

BAB III

PERANCANGAN PROSES

3.1 Uraian Proses

Proses pembuatan Natrium hidroksida menggunakan bahan baku Brine dan CaO yang telah diperoleh melalui studi pustaka dan melalui pertimbangan lainnya meliputi beberapa unit proses, diantaranya yaitu unit persiapan bahan baku, unit sintesa, serta unit finishing. Diklasifikasikan beberapa unit proses, agar dapat dengan mudah dicerna dan memperkecil kesalah pahaman dalam menjelaskan uraian proses pembuatan Natrium hidroksida.

Unit persiapan bahan baku

Di dalam proses ini bahan baku utama yang dipakai yaitu Brine yang di ambil dari PT. IHI Cooperation dan CaO yang di ambil dari PT. Sukses Agra Kampar serta air. Bahan baku Brine di simpan kedalam Bak penyimpanan limbah sedangkan CaO di simpan kedalam Hopper (H-01) pada tekanan masing – masing sebesar 1 atm dan suhu 30 °C. Setelah itu CaO dan air di umpankan ke mixer. Didalam mixer terjadi pencampuran antara CaO dengan air untuk untuk membentuk Ca(OH)_2 . Hasil keluaran mixer (Ca(OH)_2) di panaskan di heat exchanger (HE-01) hingga mencapai suhu 90 °C. Untuk bahan baku Brine di ambil dari bak penyimpanan limbah untuk di panaskan terlebih dahulu di heat exchanger (HE-02) hingga suhu mencapai 90 °C.

Unit Sintesa

Setelah bahan baku di proses di unit persiapan lalu di masukkan ke dalam reaktor. Tipe reaktor yang di pakai adalah Reaktor Alir Tangki Berpengaduk. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor ialah reaksi hidrasi dan menimbulkan reaksi endotermis. Kondisi operasi di reaktor menggunakan suhu sebesar 90 °C dan tekanan sebesar 1 atm. Produk yang keluar dari reaktor kemudian di dinginkan terlebih dahulu di cooler (CL-01) dari suhu 90 °C menjadi suhu 40 °C. Kemudian, produk di masukan ke Settler untuk mengendapkan padatan yang terbentuk dari reaktor. Produk bawah Settler yang mengendap berupa Kalsium karbonat (CaCO_3) akan di teruskan ke UPL sedangkan produk atas settler berupa larutan campuran Natrium klorida (NaCl), Natrium karbonat (Na_2CO_3), Natrium bikarbonat (NaHCO_3), Natrium hidroksida (NaOH) dan air masuk ke Evaporator. Evaporator bertujuan untuk memekatkan produk atas dari Settler, Evaporator yang digunakan adalah *Double effect* karena efisiensi energi. Evaporator dilengkapi dengan operasi Crystallizer terpisah.

Unit Finishing

Hasil dari Evaporator di umpankan ke Crystallizer (CR-01) untuk mengkristalkan Natrium klorida. Hasil dari Crystallizer kemudian masuk ke Centrifuge (CF-01) untuk dipisahkan antara padatan Natrium klorida dan larutan Natrium hidroksida. Produk bawah Centrifuge berupa padatan Natrium klorida (NaCl) akan diteruskan ke Dryer (RD-01) untuk proses pengeringan lebih lanjut. Setelah proses pengeringan produk disimpan ke

dalam tangki penyimpanan produk akhir (Hopper-02) di simpan pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Untuk hasil atas Centrifuge-01 berupa Natrium hidroksida (NaOH) dimasukkan lagi ke Crystallizer (CR-02) untuk mengkristalkan Natrium hidroksida. Hasil dari Crystallizer (CR-02) kemudian dimasukkan ke Centrifuge (CF-02) untuk dipisahkan padatan Natrium hidroksida dengan air. Setelah itu di masukkan ke Dryer (RD-02) untuk proses pengeringan lebih lanjut. Kemudian hasil pengeringan disimpan ke dalam tangki penyimpanan produk akhir (Hopper-03), di simpan pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm.

3.2 Spesifikasi Alat

3.2.1 Hopper Penyimpanan Bahan Baku CaO (S-01)

Tugas	:	Menyimpan sementara CaO dengan waktu tinggal 8 jam
Jenis	:	Tangki Silinder Vertical dengan Conical Bottom Head
Fase	:	Padat
Jumlah	:	1 buah
Volume	:	6,126 m ³
Kondisi Operasi	:	Tekanan = 1 atm Suhu = 30 °C
Spesifikasi	:	Diameter = 1,22 m Panjang = 4,87 m

	Tinggi cone	= 1,22 m
	Tebal Head	= 3/16 in
Bahan	:	<i>Carbon Steel SA 178 grade C</i>
Harga	:	\$10.199

3.2.2 Hopper Penyimpanan Produk Samping NaCl (S-02)

Tugas	:	Menyimpan sementara produk NaCl dengan waktu tinggal 8 jam
Jenis	:	Tangki Silinder Vertical dengan Conical Bottom Head.
Fase	:	Padat
Jumlah	:	1 buah
Volume	:	48,306 m ³
Kondisi Operasi	:	Tekanan = 1 atm Suhu = 30°C
Spesifikasi	:	Diameter = 2,42 m Panjang = 9,69 m Tinggi cone = 2,42 m Tebal Head = 3/16 in
Bahan	:	<i>Carbon Steel SA 178 grade C</i>
Harga	:	\$39.495

3.2.3 Hopper Penyimpanan Produk NaOH (S-03)

Tugas	:	Menyimpan sementara produk NaOH dengan waktu tinggal 8 jam
-------	---	--

Jenis	: Tangki Silinder Vertical dengan Conical Bottom Head.
Fase	: Padat
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 17,224 m ³
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 30°C
Spesifikasi	: Diameter = 1,72 m Panjang = 6,87 m Tinggi cone = 1,72 m Tebal Head = 3/16 in
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 178 grade C</i>
Harga	: \$19.037

3.2.4 Reaktor

Tugas	: Tempat terjadinya reaksi pencampuran Brine dengan Ca(OH) ₂
Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Fase	: Cair
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm Suhu = 90 °C
Spesifikasi	: Diameter = 1,78 m Tinggi = 2,66 m Tebal Shell = 7/16 in

Tebal Head = 7/16 in
 Volume = 8,05 m³
 Tebal Jacket = 15,748032 in
 Tinggi Jacket = 6,246953 ft
 Tebal Isolasi = 3 in
 Jenis Bahan Isolasi = Asbes

Jumlah : 2 buah
 Bahan : Baja Steinless Steel
 Harga : \$516.729

3.2.5 Settler (ST-01)

Tugas : Mengendapkan padatan yang terbentuk keluar dari reaktor
 Jenis : *Silinder Vertikal Settler*
 Kondisi Operasi : Suhu = 40°C
 Tekanan = 1 atm
 Spesifikasi : Diameter = 9 m
 Tinggi = 8 m
 Volume = 468,8913 m³
 Luas Penampang = 62,9837 m²
 Jumlah : 1 buah
 Bahan : *Stainless Steel*
 Harga : \$61.192

3.2.6 Evaporator (EV)

Tugas	: Memekatkan Larutan
Jenis	: <i>Long Tube Vertikal Evaporator</i>
Beban panas	: 23.595.114,78 kcal/jam
Luas Transfer Panas	: 3039,6104 ft ²
Spesifikasi	: Jumlah Pipa = 1.300
	Diameter = 1,83 m
	Tinggi = 5,49 m
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Harga	: \$407.944

3.2.7 Crystallizer (CR-01)

Tugas	: Mengkristalkan NaCl
Jenis	: <i>Oslo Evaporative Crystallizer</i>
Kondisi Operasi	: P = 1 atm
	T = 100,5 °C
Beban panas	: 7.451.128,500 kcal/jam
Spesifikasi	: Diameter = 1,63 m
	Tinggi = 2,45 m
	Tebal Shell = 3/16 in
	Tebal Head = 3/16 in
	Volume = 11,193 m ³
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Harga	: \$129.182

3.2.8 Crystallizer (CR-02)

Tugas	:	Mengkristalkan NaOH
Jenis	:	<i>Oslo Evaporative Crystalyzer</i>
Kondisi Operasi	:	P = 1 atm T = 100,5 °C
Beban panas	:	361.950,3 kcal/jam
Spesifikasi	:	Diameter = 1,32 m Tinggi = 1,98 m Tebal Shell = 3/16 in Tebal Head = 3/16 in Volume = 11,193 m ³
Bahan	:	<i>Stainless Steel</i>
Harga	:	\$142.787

3.2.9 Centrifuge (CF-01)

Tugas	:	Memisahkan padatan NaCl dari larutan yang keluar dari Crystallizer-01
Jenis	:	<i>Automatic Transferring Knife</i>
Kondisi Operasi	:	P = 1 atm T = 88,4 °C
Spesifikasi	:	Diameter bowl = 1,32 m Panjang = 0,69 m Speed = 900 rpm Daya Motor = 350 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$47.593

3.2.10 Centrifuge (CF-02)

Tugas : Memisahkan padatan NaOH dari larutan yang keluar dari Crystallizer-02

Jenis : *Automatic Transferring Knife*

Kondisi Operasi : P = 1 atm

T = 88,4 °C

Spesifikasi : Diameter bowl = 0,91 m

Panjang = 0,35 m

Speed = 900 rpm

Daya Motor = 40 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$27.196

3.2.11 Dryer (RD-01)

Tugas : Mengeringkan produk NaCl yang keluar dari Centrifuge-01

Jenis : *Rotary Dryer*

Kondisi Operasi : P = 1 atm

T = 110 °C

Luas Transfer Panas : 45,233 m³

Spesifikasi : Diameter = 2,033 m

Panjang = 13,36 m

Putaran = 4 rpm

Daya Motor = 40 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$815.889

3.2.12 Dryer (RD-02)

Tugas : Meringankan produk NaOH yang keluar dari
Centrifuge-02

Jenis : *Rotary Dryer*

Kondisi Operasi : P = 1 atm

T = 110 °C

Luas Transfer Panas : 18,149 m³

Spesifikasi : Diameter = 1,22 m

Panjang = 8,93 m

Putaran = 4 rpm

Daya Motor = 20 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$407.944

3.2.13 Mixer (M-01)

Tugas : Melarutkan Ca(OH)₂ dengan pelarut air sebagai
umpan mixer

Jenis : Tangki Berpengaduk

Kondisi Operasi : P = 1 atm

T = 52 °C

Spesifikasi	:	Diameter	= 1,95 m
		Panjang	= 2,93 m
		Volume	= 10,01 m ³
		Tebal Shell	= 3/16
		Tebal Head	= 3/16
		Jumlah Baffle	= 4 buah
		Tipe pengaduk	= Marine dengan 3 blade
		Daya Motor	= 1,5 Hp
Bahan	:	Baja <i>Stainless Steel</i>	
Harga	:	\$33.995	

3.2.14 Heat Exchanger (HE-01)

Tugas	:	Memanaskan umpan Ca(OH) ₂ masuk reaktor dari suhu 52,5 °C menjadi suhu 90 °C dengan pemanas Steam jenuh pada suhu 130 °C.	
Jenis	:	<i>Shell & Tube</i>	
Beban panas	:	2.307.989 kcal/jam	
Luas Transfer Panas	:	196,65 ft ²	
<i>Shell Side</i>	:	Fluida panas	= Steam
		ID	= 13,25 in
		<i>Passes</i>	= 1
		<i>Baffle Space</i>	= 53 in
<i>Tube Side</i>	:	Fluida dingin	= Ca(OH) ₂
		Panjang	= 3,6576 m

OD, BWG = 0,75, 16
 ID = 0,62 in
Pitch = 1 *square pitch*
Passes = 4
 Jumlah Tube = 83

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$25.836

3.2.15 Heat Exchanger (HE-02)

Tugas : Memanaskan umpan Larutan Garam masuk reaktor dari suhu 30 °C menjadi suhu 90 °C dengan pemanas Steam jenuh pada suhu 130 °C.

Jenis : *Shell & Tube*

Beban panas : 9.592.216 kcal/jam

Luas Transfer Panas : 707,67 ft²

Shell Side : Fluida panas = Steam

ID = 19,25 in

Passes = 1

Baffle Space = 77 in

Tube Side : Fluida dingin = Brine

Panjang = 4,8768 m

OD, BWG = 0,75, 16

ID = 0,62 in

Pitch = 1 *square pitch*

Passes = 2

Jumlah Tube = 225

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$54.393

3.2.16 Heat Exchanger (CL-01)

Tugas : Mendinginkan Hasil Reaktor dari suhu 90 °C menjadi suhu 40 °C dengan pendingin masuk pada suhu 30 °C keluar pada suhu 50 °C.

Jenis : *Shell & Tube*

Beban panas : 2.794.394 kcal/jam

Luas Transfer Panas : 2.196,564 ft²

Shell Side : Fluida dingin = Air

ID = 33 in

Passes = 2

Baffle Space = 0,21 m

Tube Side : Fluida dingin = umpan keluaran Reaktor (R- 01)

Panjang = 4,88 m

OD, BWG = 0,75, 10

ID = 0,48 in

Pitch = 1 square pitch

Passes = 4

Jumlah Tube = 699

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$95.187

3.2.17 Pompa (P-01)

Tugas : Mengalirkan umpan Limbah garam dari bak penampung menuju Reaktor.

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40
 IPS = 2,5 in
Total head = 17,1 m
 Kecepatan Putar = 1750 rpm
 BHP = 5,677 Hp

Motor Standard = 7,5 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$9.655

3.2.18 Pompa (P – 02)

Tugas : Mengalirkan air pelarut CaO dari bak utilitas menuju Mixer (M-01)

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40
 IPS = 1,5 in
Total head = 23,97 m
 Kecepatan Putar = 1750 rpm
 BHP = 2,537 Hp

Motor Standard = 3 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$6.527

3.2.19 Pompa (P-03)

Tugas : Mengalirkan Larutan Ca(OH)_2 dari Mixer menuju Reaktor

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40

IPS = 1,5 in

Total head = 12,47 m

Kecepatan Putar = 1750 rpm

BHP = 1,448 Hp

Motor Standard = 1,5 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$6.391

3.2.20 Pompa (P-04)

Tugas : Mengalirkan hasil reaksi dari Reaktor I menuju Reaktor II

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40

IPS = 3 in

Total head = 10,79 m

Kecepatan Putar = 1750 rpm

BHP = 4,832 Hp

Motor Standard = 5 Hp
 Bahan : *Stainless Steel*
 Harga : \$11.286

3.2.21 Pompa (P-05)

Tugas : Mengalirkan hasil reaksi dari Reaktor II menuju Settler
 Tipe : *Centrifugal*
 Spesifikasi : Sch. No = 40
 IPS = 3 in
Total head = 10,79 m
 Kecepatan Putar = 1750 rpm
 BHP = 4,832 Hp

Motor Standard = 5 Hp
 Bahan : *Stainless Steel*
 Harga : \$11.286

3.2.22 Pompa (P-06)

Tugas : Mengalirkan produk Overflow dari Settler menuju Evaporator
 Tipe : *Centrifugal*
 Spesifikasi : Sch. No = 40
 IPS = 3 in
Total head = 11,88 m
 Kecepatan Putar = 1750 rpm

BHP = 5,099 Hp

Motor Standard = 5 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$11.354

3.2.23 Pompa (P-07)

Tugas : Mengalirkan hasil bawah Evaporator efek I
menuju Evaporator efek II

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40

IPS = 2 in

Total head = 3,94 m

Kecepatan Putar = 1750 rpm

BHP = 1,733 Hp

Motor Standard = 2 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$6.935

3.2.24 Pompa (P-08)

Tugas : Mengalirkan produk dari Evaporator efek II
menuju Crystallizerr

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40

IPS = 2 in

Total head = 6,94 m

Kecepatan Putar = 1750 rpm

BHP = 1,210 Hp

Motor Standard = 1,50 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$6.935

3.2.25 Pompa (P-09)

Tugas : Mengalirkan hasil dari Crystallizer menuju
Centrifuge

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40

IPS = 1 in

Total head = 9,63 m

Kecepatan Putar = 1750 rpm

BHP = 0,587 Hp

Motor Standard = 0,75 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$5.167

3.2.26 Pompa (P-10)

Tugas : Mengalirkan fase cair dari Centrifuge I menuju
Cristallizer II

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40

IPS = 2,5 in

Total head = 131,96 m

Kecepatan Putar = 1750 rpm

BHP = 2,422 Hp

Motor Standard = 3 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$14.958

3.2.27 Pompa (P-11)

Tugas : Mengalirkan fase cair dari Cristallizer II menuju
Centrifuge II

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40

IPS = 4 in

Total head = 6,85 m

Kecepatan Putar = 1750 rpm

BHP = 7,523 Hp

Motor Standard = 7,5 Hp

Bahan : *Stainless Steel*

Harga : \$13.870

3.2.28 Pompa (P-12)

Tugas : Mengalirkan recycle dari Centrifuge II menuju
Cristallizer II

Tipe : *Centrifugal*

Spesifikasi : Sch. No = 40

	IPS	= 4 in
	<i>Total head</i>	= 6,91 m
	Kecepatan Putar	= 1750 rpm
	BHP	= 6,831 Hp
	<i>Motor Standard</i>	= 7,5 Hp
	Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
	Harga	: \$13.870

3.2.29 Screw Conveyor (SC-01)

	Tugas	: Mengangkut serbuk Kapur menuju Mixer
	Tipe	: <i>Screw Conveyor</i>
	Spesifikasi	: Diameter = 0,1524 m
		Panjang = 9,144 m
		Volume = 5,89 ft ³
		Kecepatan Putar = 85 rpm
	Daya Motor	= 0,5 Hp
	Bahan	: <i>Steel</i>
	Harga	: \$3.400

3.2.30 Screw Conveyor (SC-02)

	Tugas	: Mengangkut produk bawah dari Settler menuju UPL
	Tipe	: <i>Screw Conveyor</i>
	Spesifikasi	: Diameter = 0,1524 m
		Panjang = 9,144 m

	Volume	= 5,89 ft ³
	Kecepatan Putar	= 85 rpm
Daya Motor	=	0,5 Hp
Bahan	:	<i>Steel</i>
Harga	:	\$3.400

3.2.31 Screw Conveyor (SC-03)

Tugas	:	Mengangkut NaCl dan Ca(OH) ₂ dari Centrifuge menuju Dryer
Tipe	:	<i>Screw Conveyor</i>
Spesifikasi	:	Diameter = 0,1524 m
	:	Panjang = 9,144 m
	:	Volume = 5,89 ft ³
	:	Kecepatan Putar = 85 rpm
Daya Motor	=	0,75 Hp
Bahan	:	<i>Steel</i>
Harga	:	\$3.400

3.2.32 Screw Conveyor (SC-04)

Tugas	:	Mengangkut NaCl dari Dryer menuju Hopper (H-02)
Tipe	:	<i>Screw Conveyor</i>
Spesifikasi	:	Diameter = 0,1524 m
	:	Panjang = 9,144 m
	:	Volume = 5,89 ft ³

	Kecepatan Putar	= 85 rpm
Daya Motor	=	0,5 Hp
Bahan	:	<i>Steel</i>
Harga	:	\$3.400

3.2.33 Screw Conveyor (SC-05)

Tugas	:	Mengangkut NaOH dari Centrifuge II menuju Dryer II (RD-02)
Tipe	:	<i>Screw Conveyor</i>
Spesifikasi	:	Diameter = 0,1524 m
		Panjang = 9,144 m
		Volume = 5,89 ft ³
		Kecepatan Putar = 85 rpm
Daya Motor	=	0,5 Hp
Bahan	:	<i>Steel</i>
Harga	:	\$3.400

3.2.34 Screw Conveyor (SC-05)

Tugas	:	Mengangkut NaOH dari Dryer II menuju Hopper III (H-03)
Tipe	:	<i>Screw Conveyor</i>
Spesifikasi	:	Diameter = 0,1524 m
		Panjang = 9,144 m
		Volume = 5,89 ft ³
		Kecepatan Putar = 85 rpm

Daya Motor = 0,5 Hp

Bahan : *Steel*

Harga : \$3.400