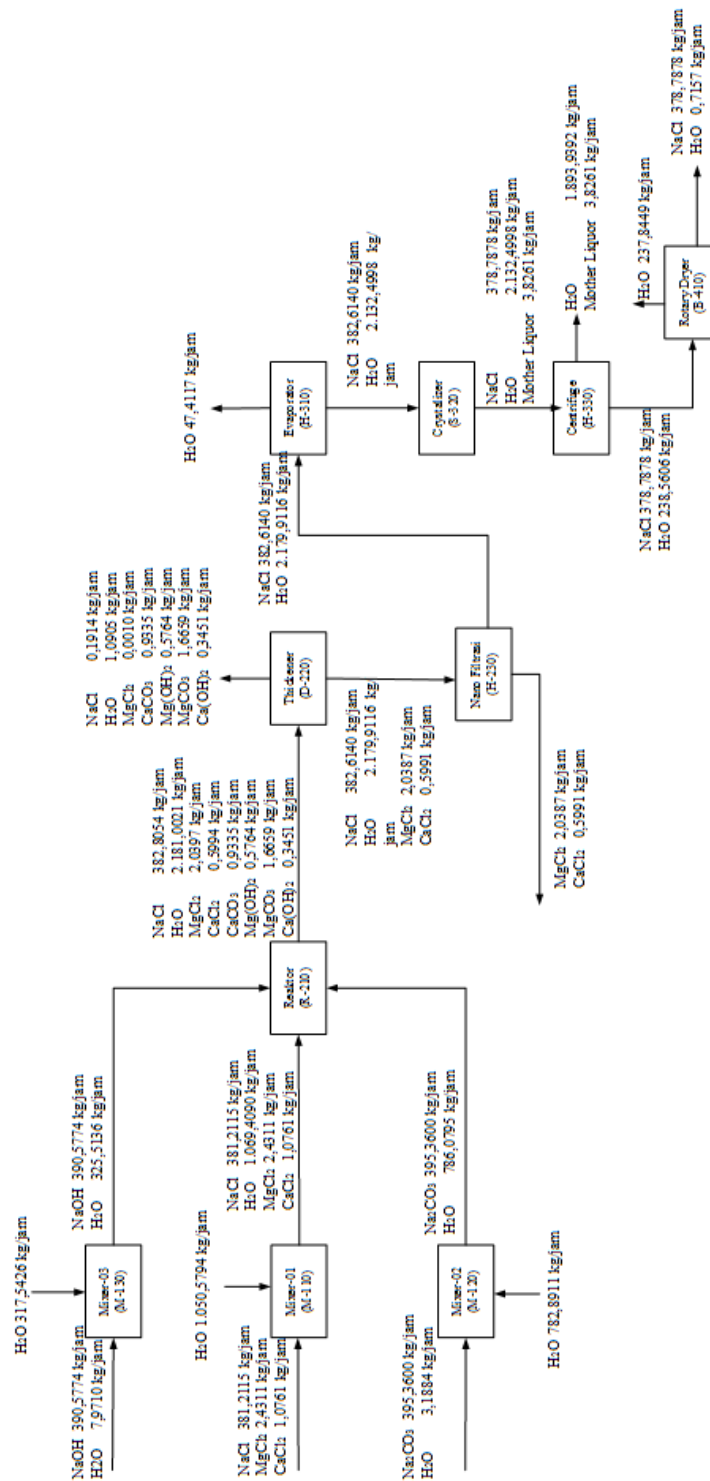
g. Rotary Dryer

Input	kj/jam	Output	Q (kj/jam)
Panas feed kristal masuk (Q4)	495,7222	Panas Produk Kristal (Q7)	17.168,74
Panas udara masuk	752.707,9402	Panas Udara Keluar	341.347,81
		Panas Laten	510,3517
		Losses	394.176,76
Total	753,203,66		753.203,66

h. Screw Conveyor

Input	kJ/jam	Output	kJ/jam
Panas Kristal NaCl dari RD (Q7)	17.168,74	Panas Produk Akhir (Q8)	375,1745
		Q Pendingin	16.793,5635
Total	17.168,74		17168.74

3.4 Diagram alir kuantitatif



Gambar 3 Diagram Alir Kuantitatif

3.5 Spesifikasi alat proses

3.5.1 Gudang penyimpanan

Tabel 7 Spesifikasi Alat Proses

Nama		Gudang penyimpanan NaCl	Gudang penyimpanan Na_2CO_3	Gudang penyimpanan NaOH
Kode		F-111	F-121	F-131
Fungsi		Menyimpan bahan baku garam rakyat	Menyimpan bahan baku natrium karbonat	Menyimpan bahan baku natrium hidroksida
Tipe		<i>Housing</i>	<i>Housing</i>	<i>Housing</i>
Bahan Konstruksi		Beton bertulang	Beton bertulang	Beton bertulang
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Kapasitas		398,548 kg/jam	398,548 kg/jam	398,548 kg/jam
Volume		69,746 m ³	83,6952 m ³	71,5343 m ³
Tinggi		3 m	4 m	4,5 m
Panjang		5 m	5,5 m	4 m
Lebar		5 m	4 m	4 m
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit

3.5.2 Belt Conveyor

Nama	<i>Belt Conveyor</i>	<i>Belt Conveyor</i>	<i>Belt Conveyor</i>
Kode	J-112	J-122	J-132
Fungsi	Memindahkan bahan baku garam industri dari Gudang (F-111) ke Mixer (M-110)	Memindahkan bahan baku Natrium Karbonat (Na_2CO_3) dari Gudang (F-121) ke Mixer (M-120)	Memindahkan bahan baku Natrium Hidroksida (NaOH) dari Gudang (F-131) ke Mixer (M-130)
Tipe	<i>Troughed Belt with Rolls of Equal Length</i>	<i>Troughed Belt with Rolls of Equal Length</i>	<i>Troughed Belt with Rolls of Equal Length</i>
Bahan Konstruksi	Baja struktural (SS400) untuk frame dan	Baja struktural (SS400)	Baja struktural (SS400)

		Karet (rubber) untuk sabuk	untuk frame dan Karet (rubber) untuk sabuk	untuk frame dan Karet (rubber) untuk sabuk
Kapasitas		398,548 kg/jam	398,548 kg/jam	398,548 kg/jam
Tinggi	<i>Width</i>	0,3556 m	0,3556 m	0,3556 m
	<i>Trough width</i>	0,2286 m	0,2286 m	0,2286 m
	<i>Skirt seal</i>	0,0508 m	0,0508 m	0,0508 m
	<i>Belt speed</i>	100 ft/min	100 ft/mi n	100 ft/min
	Panjang	10,67 m	10,67 m	10,67 m
	Sudut elevasi	5.7106	5.7106	5.7106
Power		2 Hp	2 Hp	2 Hp
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit

40

[illegible]

Nama		Pompa 9	Pompa 10	Pompa 11	Pompa 12	Pompa 13	Pompa 14
Kode		L-213	L-221	L-231	L-331	L-321	L-331
Fungsi		Memompa larutan NaOH dari E-137 ke R-210	Memompa larutan dari R-210 ke D-220	Memompa larutan dari D-220 ke H-230	Memompa larutan dari H-230 ke H-310	Memompa larutan dari H-310 ke S-320	Memompa larutan NaCl dari S-320 ke H-330
Tipe		<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan Konstruksi		<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>
Kondisi Operasi	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar	2 bar
Diameter Outside		1,315 in	1,660 in	1,315 in	1,315 in	1,315 in	1,315 in
Diameter Inside		1,049 in	1,380 in	1,049 in	1,049 in	1,049 in	1,049 in
NPS		1 in	1 ¼ in	1 in	1 in	1 in	1 in
Schedule number		40	40	40	40	40	40
Daya Pompa		1 Hp	0,75 Hp	3 Hp	0,5 Hp	1 Hp	0,25 Hp
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit

3.5.4 Hopper

Nama	Hopper	
Kode	E-117, E-127, dan E-137	
Fungsi	Menaikkan suhu larutan yang keluar M-110 dari 30 C ke 90 C agar siap dioperasikan di reaktor	
Tipe	Shell and tube heat exchanger	
Bahan Konstruksi	Stainless Steel 316L (SS 316L)	
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	P masuk	1 atm
	P keluar	2 bar
Laju alir massa	398,548 kg/jam	
Waktu tinggal	4 jam	
Diameter silinder	0,8709 m	
Diameter bukaan	0,2 m	
Tinggi hopper	1,6414 m	
Tebal dinding tangki	0,1875 in	
Tebal head tangki	0,1875 in	
Sudut konis	45°	
Jenis sambungan	Double welded butt joint	
Tipe support	Lug support	
Jumlah lug	4	
Longitudinal stress	50,4496 Psi	
Circumferential stress	145,9520 Psi	
Jumla	1 buah	

3.5.5 Mixer

Nama	Mixer 1	Mixer 2	Mixer 3
Kode	M-110	M-120	M-130
Fungsi	Melarutkan Kristal garam rakyat (NaCl) dengan air proses	Melarutkan Kristal natrium karbonat (Na_2CO_3) dengan air proses	Melarutkan Kristal natrium hidroksida (NaOH) dengan air proses
Tipe	Continouse Stirred Tank	Continouse Stirred Tank	Continouse Stirred Tank
Bahan Konstruksi	Baja Stainless	Baja Stainless	Baja Stainless

		Steel (SS 316)	Steel (SS 316)	Steel (SS 316)
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Kapasitas		9,3264 ft ³	6,9725 ft ³	9,4282 ft ³
Dimensi Shell	Diameter shell	0,5362 m	0,4842 m	0,5354 m
	Tinggi shell	1,0725 m	0,9684 m	1,0708 m
	Tebal shell	1/3 in	1/3 in	1/3 in
	Tebal tutup atas	1/4 in	1/4 in	1/4 in
	Tebal tutup bawah	1/4 in	1/4 in	1/4 in
Sistem pengaduk	Impeller	2 buah	2 buah	2 buah
	Diameter impeller	0,1787 m	0,1614 m	0,1784 m
	Panjang blade	0,0446 m	0,0403 m	0,0446 m
	Tinggi pengaduk	0,5362 m	0,4842 m	0,5354 m
Power motor		0,25 Hp	0,25 Hp	0.25 HP
Luas permukaan pengangga		0,006 m ²	0,006 m ²	0,006 m ²
Jenis penyangga		Channels	Channels	Channels
Jumlah penyangga		3 buah	3 buah	3 buah
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit

3.5.6 Heater

Nama	Heater 1	Heater 2	Heater 3
Kode	E-117	E-127	E-137
Fungsi	Menaikkan suhu larutan yang keluar M-110 dari 30 C ke 90 C agar siap dioperasikan di reaktor	Menaikkan suhu larutan yang keluar M-120 dari 30 C ke 90 C agar siap dioperasikan di reaktor	Menaikkan suhu larutan yang keluar M-130 dari 30 C ke 90 C agar siap dioperasikan di reaktor

Tipe		Shell and tube heat exchanger	Shell and tube heat exchanger	Shell and tube heat exchanger
Bahan Konstruksi		<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	P masuk	1 atm	1 atm	1 atm
	P keluar	2 bar	2 bar	2 bar
Luas perpindahan panas		3,8358 m ²	2,8849 m ²	3,2883 m ²
Diameter luar		0,75 in	0,75 in	0,75 in
Diameter dalam shell		8 in	8 in	8 in
Panjang tube		8 ft	8 ft	8 ft
Jumlah tube		30 buah	24 buah	30 buah
Pass tube		2 pass	2 pass	2 pass
Pitch		1 in (triangular pitch)	1 in (triangular pitch)	1 in (triangular pitch)
Daya pompa		0,25 Hp	0,25 Hp	0,25 Hp
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit

3.5.7 Reaktor

Nama		Reaktor
Kode		R-210
Fungsi		Menghilangkan impuritas dari garam
Tipe		<i>Continuous Stirred-Tank Reactor</i>
Bahan Konstruksi		<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Dimensi reaktor	Waktu reaksi	60 menit
	Diameter	5,217 m
	Tinggi	12,205 m
	Kapasitas	167,1 m ³
	Tinggi shell	10,434 m
	Tebal shell	0,50 in
	Tebal tutup (atas&bawah)	3/4 in
	Tinggi tutup (atas&bawah)	0,886 m
Dimensi pengaduk	Tipe	Dipilih pengaduk tipe <i>Flat Blade Turbine</i> dengan jumlah blade 6
	Diameter	1,738 m

	Jarak impeller ke dasar	1,738 m
	Tebal blade	0,043 m
	Panjang blade	0,434 m
	Jumlah impeller	1 buah
Dimensi jaket pendingin	Diameter dalam jaket	0,03 m
	Tinggi jaket	11,32 m
	Luas heat transfer	113,486 ft ²
Power		57 Hp
Jumlah		1 unit

3.5.8 Thickener

Nama		Thickener
Kode		D-220
Fungsi		Memisahkan padatan (CaCO_3 , Mg(OH)_2 , Ca(OH)_2 , MgCO_3)
Tipe		Gravity Clarifier–Thickener
Bahan Konstruksi		Baja Stainless Steel (SS 316)
Kondisi Operasi	Suhu	110°C
	Tekanan	1 atm
Diameter		2 m
Tinggi silinder		2 m
Tinggi konus		0,8 m
Sudut konus		50°C
Area pengendapan		3,14 m ²
Volume kerja		9,42 m ²
Retention time		1 jam
Ratio H/D		1,5

3.5.9 Nano Filtrasi

Nama		Nano Filtrasi
Kode		H-230
Fungsi		Memisahkan NaCl yang masih terdapat CaCl_2 dan MgCl_2 sehingga lebih murni.
Tipe		Monovalent-Permselective
Bahan Konstruksi		Baja Stainless Steel (SS 316)

Kondisi Operasi		Suhu	30 °C
		Tekanan	5 bar
Ukuran Partikel	Na ⁺	0,66-0,72 nm	
	Cl ⁻	0,54-0,58 nm	
	Mg ²⁺	0,86-0,88 nm	
	Ca ²⁺	0,82-0,86 nm	
Ukuran membran		0,80 nm	
Laju alir produk (permeat)		2,5652 m ³ /h	
Laju alir umpan		3,4202 m ³ /h	
Laju alir konsentrat (reject)		0,8551 m ³ /h	
Recovery rate		75 %	
Flux desain		20 L/m ² h	
Luas membran		85,5 m ²	
Jumlah elemen NF (8-in)		2,3 elemen	
Konfigurasi sistem		1 vessel	
Tekanan operasi		8 bar	
Daya pompa terpasang		2,3 Hp	
Jumlah		1 unit	

3.5.10 Evaporator

Nama		Evaporator
Kode		H-310
Fungsi		Mengurangi kadar air dalam larutan garam untuk mendapatkan NaCl dengan derajat kemurnian yang lebih tinggi.
Tipe		<i>Standart Vertical Tube Evaporator (calandria)</i> , tutup atas dan bawah berbentuk <i>Torispherical Dished</i>
Bahan Konstruksi		<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>
Kondisi Operasi	Suhu	85°C
	Tekanan	1 atm
Shell	Diameter evaporator	2,4384 m
	Diameter centerwall	2,4384 m
	Tinggi shell	3,6576 m
	Tebal shell	1/4 in
	ID shell	7/8 in
	Tebal tutup	1/4 in

	bawah&atas	
Tube	OD	1 in
	BWG	16
	ID	0,870 in
	Flow area per-tube	0,594 in ²
	Surface per lin ft	0,262 ft ²
	Pitch	1 ¼ in (<i>square pitch</i>)
	Panjang tube	12 ft
	Jumlah tube	20 buah
Jumlah		1 unit

3.5.11 Kristalizer

Nama		Kristalizer
Kode		S-320
Fungsi		Mengubah larutan garam menjadi kristal NaCl
Tipe		<i>Swenson-Walker Crystallizer</i>
Bahan Konstruksi		Baja Stainless Steel (SS 316)
Kondisi Operasi	Suhu umpan masuk	116°C
	Suhu umpan keluar	40°C
	Suhu air pendingin	30°C
	Tekanan	1 bar
Waktu operasi		1 jam
Kapasitas		113,65 cuft
Diameter		2,8829 m
Panjang		3,4195 m
Luas cooling area		155,191 ft ² /ft ³
Jumlah		2 buah (secara paralel, 1 buah <i>standby running</i>)
Power		2 Hp
Diameter	Nozzle dalam	0,336 m
	Nozzle luar	0,375 m
Penyangga	Luas permukaan	0,0028 m ²

	penyangga	
	Tinggi penyangga	3,2337 m
	Jenis penyangga	Channels
	Jumlah penyangga	4 buah
Manhole	Diameter manhole	0,508 m
	Ketebalan cover plate	1/3 in
	Bolting-flange thickness after finishing	1/4 in

3.5.12 Centrifuge

Nama		Centrifuge
Kode		H-330
Fungsi		Untuk memisahkan antara Kristal NaCl dan <i>mother liquor</i> .
Tipe		<i>Disk Bowls Centrifuge (Automatic Continous Dish Cake)</i>
Bahan Konstruksi		<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Kapasitas Centrifuge		9,92 gpm
Kapasitas Maksimum		50 gpm
Diameter Bowl		13 in
Kecepatan		7.500 rpm
Centrifuge Force		10.400 lbf/ft ²
Power		6 Hp
Jumlah		1 buah

3.5.13 Screw Conveyor

Nama		<i>Screw Conveyor</i>	<i>Screw Conveyor</i>	<i>Screw Conveyor</i>	<i>Screw Conveyor</i>	<i>Screw Conveyor</i>
Kode		J-411	J-412	J-414	J-417	J-419
Fungsi		Mengangkut kristal NaCl basah menuju rotary dryer	Mengangkut kristal NaCl ke VC-01	Mengangkut bongkahan kristal NaCl dari VC-01 ke BM-01	Mengangkut kristal NaCl dari BM-1 kembali ke VC-01	Mengangkut kristal halus NaCl ke BC-01
Tipe						
Bahan Konstruksi		<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C	30°C	30°C
	P	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Kapasitas		0,7408 ton/jam	0,7399 ton/jam	0,1109 ton/jam	5 ton/jam	0,7399 ton/jam
Kecepatan		40 rpm	40 rpm	40 rpm	40 rpm	40 rpm
Panjang		4,572 m	4,572 m	4,572 m	4,572 m	4,572 m
Diameter		9 in	9 in	9 in	9 in	9 in
Diameter Pipa		2,5 in	2,5 in	2,5 in	2,5 in	2,5 in
Max kapasitas torque		7600 in-lb	7600 in-lb	7600 in-lb	7600 in-lb	7600 in-lb
Daya Motor		1,5 Hp	1,5 Hp	0,5 Hp	0,5 Hp	1,5 Hp
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit	1 unit	1 unit

3.5.14 Rotary Dryer

Nama		Rotary Dryer
Kode		B-410
Fungsi		Mengeringkan kristal NaCl dengan udara panas
Tipe		<i>Single Shell Direct Rotary Dryer</i>
Bahan Konstruksi		Baja Stainless Steel (SS 316)
Kondisi Operasi	Suhu udara masuk	70°C
	Suhu umpan masuk	40°C
	Suhu umpan keluar	70°C
	Tekanan	1 atm

Kapasitas	1.361,25 lb/jam
Diameter	2,5189 m
Panjang	12,5946 m
Slope	0,039 ft/ft
Putaran	4,8 Rpm
Kecepatan Udara	3.686,7 lb/jam ft ²
Kecepatan Putaran	75
Time of Passage	8,090 menit
Jumlah Flight	3 buah
Tinggi Radial Flight	0,2561 ft ²
Power	10 Hp
Jumlah	1 buah

3.5.15 *Vibrating Screen*

Nama	<i>Vibrating Screen</i>	
Kode	H-413	
Fungsi	Menyaring kristal NaCl	
Tipe	<i>Double-row Angular Contact</i>	
Bahan Konstruksi	SS 304	
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Kapasitas	378,7878 kg/jam	
Lebar	0,3 m	
Panjang	1,5 m	
Luas Permukaan	0,45 m	
Jumlah	1 buah	

3.5.16 **Ball Mill**

Nama	<i>Ball Mill</i>	
Kode	C-418	
Fungsi	Menggerus kristal NaCl yang ukurannya belum sesuai	
Tipe	<i>Dry Ball Mill</i>	
Bahan Konstruksi	Baja Karbon dengan Liner Baja Manganese	
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Kapasitas	56,8181 kg/jam	
Diameter mill	0,20 m	
Panjang mill	0,3 m	

Volume mill	0,7 m ³
Kecepatan kritis	94 rpm
Kecepatan operasi	65 rpm
Berat bola	1,69 ton
Ukuran produk	0,841 mm
Daya motor	1 kW

3.5.17 Bucket Elevator

Nama		<i>Bucket Elevator</i>	<i>Bucket Elevator</i>	<i>Bucket Elevator</i>	<i>Bucket Elevator</i>
Kode		J-113	J-123	J-133	J-415
Fungsi		Mengangkut NaCl dari F-111 ke E-117	Mengangkut Na ₂ CO ₃ dari F-121 ke E-127	Mengangkut NaOH dari F-131 ke E-137	Mengangkut produk garam farmasi ke silo
Tipe		<i>Centrifugal-discharge spaced buckets</i>	<i>Centrifugal-discharge spaced buckets</i>	<i>Centrifugal-discharge spaced buckets</i>	<i>Centrifugal-discharge spaced buckets</i>
Bahan Konstruksi		<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>	<i>Stainless Steel 316L (SS 316L)</i>
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Kapasitas		398,548 kg/jam	398,548 kg/jam	398,548 kg/jam	378,7878 kg/jam
Lebar <i>Bucket</i>		0,1 m	0,1 m	0,1 m	0,15 m
Kedalaman <i>Bucket</i>		0,09 m	0,09 m	0,09 m	0,12 m
Volume per <i>Bucket</i>		0,0009 m ³	0,0009 m ³	0,0009 m ³	0,0027 m ³
Kapaitas per <i>Bucket</i>		0,648 kg/bucket	0,648 kg/bucket	0,648 kg/bucket	1,944 kg/bucket
Faktor Pengisipan		60 %	60 %	60 %	60%
Kecepatan Putaran <i>Pulley</i>		140 rpm	140 rpm	140 rpm	140 rpm
Jarak Antar <i>Bucket</i>		0,6 m	0,6 m	0,6 m	0,6 m
Power		0,5 Hp	0,5 Hp	0,5 Hp	2 Hp
Jumlah		1 buah	1 buah	1 buah	1 buah

3.5.18 Silo Garam Farmasi

Nama		Silo
Kode		F-416
Fungsi		Menyimpan kristal garam farmasi sebelum dipacking
Tipe		<i>cylindrical silo (vertical) dengan conical bottom</i>
Bahan Konstruksi		Stainless Steel SS 304
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Volume		74,8663 m ³
Diameter		3,6 m
Tinggi <i>Cylinder</i>		7,812 m
<i>Angel Cone</i>		30°C
Tinggi <i>Cone</i>		1,2 m
Tebal <i>Shell</i>		0,006 m
Tebal <i>Bottom</i>		0,008 m
Jumlah		1 buah