

BAB III

URAIAN PROSES

3.1 Uraian Proses

3.1.1 Persiapan Bahan Baku

Garam industri yang berasal dari Tuban adalah bahan baku utama dalam produksi garam farmasi. Pada tahapan awal proses tersebut akan melibatkan perubahan bentuk natrium karbonat dan garam industri menjadi fase cair. Garam industri ini harus disimpan dalam gudang penyimpanan dengan tekanan 1 atm dan pada suhu 30°C yang kemudian diangkut ke unit pencampuran (M-110). Menurut spesifikasi teknisnya, pelarutan tersebut dijalankan dengan memastikan perbandingan massa air terhadap bahan baku yaitu NaCl dengan perbandingan 3:1 dan untuk Na₂CO₃ perbandingannya 1:1. Rasio ini adalah titik maksimum untuk memastikan bahwa garam terlarut sempurna tetapi harus mendekati kondisi jenuh. Untuk melarutkan garam ini, air proses dapat dialirkan menuju mixer (M-110).

Selain itu, natrium karbonat yang harus disimpan dalam gudang penyimpanan pada kondisi tekanan 1 atm dan suhu 30°C, dipindahkan ke Mixer (M-120) untuk memproses pelarutan juga harus menggunakan perbandingan 2:1, sedangkan sodium hidroksida (NaOH) dialirkan ke Mixer (M-130) untuk memproses pelarutan sebelum dimasukkan ke dalam tahapan reaksi selanjutnya. Proses pelarutan dijalankan dengan cara menambahkan air proses. Semua tahapan pelarutan tersebut berlangsung pada tekanan lingkungan dan kondisi suhu yang memiliki tujuan untuk mengubah natrium karbonat, garam industri, dan juga sodium hidroksida menjadi larutan. Dengan begitu, bahan baku bisa memenuhi kondisi yang ada untuk reaksi di dalam reaktor..

3.1.2 Pembuatan *Pure Brine*

Pada tahapan ini memiliki tujuan untuk mendapatkan larutan garam yang murni (NaCl) tanpa disertai senyawa pengotor. Larutan garam dari Mixer (M-110) dan larutan natrium karbonat (Na₂CO₃) dari Mixer (M-120) setelah itu digabungkan dengan larutan natrium hidroksida (NaOH) yang berasal dari Mixer (M-130). Pada proses pencampuran ini terjadi di dalam Reaktor (R-210).

Reaktor yang dipakai merupakan *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) atau *Mixed Flow Reactor*, yang disertai dengan pengaduk karena reaksi terjadi pada saat fase cair. Proses pencampuran ini terjadi pada tekanan 1 atm dan suhu 110°C dengan waktu tinggal 60 menit. Proses tersebut memiliki tujuan untuk mengeliminasi kotoran dalam garam, terutama magnesium klorida (MgCl_2) dan kalsium klorida (CaCl_2), dengan mengendapkannya dalam bentuk magnesium karbonat (MgCO_3), kalsium karbonat (CaCO_3), magnesium hidroksida (Mg(OH)_2), dan kalsium klorida (Ca(OH)_2).

Reaksi yang terjadi dalam reaktor (R-210) adalah sebagai berikut:

- a. Reaksi 1: $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$
- b. Reaksi 2: $\text{CaCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + 2\text{NaCl}$
- c. Reaksi 3: $\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg(OH)}_2 + 2\text{NaCl}$
- d. Reaksi 4: $\text{MgCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MgCO}_3 + 2\text{NaCl}$

Larutan hasil reaksi dikeluarkan dari R-210 secara berkesinambungan, sehingga waktu reaksi tergantung pada saat waktu tinggal larutan di dalam reaktor. Hasil dari reaktor selanjutnya dialirkan ke *Thickener* (D-220) untuk menyisihkan padatan hasil reaksi dari larutan, sehingga didapatkan larutan garam dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi. Padatan yang sudah terpisah, disebut dengan *sludge*, menjadi hasil *underflow* dari D-220 dan merupakan salah satu produk samping dari proses ini. Pengendapan CaCO_3 dengan padatan lainnya memberikan keuntungan tambahan, yakni mencegah terjadinya pembentukan kerak dalam sistem. Harapannya kandungan padatan di dalam larutan mendekati nol.

Larutan yang keluar dari D-220 masih memiliki kandungan garam selain NaCl , seperti MgCl_2 dan CaCl_2 , serta beberapa jumlah kecil logam berat dalam skala ppm. Larutan tersebut selanjutnya dialirkan ke membran nanofiltrasi (H-230). Prinsip kerja membran tersebut yaitu memisahkan garam monovalen (NaCl) dari garam divalen (MgCl_2 dan CaCl_2) serta logam berat. Dalam proses tersebut, garam monovalen akan melalui membran sebagai permeat, namun logam berat dan garam divalen tertahan sebagai retentate. Harapannya semua garam divalen bisa terpisah, sehingga larutan yang keluar dari H-230

adalah larutan NaCl yang memiliki kemurnian tinggi, yang sering disebut sebagai *pure brine*.

3.1.3 Pembuatan Garam Farmasi

Tahapan selanjutnya larutan *pure brine* dialirkan ke dalam *Single Effect Evaporator* (H-310) untuk menjalani proses pemekatan sampai mencapai kondisi *saturated brine*. Proses tersebut terjadi pada suhu operasi 110°C, dengan sumber panas yang berasal dari steam yang sudah disuplai oleh unit utilitas.

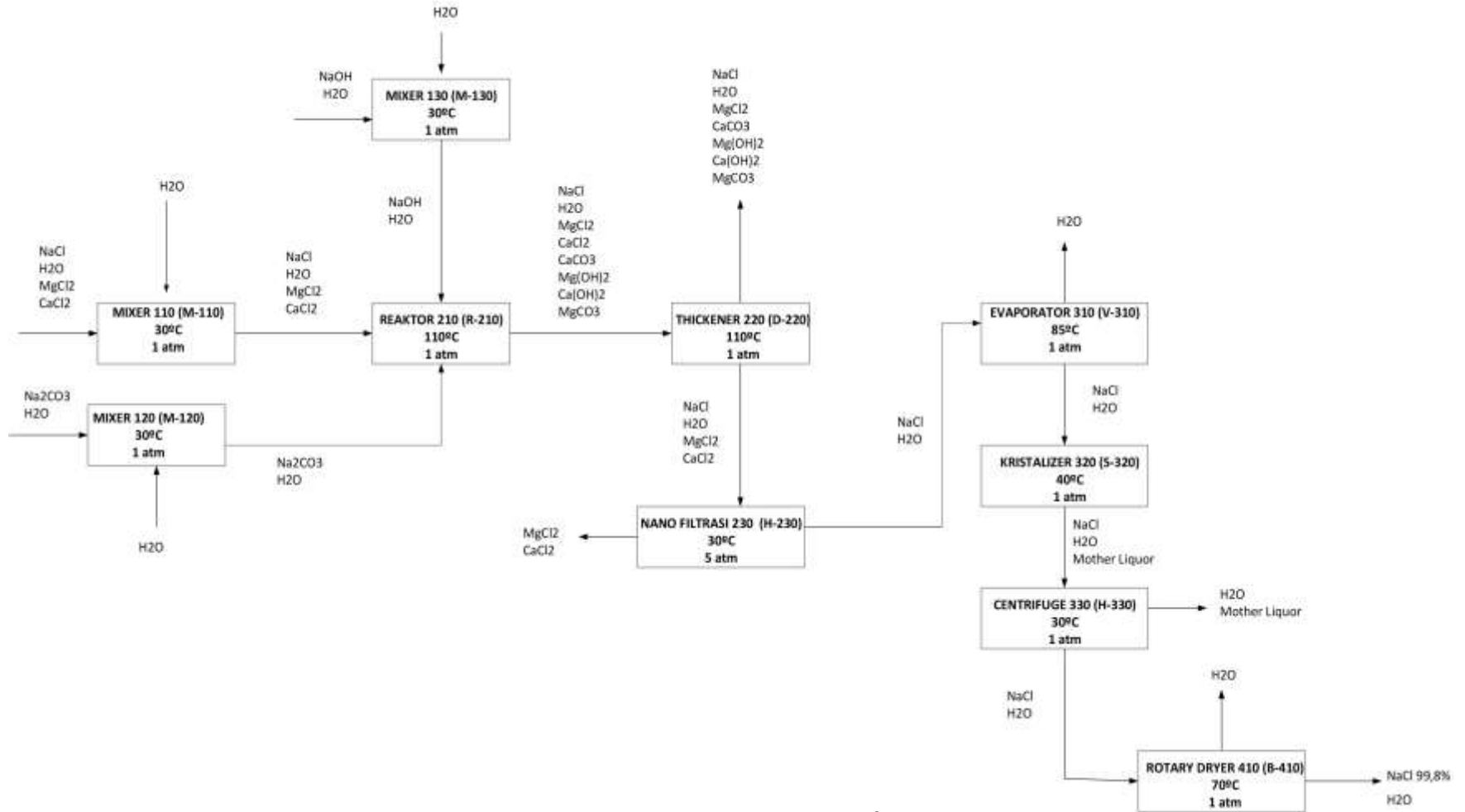
Sesudah melewati evaporator, larutan garam yang sudah mencapai kejenuhan dipompa menuju *Crystallizer* (S-320) untuk membentuk *mother liquor* serta kristal natrium klorida (NaCl). Produk yang keluar dari S-320 memiliki bentuk magma dan pada suhu sekitar 40°C, yakni campuran antara larutan induk yang tersisa dan kristal NaCl. Kemudian, campuran ini dialirkan ke *Centrifuge* (H-330) untuk memisahkan kristal NaCl dari *mother liquor*. Cairan *mother liquor* yang sudah terpisah selanjutnya dikirim ke unit pengolahan limbah untuk penanganan lebih lanjut.

3.1.4 Pemisahan dan Pemurnian

Kristal basah NaCl kemudian dipindahkan menuju *Rotary Dryer* (B-410) untuk tahapan proses pengeringan. Dalam B-410, kristal dikeringkan pada udara panas yang masuk dengan suhu 70°C, sehingga air yang masih terkandung di dalam kristal menguap. Sesudah keluar dari B-410, kristal garam akan kering pada tingkat kemurnian 99,8% NaCl, yang kemudian memenuhi standar kualitas garam farmasi. Karena suhu kristal yang sudah keluar dari B-410 masih tinggi, produk selanjutnya dialirkan melalui *Screw Conveyor* dengan *cooling jacket* (J-421). Selain memiliki fungsi sebagai alat transportasi, J-421 juga memiliki peran di dalam proses pendinginan hingga suhu kristal menurun sampai 30°C.

Kristal yang sudah memenuhi spesifikasi selanjutnya diteruskan ke *Vibrating Screen* (H-431) untuk dilakukan proses pemisahan berdasarkan dari ukuran partikel. Kristal yang tidak lolos dari ayakan kemudian dialirkan ke *Ball Mill Screen* (C-481) untuk dileburkan kembali, selanjutnya hasilnya akan dikembalikan ke H-431 untuk disaring ulang. Kristal yang lolos pada tahapan penyaringan H-431 akan dipindahkan menggunakan *Bucket Elevator* (J-451) menuju silo penyimpanan garam farmasi (F-461). Dari tahapan inilah, produk siap untuk dikemas, disimpan, dan kemudian dipasarkan.

3.2 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 2. Diagram Kualitatif

3.3 Neraca Massa dan Energi

Kapasitas Produksi : 2000 ton/tahun

Basis Perhitungan : 265,699 kg/jam

1 Tahun Operasi: 330 hari/tahun

1 Hari Kerja : 24 jam

Kapasitas Produksi Garam Farmasi tiap jam:

$$= 2000 \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}}$$

$$= 252,5253 \text{ kg/jam}$$

Kemurnian garam farmasi:

$$= 99\% \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= 99\% \times 252,5253$$

$$= 250$$

3.3.1 Neraca Massa

Tabel 8. Neraca Massa

MIXER 1 (NaCl)

Komponen	Input		Output
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaCl	254,1410935		254,1410935
H ₂ O	9,2197553	703,7197446	712,9394999
CaCl ₂	0,7173873		0,7173873
MgCl ₂	1,6207639		1,6207639
Total	265,699	703,7197446	969,419
	969,419		

HEATER 1 (NaCl)

Komponen	Input	Output
	Arus 3	Arus 4
NaCl	254,1410935	254,1410935
H ₂ O	9,2197553	9,2197553
CaCl ₂	0,7173873	0,7173873
MgCl ₂	1,6207639	1,6207639
Total	969,419	969,419

MIXER 2 (Na₂CO₃)

Komponen	Input		Output
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
Na ₂ CO ₃	263,573408		263,573408
H ₂ O	2,125592	521,9275406	524,0531326
Total	265,699	521,9275406	787,627
	787,627		

HEATER 2 (Na₂CO₃)

Komponen	Input	Output
	Arus 6	Arus 7
Na ₂ CO ₃	263,573408	263,573408
H ₂ O	524,0531326	524,0531326
Total	787,627	787,627

MIXER 3 (NaOH)

Komponen	Input		Output
	Arus 7	Arus 8	Arus 9
NaOH	260,38502		260,38502
H ₂ O	5,31398	211,6951382	217,0091182
Total	265,699	211,6951382	477,394
	477,394		

HEATER 3 (NaOH)

Komponen	Input	Output
	Arus 9	Arus 10
NaOH	260,38502	260,38502
H ₂ O	217,0091182	217,0091182
Total	477,394	477,394

REAKTOR CSTR

Komponen	Input			Output
	Arus 10	Arus 11	Arus 12	Arus 13
NaCl	254,14140935			255,203659
MgCl ₂	1,6207639			1,359820912
CaCl ₂	0,7173873			0,39958473
CaCO ₃				0,6223513
Mg(OH) ₂				0,38425839
NaOH			0,775639388	
Na ₂ CO ₃		2,055444378		
Ca(OH) ₂				0,23006292
MgCO ₃				1,11062136
H ₂ O	712,9394999	524,0531326	217,0091182	1454,001751
Total	969,4187446	526,108577	217,7847576	1713,312
	1713,312			

THICKENER

Komponen	Input	Output	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15
NaCl	255,2036589	255,076057	0,127601829
H ₂ O	1454,001751	1453,27475	0,727000875
CaCl ₂	0,399584726	0,399384934	
MgCl ₂	1,359820912	1,359141002	0,00067991
CaCO ₃	0,62235129		0,62235129
Mg(OH) ₂	0,384258391		0,384258391
Ca(OH) ₂	0,230062921		0,230062921
MgCO ₃	1,110621357		1,110621357
Total	1713,312	1710,109333	3,202576574
		1713,312	

NANO FILTRASI

Komponen	Input	Output	
	Arus 15	Arus 16	Arus 17
NaCl	255,0765057		255,076057
H ₂ O	1453,27475		1453,27475
CaCl ₂	0,399384934	0,399384934	
MgCl ₂	1,359141002	1,359141002	
Total	1710,109	1,758525935	1708,350807
		1710,109	

EVAPORATOR

Komponen	Input	Output	
	Arus 17	Arus 18	Arus 19
NaCl	255,076057		255,076057
H ₂ O	1453,27475	31,60784018	1421,66691
Total	1708,351	31,60784018	1676,742967
		1708,351	

KRISTALIZER

Komponen	Input	Output
	Arus 19	Arus 20
NaCl(s)	255,076057	252,5253
H ₂ O	1421,66691	1421,66691
NaCl(l)		2,55076057
Total	1676,743	1676,743

CENTRIFUGE

Komponen	Input	Output	
	Arus 20	Arus 21	Arus 22
NaCl	252,5253		252,5253
H ₂ O	1421,66691	1262,626482	159,0404273
NaCl(l)	2,55076057	2,55076057	
Total	1676,743	1265,177243	411,5657237
		1676,743	

ROTARY DRYER

Komponen	Input	Output	
	Arus 22	Arus 24	Arus 23
NaCl	252,5253	252,5253	
H ₂ O	159,0404273	0,477121282	158,563306
Total	411,5657	253,0024177	158,563306
		411,5657	

3.3.2 Neraca Energi**Tabel 9. Neraca Energi****HEATER 1**

Input	Q (kj/jam)	Output	Q (kj/jam)
Panas larutan masuk	16720,72	Panas larutan keluar	217369,3446
Beban panas	200648,6258		
Total	217369,3446		217369,3446

HEATER 2

Input	Q (kj/jam)	Output	Q (kj/jam)
Panas larutan masuk	12575,59	Panas larutan keluar	163482,7306
Beban panas	150907,1360		
Total	163482,7306		163482,7306

HEATER 3

Input	Q (kj/jam)	Output	Q (kj/jam)
Panas larutan masuk	7358,79	Panas larutan keluar	95664,2552
Beban panas	88305,4664		
Total	95664,2552		95664,2552

REAKTOR CSTR

Input	Q (kj/jam)	Output	Q (kj/jam)
Panas larutan dari mixer (Q _{in})	6891,76	Panas larutan keluar	6.494,3572
Perubahan entalphi (ΔH _{RX})	-666	Panas yang terserap cooling water (Q _{cw})	268,1927
Total	6226,1645		6226,1645

EVAPORATOR

Input	Q (kj/jam)	Output	Q (kj/jam)
Panas larutan dari reactor (Q ₁)	6465,7314	Panas uap keluar (Q ₂)	83303,7505
Supply panas	83209,8919	Panas larutan keluar (Q ₃)	6371,8728
Total	89675,6233		89675,6233

KRISTALIZER

Input	Q (kj/jam)	Output	Q (kj/jam)
Panas larutan dari evaporator (Q ₃)	6371,8728	Panas larutan keluar kristalizer (Q ₄)	6166,3996
Air pendingin (Q _{cw in})	42492,8165	Air pendingin	63739,2248
Panas kristalisasi (ΔH _s)	21040,9351		
Total	69905,62		69905,62

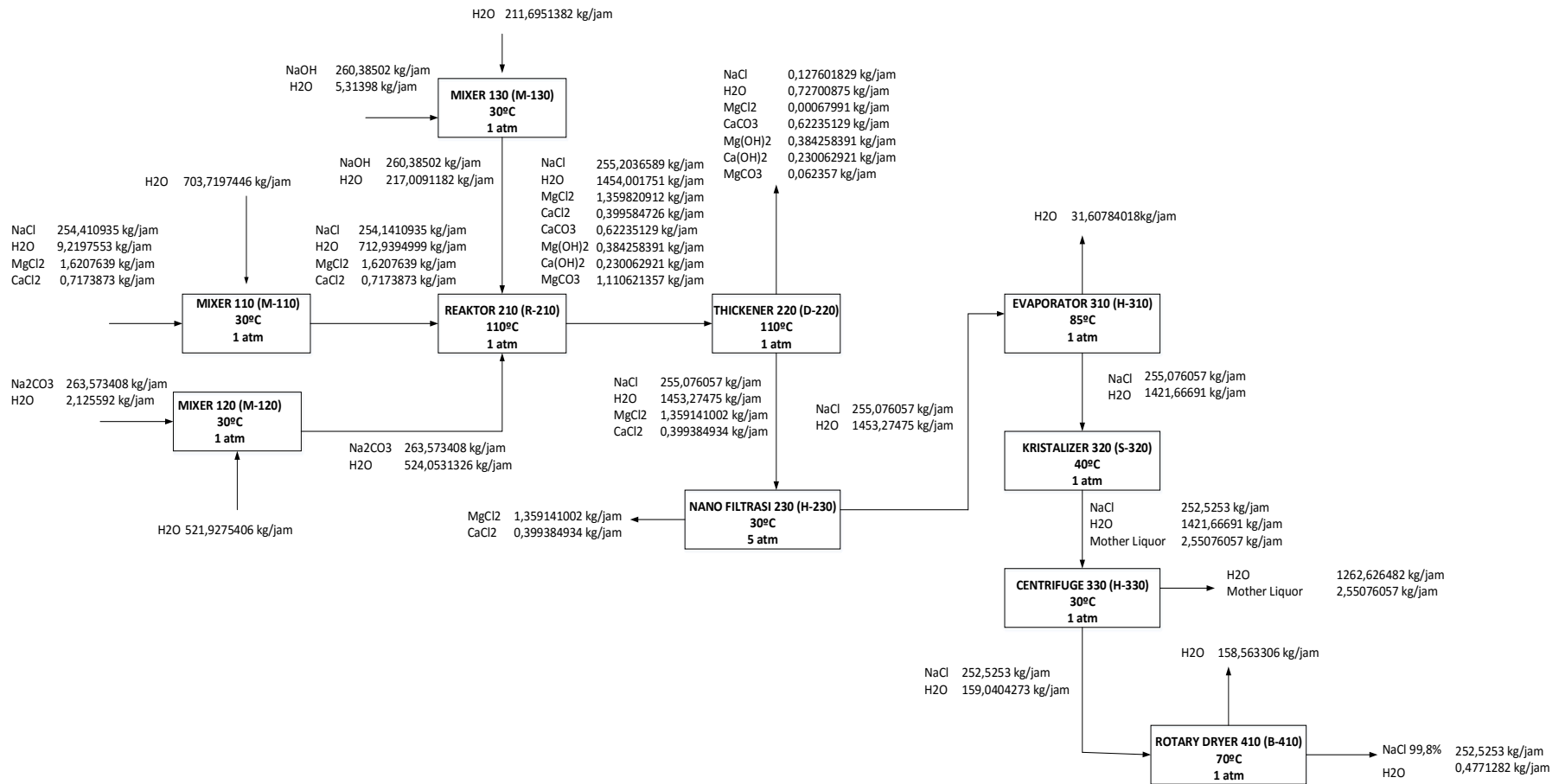
ROTARY DRYER

Input	Q (kj/jam)	Output	Q (kj/jam)
Panas feed Kristal masuk (Q ₄)	$3,31 \times 10^2$	Panas produk Kristal (Q ₇)	11450,31
Panas udara masuk	$2,10 \times 10^5$	Panas udara keluar	98477,31
		Panas laten	341,2583
		Losses	99896,78
Total	210165,66		210165,66

SCREW CONVEYOR

Input	Q (kj/jam)	Output	Q (kj/jam)
Panas Kristal dari rotary dryer	$1,15 \times 10^4$	Panas produk akhir (Q ₈)	$2,50 \times 10^2$
		Q pendingin	$1,12 \times 10^4$
Total	11450,31		11450,31

3.4 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. Diagram Alir Kuantitatif

3.5 Spesifikasi Alat Proses

Tabel 10. Spesifikasi Alat Proses

Nama		Gudang NaCl	Gudang Na ₂ CO ₃	Gudang NaOH
Kode		F-111	F-121	F-131
Fungsi		Menyimpan bahan baku garam industri	Menyimpan bahan baku natrium karbonat	Menyimpan bahan baku natrium hidroksida
Tipe		<i>Housing</i>		
Bahan Kontruksi		Beton bertulang		
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Kapasitas		265,699 kg/jam	265,699 kg/jam	265,699 kg/jam
Volume		191,303 m ³	191,3033 m ³	127,536 m ³
Tinggi		3,98549 m	3,985485 m	2,65699 m
Panjang		8 m	8 m	8 m
Lebar		6 m	6 m	6 m
Jumlah		I unit	1 unit	1 unit

Nama		Belt Conveyor I	Belt Conveyor II	Belt Conveyor III
Kode		J-112	J-122	J-132
Fungsi		Memindahkan bahan baku dari Gudang ke mixer		
Tipe		<i>Troughed Belt with Rolls of Equal Length</i>		
Bahan Kontruksi		Baja structural (SS400) untuk frame dan karet (rubber) untuk sabuk		
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Kapasitas		0,2657 ton/jam	0,2657 ton/jam	0,2657 ton/jam
Belt:				
Width		0,4572 m	0,4572 m	0,4572 m
Trough Width		0,3048 m	0,3048 m	0,3048 m
Skirt Seal		0,0508 m	0,0508 m	0,0508 m
Belt Speed		60 ft/min	60 ft/min	60 ft/min
Panjang		10,67 m	10,67 m	10,67 m
Sudut Elevasi		5,7106	5,7106	5,7106
Power		0,25 Hp	0,25 Hp	0,25 Hp
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit

Nama		Bucket Elevator I	Bucket Elevator II	Bucket Elevator III
Kode		J-113	J-123	J-133
Fungsi		Membawa bahan baku menuju mixer	Membawa bahan baku menuju mixer	Membawa bahan baku menuju mixer
Tipe		<i>Centrifugal-discharge spaced buckets</i>	<i>Centrifugal-discharge spaced buckets</i>	<i>Centrifugal-discharge spaced buckets</i>
Bahan Kontruksi		Baja <i>Stainless Steel 304</i> (SS 304)	Baja <i>Stainless Steel 304</i> (SS 304)	Baja <i>Stainless Steel 304</i> (SS 304)
Kondisi Operasi	30°C			
	1 atm			
Kapasitas		265,699 kg/jam	265,699 kg/jam	265,699 kg/jam
Lebar bucket		0,1 m	0,1 m	0,1 m
Jarak antar bucket		0,25 m	0,25 m	0,25 m
Kecepatan belt		1,5 m/s	1,5 m/s	1,5 m/s
Volume per bucket		0,00033 m ³	0,00033 m ³	0,00033 m ³
Jumlah bucket/meter		4 buah	4 buah	4 buah
Kecepatan Putaran Pulley N		140 rpm	140 rpm	140 rpm
Sudut descent bucket		90	90	90
Bulk density		1150 kg/m ³	1150 kg/m ³	1150 kg/m ³
Efisiensi mekanik		80%	80%	80%
Power Daya angkut material		0,007240298 kw	0,007240298 kw	0,007240298 kw
Daya angkut <i>friction & akselerasi</i>		0,8 kw	0,8 kw	0,8 kw
Daya berat belt & bucket		0,4 kw	0,4 kw	0,4 kw
Daya dengan factor keamanan 1,5x		2,426553 HP diambil 3 HP	2,426553 HP diambil 3 HP	2,426553 HP diambil 3 HP
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit

Nama		Hopper I	Hopper II	Hopper III
Kode		F-114	F-124	F-134
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
Kondisi Operasi	30°C			
	1 atm			
Kapasitas		265,699 kg/jam	265,699 kg/jam	265,699 kg/jam
Waktu tinggal		4 jam	4 jam	4 jam
Dimensi				
Diameter silinder		0,711462 m	0,711462 m	0,711462 m
Diameter bukaan		0,2 m	0,2 m	0,2 m
Tinggi Hopper		1,322585 m	1,322585 m	1,322585 m
Tebal dinding tangki		0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in
Tebal head tangka		0,1875 in	0,1875 in	0,1875 in
Sudut konis		45°	45°	45°
Jenis sambungan		<i>Double welded butt joint</i>	<i>Double welded butt joint</i>	<i>Double welded butt joint</i>
Support				
Tipe		<i>Lug support</i>	<i>Lug support</i>	<i>Lug support</i>
Jumlah lug		4	4	4
Logitudinal stress		19,20945 Psi	19,20945 Psi	19,20945 Psi
Circumferential stress		81,31541 Psi	81,31541 Psi	81,31541 Psi
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit

Nama		Mixer 110	Mixer 120	Mixer 130
Kode		M-110	M-120	M-130
Fungsi		Homogenisasi antara padatan bahan baku dengan air		
Tipe		<i>Continous Stirred Tank</i>		
Bahan Kontruksi		Baja stainless Steel (SS 316)		
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
	Waktu Tinggal	1 jam	1 jam	1 jam
Kapasitas		6,3156 ft ³	4,6484 ft ³	6,2855 ft ³
Dimensi Shell				
Diameter Shell		0,4685 m	0,42298 m	0,46773 m
Tinggi Shell		0,937 m	0,84595 m	0,93546 m
Tebal Shell		1/3 in	1/3 in	1/3 in
Tebal tutup atas		¼ in	¼ in	¼ in
Tebal tutup bawah		¼ in	¼ in	¼ in
Sistem Pengaduk				
Jumlah Impeller		2 buah	2 buah	2 buah
Diameter Impeller		0,1562 m	0,14099 m	0,15591 m
Panjang blade		0,039 m	0,03525 m	0,03898 m
Tinggi pengaduk		0,4685 m	0,42298 m	0,46773 m
Power motor		0,25 HP	0,25 HP	0,25 Hp
Luas permukaan penyangga		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

Nama		Pompa 115	Pompa 125	Pompa 135
Kode		L-115	L-125	L-135
Fungsi		Memompa air proses dari tangki ke mixer		
Tipe		<i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel</i>		
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar
	Waktu Tenggat	1 jam	1 jam	1 jam
Ukuran pipa		1 in sch 40	1 in sch 40	1 in sch 40
Rate volumetric		3,1924 gpm	2,3677 gpm	0,9603 gpm
Kecepatan aliran		0,3092 ft/detik	0,2293 ft/detik	0,0930 ft/detik
Total <i>Dynamic Head</i>		21,4877	23,3214	23,6095
Efisiensi pompa		ft.lb _f /lb _m	ft.lb _f /lb _m	ft.lb _f /lb _m
Efisiensi motor		60%	60%	60%
Power motor		80%	80%	80%
		0,5 HP	0,5 HP	0,5 HP
Jumlah		I unit	1 unit	1 unit

Nama		Pompa 116	Pompa 126	Pompa 136
Kode		L-116	L-126	L-136
Fungsi		Memompa larutan dari mixer ke heater		
Tipe		<i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel</i>		
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar
	Waktu Tenggat	1 jam	1 jam	1 jam
Ukuran pipa		1 in sch 40	1 in sch 40	½ in sch 40
Rate volumetric		3,8276 gpm	3,6911 gpm	1,5926 gpm
Kecepatan aliran		1,4212 ft/detik	1,3705 ft/detik	1,6815 ft/detik
Total <i>Dynamic Head</i>		13,1918	13,1701	26,2757
Efisiensi pompa		ft.lb _f /lb _m	ft.lb _f /lb _m	ft.lb _f /lb _m
Efisiensi motor		60%	60%	60%
Power motor		80%	80%	80%
		0,5 HP	0,5 HP	0,5 HP
Jumlah		I unit	1 unit	1 unit

Nama		Pompa 211	Pompa 221	Pompa 231
Kode		L-211	L-221	L-231
Fungsi		Memompa larutan dari mixer ke reaktor		
Tipe		<i>Centrifugal Pump</i>		
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel</i>		
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar
	Waktu Tenggat	1 jam	1 jam	1 jam
Ukuran pipa		1 in sch 40	1 in sch 40	½ in sch 40
Rate volumetric		3,8276 gpm	3,6911 gpm	1,5926 gpm
Kecepatan aliran		1,4212	1,3705	1,6815
Total <i>Dynamic Head</i>		ft/detik	ft/detik	ft/detik
Efisiensi pompa		13,1918	13,1701	26,2757
Efisiensi motor		ft.lb _f /lb _m	ft.lb _f /lb _m	ft.lb _f /lb _m
Power motor		60%	60%	60%
		80%	80%	80%
		0,5 HP	0,5 HP	0,5 HP
Jumlah		I unit	1 unit	1 unit

Nama			Pompa 221	Pompa 231	Pompa 311
Kode			L-221	L-231	L-311
Fungsi			1. Pompa 211: memompa larutan dari CSTR ke thickener 2. Pompa 221: memompa larutan dari thickener ke nano filtrasi 3. Pompa 311: memompa larutan dari nanofiltrasi ke evaporator		
Tipe			Centrifugal Pump		
Bahan Kontruksi			Stainless Steel		
Kondisi Operasi	Suhu		30°C	30°C	30°C
	Tekanan	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 3 bar	
	Waktu Tenggat		1 jam	1 jam	1 jam
Ukuran pipa			½ in ach 40	1 in sch 40	1 in sch 40
Rate volumetric			0,3046 gpm	6,5311 gpm	6,5311 gpm
Kecepatan aliran			0,3217	2,4251	2,4251
Total <i>Dynamic Head</i>			ft/detik	ft/detik	ft/detik
Efisiensi pompa			19,5399	360,4274	18,8027
Efisiensi motor			ft.lb _f /lb _m	ft.lb _f /lb _m	ft.lb _f /lb _m
Power motor			60%	60%	60%
			80%	80%	80%
			0,5 HP	2 HP	0,5 HP
Jumlah			I unit	1 unit	1 unit

Nama		Pompa 321	Pompa 331
Kode		L-321	L-331
Fungsi		1. Pompa 321: memompa larutan dari evaporator ke cristalizer 2. Pompa 331: memompa larutan dari cristalizer ke centrifuge	
Tipe		<i>Centrifugal Pump</i>	
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel</i>	
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C
	Tekanan	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar	Masuk: 1 atm Keluar: 2 bar
	Waktu Tenggat	1 jam	1 jam
Ukuran pipa		1 in sch 40	1 in sch 40
Rate volumetric		6,3926 gpm	6,3926 gpm
Kecepatan aliran		2,3748 ft/detik	2,3737 ft/detik
Total <i>Dynamic Head</i>		86,4706 ft.lb _f /lb _m	11,5901 ft.lb _f /lb _m
Efisiensi pompa		60%	60%
Efisiensi motor		80%	80%
Power motor		0,5 HP	0,5 HP
Jumlah		I unit	1 unit

Nama		Reaktor CSTR	
Kode		R-210	
Fungsi		Untuk pembentukan CaCO ₃ , Mg(OH) ₂ , Ca(OH) ₂ , dan MgCO ₃	
Tipe		<i>Continuous Stirred-Tank Reactor</i>	
Bahan Kontruksi		<i>Carbon Steel SA-201 Grade A</i>	
Kondisi Operasi	Suhu	Suhu udara masuk: 30°C Suhu udara keluar: 110°C	
	Tekanan	1 atm	
Dimensi Reaktor		Dimensi Pengaduk	
Waktu tinggal reaksi		Tipe	<i>Flat Blade Turbine</i>
Diameter		Jumlah blade	6
Tinggi total reaktor		Diameter impeller	1,27 ft
Kapasitas reaktor		Jarak impeller ke dasar	1,273 ft
Tebal shell		Tebal blade	0,032 ft
Tinggi shell		Panjang blade	0,318 ft
Tebal tutup (atas & bawah)		Jumlah impeller	1 buah
Tinggi (tutup & bawah)		Kecepatan pengadukan	100 rpm
		Power motor	0,676 HP diambil 1 HP
Dimensi Jaket Pendingin			
Diameter pipa jaket		0,0348 m	
Diameter luar jaket		1,32 m	
Tinggi jaket		0,73 m	
Luas <i>Heat Transfer</i>		32,2929 ft ²	
Jumlah		1 unit	

Nama		Thickener
Kode		D-220
Fungsi		Memisahkan padatan (CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgCO_3) dari cairan garam (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , air)
Tipe		<i>Gravity Clarifier-Thickener</i>
Bahan Kontruksi		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
Area pengendapan		3,14 m ²
Volume kerja		9,42 m ³
Retention time		1 jam
Ratio H/D		1,5
Jumlah		1 unit

Nama		Nano Filtrasi
Kode		H-230
Fungsi		Memisahkan NaCl yang masih terdapat CaCl_2 dan MgCl_2 agar lebih murni
Tipe		<i>Monovalent-Permselective NF</i>
Bahan Kontruksi		Baja stainless Steel (ss 316)
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	8 bar
Laju alir massa (Qp)		1,710109333 m ³ /h
Recovery Rate (RR)		75%
Laju alir umpan (Qf)		2,280145777 m ³ /h
Laju alir konsentrat (Qc)		0,570036444 m ³ /h
Flux desain		20 L/m ³ h
Luas area membran total (Am)		85,5 m ²
Ukuran membran		0,8 nm (Peng <i>et al.</i> , 2024)
Ukuran Partikel:		(Israelachvili, 2011)
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
Jumlah elemen membran		2,310810811 elemen
Konfigurasi sistem		1 vessel (menampung 3 elemen)
Tekanan operasi		8 bar
ΔP total		10,5 bar
Power motor		1,5 Hp
Jumlah		1 unit

Nama		Evaporator	
Kode		H-310	
Fungsi		Mengurangi jumlah air pada aliran proses NaCl sehingga sesuai dengan kebutuhan S-320	
Tipe		<i>Standart Vertical Tube Evaporator (Calandria)</i> , tutup atas dan bawah berbentuk <i>Torispherical Dished</i>	
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel A193 Grade B8</i>	
Kondisi Operasi	Suhu	85°C	
	Tekanan	1 atm	
Bagian Shell		Bagian Tube	
Diameter evaporator		2,3553 m	OD 1 in
Diameter Centerwall		2,3553 m	BWG 16
Tinggi shell		4,5720 m	ID 1 in
Tebal shell		¼ in	<i>Flow Area per-tibe (a't)</i> 0,594 in ²
ID shell		7/8 in	<i>Surface per lin fit (a'')</i> 0,262 ft ²
Tebal tutup bawah		¼ in	<i>Pitch</i> 1 ¼ in <i>square pitch</i>
Tebal tutup atas		¼ in	Panjang tube 12 ft
Jumlah evaporator		1 buah	Jumlah tube 1 buah
Faktor Pengotor			
Bahan kontruksi		<i>Stainless Steel A193 Grade B8</i>	
Rd ketentuan		0,0030 Btu/hr.ft ² .°F	
Rd hitung		0,1867 Btu/hr.ft ² .°F	

Nama		Kristallizer	
Kode		S-320	
Fungsi		Untuk proses kristalisasi NaCl	
Tipe		<i>Swenson-Walker Crystallizer</i>	
Bahan Kontruksi		Baja Stainless Steel (SS 316)	
Kondisi Operasi	Suhu	Suhu umpan masuk: 116°C Suhu umpan keluar: 40°C Suhu air pendingin: 30°C	
	Tekanan	1 bar	
Waktu Operasi		1 jam	
Kapasitas		75,76 cuft	
Diameter		2,8829 m	
Panjang		2,9872 m	
Luas Cooling Area		118,433 ft ²	
Jumlah <i>Crystallizer</i>		2 buah (secara parallel; 1 buah <i>standby running</i>)	
Pengaduk Power		2 HP	
Diameter Nozzle Diameter dalam Diameter luar		0,336 ft 0,375 ft	
Penyangga Luas permukaan penyangga		0,00279 m ²	

Nama		Kristallizer
Tinggi penyangga		3,0176 m
Jenis penyangga		Channels
Jumlah penyangga		4 buah
Manhole		
Diameter manhole		0,508 m
Ketebalan <i>cover plate</i>		0,00794 m
<i>Bolting-flange thickness after finishing</i>		0,00635 m
Jumlah		1 unit

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 Kontruksi		<i>Stainless Steel</i>
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Dimensi		
Kapasitas centrifuge		6,61 gpm
Kapasitas maksimum		50 gpm
Diameter Bowl		13 in
Speed		7,500 rpm
Centrifuge Force		10,400 lb _f /ft ²
Power motor		6 HP diambil 10 HP
Jumlah		1 unit

Nama		Screw Conveyor I	Screw Conveyor II	Screw Conveyor III
Kode		J-411	J-412	J-417
Fungsi		1. J-411: mengangkut Kristal NaCl basah menuju rotary dryer 2. J-421: mengangkut garam farmasi dari rotary dryer ke vibrating screen 3. J-451: mengangkut garam farmasi menuju ball mill		
Tipe		<i>Horizontal Screw Conyeor</i>		
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel 316</i>		
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C	30°C
	Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Kapasitas screw		5 ton/jam	5 ton/jam	5 ton/jam
Kecepatan screw		40 rpm	40 rpm	40 rpm
Diameter		9 in	9 in	9 in
Diameter pipa		2,5 in	2,5 in	2,5 in
Max kapasitas torque		788 in-lb	788 in-lb	788 in-lb
Daya motor		0,5 Hp	0,5 HP	0,5 HP
Panjang screw		15 ft	15 ft	15 ft
Jumlah		1 unit	1 unit	1 unit

Nama		Screw Conveyor IV	Screw Conveyor V
Kode		J-419	J-414
Fungsi		1. Mengangkut garam farmasi menuju vibrating screen 2. Mengangkut garam farmasi menuju bucket elevator	
Tipe		<i>Horizontal Srew Conveyor</i>	
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel 316</i>	
Kondisi Operasi	Suhu	30°C	30°C
	Tekanan	1 atm	1 atm
Kapasitas screw		5 ton/jam	5 ton/jam
Kecepatan screw		40 rpm	40 rpm
Diameter		9 in	9 in
Diameter pipa		2,5 in	2,5 in
Max kapasitas torque		788 in-lb	788 in-lb
Daya motor		0,5 Hp	0,5 Hp
Panjang screw		15 ft	15 ft
Jumlah		1 unit	1 unit

Nama		Rotary Dryer
Kode		B-410
Fungsi		Mengeringkan Kristal NaCl dengan udara panas
Tipe		<i>Single Shell Direct Rotaru Dryer</i>
Bahan Kontruksi		Baja stainless Steel (SS 316)
Kondisi Operasi	Suhu	Suhu udara masuk: 70°C Suhu umpan masuk: 40°C Suhu umpan keluar: 70°C
	Tekanan	1 atm
Kapasitas		907,50 lb/jam
Ukuran		
Diameter		4,2885 ft
Panjang		21,4424 ft
Slope		0,039 ft/ft
Putaran		9,6 rpm
Kecepatan udara		3686,7 lb/jam.ft ²
Kecepatan putaran		75
<i>Time of Passage</i>		6,168 menit
Jumlah <i>Flight</i>		13 buah
Tinggi radial <i>flight</i>		0,4330 ft
Power		13 HP diambil 15 HP
Jumlah		1 unit

Nama		Vibrating Screen
Kode		H-431
Fungsi		Untuk memproses penyaringan garam farmasi berdasarkan ukuran partikel
Tipe		<i>Double-row Angular Contact</i>
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel 304</i>
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Kapasitas		5 ton/jam
Lebar (W)		0,3 m
Panjang (L)		1,5 m
Luas permukaan		0,45 m ²
Ukuran ayakan		20 mesh
Power		1,460 HP diambil 2 HP
Jumlah		1 unit

Nama		Ball Mill
Kode		C-418
Fungsi		Untuk menghancurkan kembali garam farmasi yang ukuran partikelnya belum sesuai yang dikehendaki
Tipe		<i>Dry Ball Mill</i>
Bahan Kontruksi		Baja karbon dengan liner baja manganese
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Kapasitas		37.87879447 lb/jam
Diameter mill		0,75 m
Panjang mill		1,1 m
Volume mill		0,8 m ³
Kecepatan kritis		49 rpm
Kecepatan operasi		34 rpm
Berat bola		1,83 ton
Ukuran produk		0,841 mm
Daya motor		1,648 HP diambil 2 HP
Jumlah		1 unit

Nama		Bucket Elevator
Kode		J-415
Fungsi		Membawa garam farmasi menuju silo
Tipe		<i>Centrifugal-discharge spaced buckets</i>
Bahan Kontruksi		Baja <i>Stainless Steel 304</i> (SS 304)
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Kapasitas		252,5252965 kg/jam
Lebar bucket		0,1 m
Jarak antar bucket		0,25 m
Kecepatan belt		1,5 m/s
Volume per bucket		0,00033 m ³
Jumlah bucket/meter		4 buah
Kecepatan Putaran Pulley		
N		140 rpm
Sudut descent bucket		90
Bulk density		1150 kg/m ³
Efisiensi mekanik		80%
Power		
Daya angkut material		0,00688 kw
Daya angkut <i>friction & accelerasi</i>		0,8 kw
Daya berat belt & bucket		0,4 kw
Daya dengan factor keamanan 1,5x		2,4276 HP diambil 3 HP
Jumlah		1 unit

Nama		Silo
Kode		F-416
Fungsi		Tempat penyimpanan garam farmasi
Tipe		<i>Cylinreical silo (vertical) dengan conical bottom</i>
Bahan Kontruksi		<i>Stainless Steel 304</i> (SS 304)
Kondisi Operasi	Suhu	30°C
	Tekanan	1 atm
Diameter		3,6 m
Tinggi <i>cylinder</i>		7,812 m
Tinggi <i>Cone</i>		3,12 m
<i>Angel Cone</i>		60 derajat
Volume efektif		49,9109 m ³
Kapasitas max		90,0567 m ⁴
Tebal shell		6 mm
Tebal bottom		8 mm
Jumlah		1 unit