

TUGAS PRA PERANCANGAN PABRIK KIMIA



**TUGAS PRA PERANCANGAN PABRIK GARAM FARMASI DARI
GARAM INDUSTRI KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Arkie Septiana Alphita

L2C008016

M Zaini Mahdi

L2C008073

**JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SEMARANG

2012

EXECUTIVE SUMMARY

JUDUL TUGAS	PERANCANGAN PABRIK GARAM FARMASI (PURE DRIED VACUUM SALT)	
	KAPASITAS PRODUKSI	80.000 Ton/Tahun

I. STRATEGI PERANCANGAN

Latar Belakang	<ul style="list-style-type: none">- Sebagai salah satu negara maritim, sampai saat ini Indonesia masih harus mengimport garam farmasi (NaCl 99%) dan belum memiliki pabrik garam dengan kemurnian tinggi.- Semakin berkembangnya perindustrian di Indonesia, kebutuhan garam farmasi sebagai bahan baku sangat dibutuhkan. Diantaranya untuk untuk industri cat, sabun, makanan, <i>dairy products</i>, industri kimia, <i>stockfeed</i>, dan industri farmasi.- Sangatlah tepat apabila di Indonesia didirikan pabrik garam farmasi dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan garam farmasi dalam negeri supaya dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor dari luar negeri dan mengurangi pengeluaran devisa Negara untuk memenuhi kebutuhan tersebut sehingga industry-industri berbahan baku garam farmasi atau PVD ini bisa berkembang serta meningkatkan laju perekonomian di Indonesia.
Dasar Penetapan Kapasitas Produksi	Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas rancangan pabrik Garam Farmasi, yaitu : <ul style="list-style-type: none">• Kebutuhan Garam Farmasi di Indonesia Bila diinginkan pendirian pabrik Garam Farmasi pada tahun

	<p>2015, sesuai data yang didapatkan dari Badan Pusat Statistik yang terbaru, maka dapat diprediksikan kebutuhan Garam Farmasi pada tahun 2015 mencapai 75.440.365 Kg. Dalam perancangan pabrik Garam Farmasi ini, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Garam Farmasi dengan kapasitas 80.000 ton/tahun.</p>
<p>Dasar Penetapan Lokasi Pabrik</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lokasi yang Strategis <p>Lokasi pendirian pabrik adalah di Merak, Banten. Lokasi pabrik yang didirikan dekat dengan pelabuhan. Hal ini mempermudah dalam transportasi bahan baku garam industry dari PT Garam Indonesia di NTT, dan memudahkan untuk pengiriman import apabila kebutuhan belum cukup terpenuhi. Selain itu, lokasi ini juga dekat dengan bahan baku Natrium Karbonat dan Natrium Hidroksida yang diperoleh dari PT Asahimas, Cilegon, Banten.</p> 2. Pemasaran <p>Produk garam farmasi yang dihasilkan kemudian dipasarkan di dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri seperti untuk pabrik farmasi dan kesehatan, pabrik kosmetik, pabrik cat, pabrik sabun, pabrik makanan, dan pabrik <i>dairy product</i> yang lain. Mengingat lokasi ini dekat dengan kawasan industry, maka akan lebih mempermudah transportasi bagi industry konsumen yang membutuhkan.</p> 3. Tersedianya fasilitas transportasi <p>Fasilitas transportasi sangat penting untuk mengangkut bahan baku atau produk ke dan dari pabrik, karena akan mempengaruhi besar kecilnya biaya produksi. Fasilitas transportasi yang ada meliputi jalan</p>

	<p>darat dan pelabuhan.</p> <p>4. Tersedianya tenaga kerja.</p> <p>Faktor tenaga kerja merupakan hal yang cukup penting. Banten sangat dekat dengan Jakarta yang memiliki banyak Perguruan Tinggi terkemuka serta sekolah ketrampilan lainnya sehingga tenaga kerja dapat tercukupi dengan kualitas SDM sudah terjamin. Selain itu, lokasi yang dekat dengan tenaga kerja juga dapat membantu memangkas biaya tenaga kerja sehingga dapat mengurangi biaya produksi.</p> <p>5. Kebutuhan utilitas yang terpenuhi</p> <p>Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu pabrik, baik untuk proses, <i>steam</i> , dll. Kebutuhan air dapat dipenuhi dari Waduk Krenceng, Cilegon. Kebutuhan bahan bakar dapat dipenuhi dari unit Pertamina di kota Merak. Energi merupakan faktor utama dalam operasional pabrik, tenaga listrik diperoleh dari PLN Merak,</p> <p>6. Kondisi Geografis dan Sosial</p> <p>Lokasi pabrik sebaiknya terletak di daerah yang stabil dari gangguan bencana alam (banjir, gempa bumi, dan lain-lain). Kebijakan pemerintah setempat juga turut mempengaruhi lokasi pabrik yang akan dipilih. Kondisi sosial masyarakat diharapkan memberi dukungan terhadap operasional pabrik sehingga dipilih lokasi yang memiliki masyarakat yang dapat menerima keberadaan pabrik.</p>
Pemilihan Proses	<ul style="list-style-type: none"> • Produksi Garam Farmasi pada pabrik yang dirancang kali ini adalah proses pemurnian lebih lanjut dari garam industri (NaCl 60%)

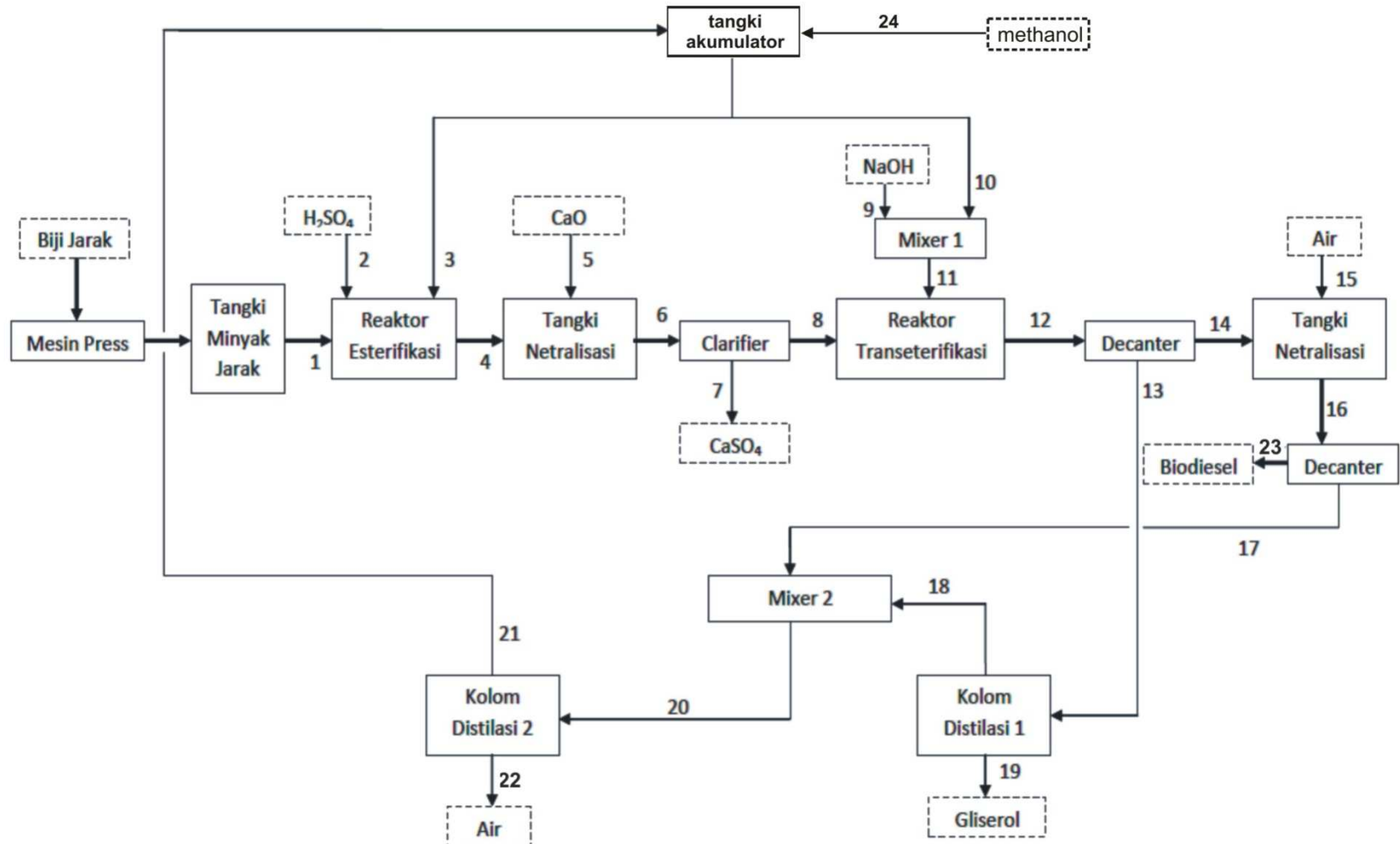
	<p>menjadi garam farmasi (NaCl 99%). Kemurnian garam tersebut dipengaruhi oleh adanya kandungan garam lain ($MgCl_2$, $FeCl_3$, dan $CaCl_2$). Sehingga untuk pemurniannya dilakukan proses pemisahan impuritas di dalam garam industri dengan pelarutan dan penambahan reaktan NaOH 40% dan Na_2CO_3 yang akan bereaksi dengan garam impuritas tersebut. Kemudian kandungan air akan dihilangkan melalui proses evaporasi dan kristalisasi, dan dilakukan penyaringan dan pengeringan lebih lanjut sehingga didapatkan garam farmasi dengan kemurnian NaCl 99%.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konversi produk sekitar 30% dan dihasilkan by-product berupa garam meja yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konsumsi dan juga bahan campuran untuk pembuatan pupuk.
Bahan Baku	
Jenis	Garam Industri
Spesifikasi	<p>1. Garam Industri</p> <p>Kenampakan : kristal putih</p> <p>Rumus kimia : NaCl</p> <p>Berat molekul : 58,442 g/mol</p> <p>Komposisi (% berat) :</p> <p><i>Calcium Content as Ca</i> : 0.16% to 0.30% <i>Maksimum</i></p> <p><i>Magnesium Content as Mg</i> : 0.10% to 0.20% <i>Maksimum</i></p> <p><i>Insoluble</i> : 0.40 % <i>Maksimum</i></p> <p><i>Sodium Chloride as NaCl</i> : 94.00% <i>Minimum</i></p> <p><i>Moisture Content</i> : 4.00% <i>Maksimum</i></p> <p><i>Sulphate as SO₄</i> : 0.48% <i>Maksimum</i></p> <p>Densitas : 1250 kg/m³</p>

	<p>Titik leleh : 801 °C</p> <p>2. Soda Abu (Na₂CO₃)</p> <p>Kenampakan : serbuk putih</p> <p>Rumus kimia : Na₂CO₃</p> <p>Berat molekul : 106 g/mol</p> <p>Komposisi : 99,3 % berat</p> <p>Densitas : 2533 kg/m³</p> <p>Titik leleh : 851 °C</p> <p>3. Larutan NaOH 40%</p> <p>Kenampakan : cairan tidak berwarna</p> <p>Rumus kimia : NaOH</p> <p>Berat molekul : 40 g/mol</p> <p>Komposisi : 40 % berat</p> <p>Densitas : 1.423,2 kg/m³</p> <p>Titik didih normal : 150 °C</p>
Kebutuhan	<p>- Garam Industri : 42.863,21 kg/jam</p> <p>- Air : 787.232,393 kg/jam</p> <p>- Na₂CO₃ : 124,91 kg/jam</p> <p>- NaOH : 680,87 kg/jam</p>
Asal	<p>- Garam industry dipenuhi dari PT. Garam Indonesia dan import jika masih belum memenuhi kebutuhan.</p> <p>- NaOH dan Natrium Karbonat dipenuhi dari PT. Asahimas, Cilegon.</p>
Produk	
Jenis	Garam Farmasi
Spesifikasi	<p>Garam Farmasi</p> <p>Kenampakan : kristal putih</p>

	<p>Rumus kimia : NaCl</p> <p>Berat molekul : 58,442 g/mol</p> <p>Komposisi (% berat) :</p> <p><i>Calcium Content as Ca</i> : 8,4e-4%</p> <p><i>Magnesium Content as Mg</i> : 5,6e-4%</p> <p><i>Insoluble</i> : 1,0e-3%</p> <p><i>Sodium Chloride as NaCl</i> : 99,9 %</p> <p><i>Moisture Content</i> : 0,01 %</p> <p><i>Sulfat as SO₄</i> : 3,5e-3%</p> <p><i>Iron as Fe</i> : 5,0e-3%</p> <p>Densitas : 1250 kg/m³</p> <p>Titik leleh : 801 °C</p>
Laju Produksi	10.101,01 Kg / Jam
Daerah Pemasaran	Diprioritaskan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan selebihnya akan diekspor.

2. DIAGRAM ALIR PROSES DAN PENERACAAN

2.1 Diagram Alir



Keterangan Arus

- 1 : Aliran dari tangki penyimpanan minyak jarak ke reaktor esterifikasi
- 2 : Aliran dari tangki penyimpan H_2SO_4 ke reaktor esterifikasi
- 3 : Aliran dari tangki akumulator methanol ke reactor esterifikasi
- 4 : Aliran dari reaktor esterifikasi ke tangki netralisasi
- 5 : Aliran dari hopper CaO ke tangki netralisasi
- 6 : Aliran dari tangki netralisasi ke Clarifier
- 7 : Aliran output $CaSO_4$
- 8 : Aliran dari clarifier ke reaktor trans-esterifikasi
- 9 : Aliran dari tangki penyimpan NaOH ke reaktor trans-esterifikasi
- 10 : Aliran dari tangki akumulator methanol ke reactor trans-esterifikasi
- 11 : Aliran dari mixer 1 ke reaktor trans-esterifikasi
- 12 : Aliran dari reactor trans-esterifikasi ke dekanter
- 13 : Aliran dari decanter 1 ke kolom destilasi 1
- 14 : Aliran dari decanter 1 ke washing tank
- 15 : Aliran dari tangki penyimpan air ke washing tank
- 16 : Aliran dari tangki netralisasi ke dekanter 2
- 17 : Aliran dari dekanter 2 ke mixer 2
- 18 : Aliran dari kolom destilasi 1 ke mixer 2
- 19 : Aliran produk gliserol
- 20 : Aliran dari mixer 2 ke kolom destilasi 2
- 21 : Aliran dari kolom destilasi 2 ke tangki akumulator methanol
- 22 : Aliran waste water treatment

2.2 Peneracaan

2.2.1 Neraca Massa

A. Mixer 1

Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/jam)
	Arus 4	Arus 5	Arus 2	Arus 7
Na ₂ CO ₃	124,04			124,04
NaOH		272,35		272,35
H ₂ O	0,87	408,52	393.616,2	394.025,6
Jumlah	124,91	680,87	393.616,2	394.421,98

B. Mixer 2

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
NaCl	40.291,42		40.291,42
H ₂ O	1.714,53	393616,2	395.330,73
CaCl ₂	128,59		128,59
MgCl ₂	85,73		85,73
FeCl ₃	265,75		265,75
Na ₂ SO ₄	205,74		205,74
Insoluble	171,45		171,45
Jumlah	42.863,21	393616,2	436.479,41

C. Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/jam)
	Arus 3	Arus 7	Arus 8
NaCl	40.291,42		40.817,49
CaCl ₂	128,59		1,04
MgCl ₂	85,73		0,40
Na ₂ SO ₄	205,74		205,74

FeCl₃	265,75		0,99
insoluble	171,45		171,45
CaCO₃	0		117,02
Mg(OH)₂	0		53,32
Fe(OH)₃	0		177,61
NaOH		272,35	0
Na₂CO₃		124,04	0
Air	1714,53	408,52+0,87	2123,92
Pelarut (Air)	393.616,2	393.616,2	787.232,393
Total	436.479,41	394.421,98	830.901,387

D. Clarifier

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 8	Arus 9	Arus 10
NaCl	40.817,70	0	40.817,70
H₂O	789.356,32	0	789.356,32
CaCl₂	1,04	0	1,04
MgCl₂	0,40	0	0,40
FeCl₃	1,00	0	1,00
Na₂SO₄	205,74	0	205,74
Insoluble	171,45	154,31	17,15
CaCO₃	117,02	105,31	11,70
Mg(OH)₂	53,32	47,98	5,33
Fe(OH)₃	177,74	159,96	17,77
Jumlah	830.901,73	467,57	830.434,16
	830.901,73	830.901,73	

E. Rotary Drum Filter

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 6
NaCl	40.817,70	40817.70	0
H ₂ O	789.356,32	789356.32	0
CaCl ₂	1,04	1.04	0
MgCl ₂	0,40	0.40	0
FeCl ₃	1,00	1.00	0
Na ₂ SO ₄	205,74	205.74	0
Insoluble	17,15	0.86	16,29
CaCO ₃	11,70	0	11,70
Mg(OH) ₂	5,33	0	5,33
Fe(OH) ₃	17,77	0	17,77
Jumlah	830.434,16	830.383,06	51,10
	830.434,16	830.434,16	

F. Evaporator

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
NaCl	40.817,70	0	40.817,70
H ₂ O	789.356,32	694.324,05	95.032,27
CaCl ₂	1,04	0	1,04
MgCl ₂	0,40	0	0,40
FeCl ₃	1,00	0	1,00
Na ₂ SO ₄	205,74	0	205,74
Insoluble	0,86	0	0,86
Jumlah	830.383,06	694.324,05	136.059,00
	830.383,06	830.383,06	

G. Crystallizer

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 13	Arus 14	Arus 15
NaCl	40.817,70	0	40.817,70
H ₂ O	95.032,27	19.437,00	75.595,27
CaCl ₂	1,04	0	1,04
MgCl ₂	0,40	0	0,40
FeCl ₃	1,00	0	1,00
Na ₂ SO ₄	205,74	0	205,74
Insoluble	0,86	0	0,84
Jumlah	136.059,00	19.437,00	116.622,00
	136.059,00	136.059,00	

H. Hydrocyclone

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 15	Arus 16	Arus 17
NaCl	40.817,70	14.286,19	26.531,50
H ₂ O	75.595,27	7.559,53	68.035,74
CaCl ₂	1,04	0,10	0,94
MgCl ₂	0,40	0,04	0,36
FeCl ₃	1,00	0,10	0,90
Na ₂ SO ₄	205,74	20,57	185,17
Insoluble	0,84	0,84	0,00
Jumlah	116.622,00	21.867,38	94.754,62
	116.622,00	116.622,00	

I. Centrifuge

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 17	Arus 18	Arus 19
NaCl	14.286,19	4.285,85	10.097,8
H ₂ O	7.559,53	7.030,36	529,17
CaCl ₂	0,10	0,093	0,007
MgCl ₂	0,04	0,037	0,0028
FeCl ₃	0,10	0,093	0,007
Na ₂ SO ₄	20,57	19,13	1,44
Insoluble	0,84	0	0,84
Jumlah	21.867,38	11.335,58	10.629,27
	21.867,38	21.867,38	

J. Fluidized Dryer

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)		
	Arus 19	Arus 20	Arus 21	Uap hilang
NaCl	10.097,8	9.088,024	1.009,78	0
H ₂ O	529,17	0,909123	0,909123	527,3486
CaCl ₂	0,0073	0,0073	0	0
MgCl ₂	0,0028	0,0028	0	0
FeCl ₃	0,007	0,007	0	0
Na ₂ SO ₄	1,44	1,44	0	0
Insoluble	0,84	0,84	0	0
Jumlah	10.629,27	9.091,23	1.010,69	527,3486
	10.629,27	10.629,27		

K. Cyclone

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/jam)	
	Arus 21	Arus 22	Arus 23
NaCl	1.009,78	0	1.009,78
Air	0,909	0,909	
Jumlah	1.010,69	0,909	1.009,78
	1.010,69	1.010,69	

L. Bin Garam Farmasi

Komponen	Flowrate (kg/jam)		
	Arus 21	Arus 24	Total
NaCl	9.088,02403	1.009,780448	1.0097,80
H₂O	0,90912297	0	0,91
CaCl₂	0,00729103	0	0,01
MgCl₂	0,0028204	0	0,00
FeCl₃	0,00699969	0	0,01
Na₂SO₄	1,44020395	0	1,44
Insoluble	0,83918369	0	0,84
Jumlah	9.091,22965	1.009,780448	10.101,01

1.12.2. Neraca Panas

A. Evaporator (EV-01)

Komponen	Input	Output
	Q1	Q2
NaCl	175.516,11	956.211,7673
H ₂ O	16.497.547,09	79.057.958,17
CaCl ₂	3,432	18,697
MgCl ₂	1,5	8,172
FeCl ₃	2,98	16,235
Na ₂ SO ₄	925,83	5.043,92
Insoluble	0	0
Steam	63.345.260,02	0
Total	80.019.256,96	80.019.256,96

B. Heat Exchanger (HE-01)

Komponen	Input	Output
	Q3	Q4
NaCl	175.516,11	2.900.193,098
H ₂ O	10.820.678,37	32.819.149,26
CaCl ₂	3,432	56,7
MgCl ₂	1,5	24,786
FeCl ₃	2,98	49,24
Na ₂ SO ₄	925,83	15.298,23
Insoluble	0	0
Steam	24.737.643,09	0
Total	35.734.771,31	35.734.771,31

C. Crystallizer (VC-01)

Komponen	Input	Output
	Q5	Q6
NaCl	2.900.193,098	0
H ₂ O	32.819.149,26	0
CaCl ₂	56,7	0
MgCl ₂	24,786	0
FeCl ₃	49,24	0
Na ₂ SO ₄	15.298,23	0
Insoluble	0	0
Panas Kristalisasi	0	3.864.200,354
Total	49.740.358,79	3.864.200,354

3.1. PERALATAN PROSES DAN UTILITAS

3.1 Peralatan Proses

A. Tangki Larutan NaOH 40%

- Kode : T – 101
- Fungsi : Menyimpan bahan baku NaOH40%
- Tipe Tangki : Cylindrical-Conical Roof-Flat Bottom.
- Jumlah Tangki : 4 buah.
- Kapasitas Tangki : 82.250 bbl.
- Tinggi Tangki : 30 ft.
- Diameter Tangki : 140 ft.

Tebal Shell Course Tangki

- Course ke-1. : 1 13/16 in.

- Course ke-2. : 1 9/16 in.
- Course ke-3. : 1 6/16 in.
- Course ke-4. : 1 2/16 in.
- Course ke-5. : 14/16 in.
- Tinggi Head Tangki : 24,10 ft.
- Tebal Head Tangki : 1,3 in.
- Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-283 Grade C.
- Diameter pipa pemasukan / Sch No. : 6 in / Sch No. 40.
- Diameter pipa pengeluaran / Sch No. : 10 in / Sch No. 40.

B. Reaktor

- Kode : R-01
- Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara Garam industri dan larutan NaOH- Na_2CO_3
- Bahan konstruksi : SA 285 Grade C
- Jumlah : 2 buah
- Tekanan desain : 1 atm
- Suhu Operasi : 30°C
- ID : 3,07 m
- Tinggi reaktor : 4,44 m

- Tebal shell : 3/16 in
- Tebal head : 3/16 in

Pengaduk

- Jenis : Fixed-speed belt
- Power pengaduk : 7,5 Hp

C. Heat Exchanger

- Nama : HE-01
- Fungsi : Memanaskan umpan sebelum masuk ke Crystallizer
- OD : 0,75 in
- BWG : 16
- ID : 0,62 in = 0.05167 ft
- Flow area/tube (a'_t) : $0,302 \text{ in}^2 = 0.0021$
- Surface/lin ft (a''_t) : $0,1963 \text{ ft}^2$
- Panjang (L) : 6 ft = 72 in
- Pitch : 1 in, square pitch
- ID : 27 in
- Σ pass : 2
- N_t : 460
- $A = 541,788 \text{ ft}^2$
- $U_D = 377.36 \text{ Btu/jamft}^2\text{ }^\circ\text{F}$
- $U_c = 33,7 \text{ Btu/jamft}^2\text{ }^\circ\text{F}$
- $R_d = 0,027 \text{ jam ft}^3 \text{ }^\circ\text{F/Btu}$

D. Crystallizer

- Nama : VC-01
- **Fungsi** : mengkristalkan larutan 30% NaCl pada temperature 25°C
- **Jenis** : *Draft Tube-Baffle Vacuum Crystallizer*

Kondisi operasi

- Temperatur = 25 °C
- Tekanan = 0,02 atm

Dimensi

- Diameter tangki = 5,58 m
- Tinggi tangki = 5,58 m
- Tebal *shell* = 1/2 in
- Diameter kristal = 0,07 m
- **Jumlah** : 1 buah
- **Bahan** : Stainless Steel

E. Pompa Bahan Baku NaOH 40%

- Nama alat : Pompa (P – 01)
- Fungsi : Memompa bahan baku (NaOH 40%) dari tangki penyimpanan ke Mixer
- Kapasitas : 16.9 ft³ / jam
- Jenis / tipe : Centrifugal Pump , single stage
- Bahan konstruksi : Stainless Steel

- Power head : 50,863 ft lbf / lb
- Power pompa : 0,14 Hp
- Power motor : 1 Hp
- Ukuran pipa :
 - NPS = 1 in
 - Schedule = 40
 - Diameter dalam = 1,04 in
 - Bahan = Commercial Steel pipe .

3.1 Utilitas

<i>Air</i>	
Air untuk proses	32,8 m ³ /hari
Air untuk sanitasi dan perkantoran	32,5 m ³ /hari
Air umpan ketel (<i>boiler feed water</i>)	1.419,9 m ³ /hari
Total kebutuhan air	1.485,2 m ³ /hari
Didapat dari sumber	air sungai dan waduk
<i>Steam</i>	
Kebutuhan <i>steam</i>	50.060,52 Kg/jam
Jenis boiler	Water tube
<i>Listrik</i>	
Kebutuhan listrik	88,57 kW
Dipenuhi dari	PLN
<i>Bahan Bakar</i>	
Jenis	Generator : fuel oil grade 4
Kebutuhan	Generator : 7.741,9 lb / jam
Sumber dari	Pertamina

C. PERHITUNGAN EKONOMI

Physical Plant Cost	\$ 237.410.631,47
Fixed Capital	\$ 384.605.222,98
Working Capital	\$ 1.397.481.698,93
Total Capital Investment	\$ 1.816.701.391,98
Analisis Kelayakan	
Return on Investment (ROI)	- Sebelum pajak : 92,078, % - Setelah pajak : 64,45 %
Pay Out Time (POT)	- Sebelum pajak : 0,98 tahun - Setelah pajak : 1,343 tahun
Break Even Point (BEP)	39,03 %
Shut Down Point (SDP)	6,86 %