

**PRARANCANGAN PABRIK *SODIUM HYDROXIDE* (NaOH)
DARI NATRIUM KLORIDA (NaCl)
DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Sarjana Terapan (S-1) Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan
Jurusan Teknik Kima
Politeknik Negeri Ujung Pandang

SANDY 431 20 053

NADIAH 431 20 068

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
JURUSAN TEKNIK KIMIA
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG
MAKASSAR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik *Sodium Hydroxide* (NaOH) Dari Natrium Klorida (NaCl) Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”** oleh Sandy, Nim 43120053 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 4 Oktober 2024

Menyetujui

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Dr. Joice Manga, S.T., M.T.
NIP. 19731215 200312 2001



Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc.
NIP. 19900402 201903 2028

Mengetahui

Kordinator Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan



Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng
NIP. 19730409 200312 2002

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini dengan **judul Pra Rancangan Pabrik *Sodium Hydroxide* (NaOH) Dari Natrium Klorida (NaCl) Kapasitas 20.000 Ton/Tahun** oleh Nadiah Nim 431 20 068 telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, 4 Oktober 2024

Menyetujui

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Dr. Joice Manga, S.T., M.T.
NIP. 19731215 200312 2001



Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc.
NIP. 19900402 201903 2028

Mengetahui

Kordinator Program Studi
D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan





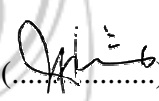
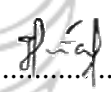



Ir. Yuliani HR., S.T., M.Eng
NIP. 19730409 200312 2002

HALAMAN PENERIMAAN

Pada Hari ini, Senin tanggal 30 September 2024, tim penguji ujian skripsi telah menerima skripsi oleh mahasiswa Sandy NIM 431 20 053 dengan judul “Pra Rancangan Pabrik *Sodium Hydroxide* (NaOH) dari Natrium Kloria (NaCl) Dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”.

Makassar, 11 Oktober 2024

Tim Penguji Ujian Skripsi :



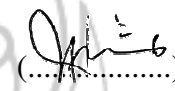
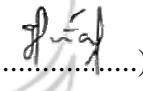



- 
1. Drs. Herman Bangngalino, M.T. Ketua 
 2. Dra. Abigael Todingbua', M.Si. Sekertaris 
 3. Rahmiah Sjafruddin, S.T.,M.Eng. Anggota 
 4. Ir. Hastami Murdiningsih, M.T. Anggota 
 5. Dr. Joice Manga, S.T., M.T. Anggota 
 6. Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc. Anggota 

HALAMAN PENERIMAAN

Pada Hari ini, Senin tanggal 30 September 2024, tim penguji ujian skripsi telah menerima skripsi oleh mahasiswa Nadiah NIM 431 20 068 dengan judul “Pra Rancangan Pabrik *Sodium Hydroxide* (NaOH) dari Natrium Klorida (NaCl) Dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”.

Makassar, 11 Oktober 2024

Tim Penguji Ujian Skripsi :

- 
1. Drs. Herman Banggalino, M.T. Ketua 
 2. Dra. Abigael Todingbua', M.Si. Sekertaris 
 3. Rahmiah Sjafruddin, S.T.,M.Eng. Anggota 
 4. Ir. Hastami Murdiningsih, M.T. Anggota 
 5. Dr. Joice Manga, S.T., M.T. Anggota 
 6. Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc. Anggota 

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kami panjatkan kehadiran Allah Swt. karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulisan Skripsi ini yang berjudul **“Prarancangan Pabrik *Sodium Hydroxide* (NaOH) Dari Natrium Klorida (NaCl) Dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”** dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi ini merupakan hasil prarancangan pabrik yang dikerjakan mulai Maret 2024 . Dalam menyelesaikan proposal skripsi ini tidak sedikit hambatan dan kesulitan yang kami alami. Namun, hambatan tersebut dapat teratasi berkat bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak maka segala hambatan dan kesulitan dapat penulis atasi. Untuk itu, penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

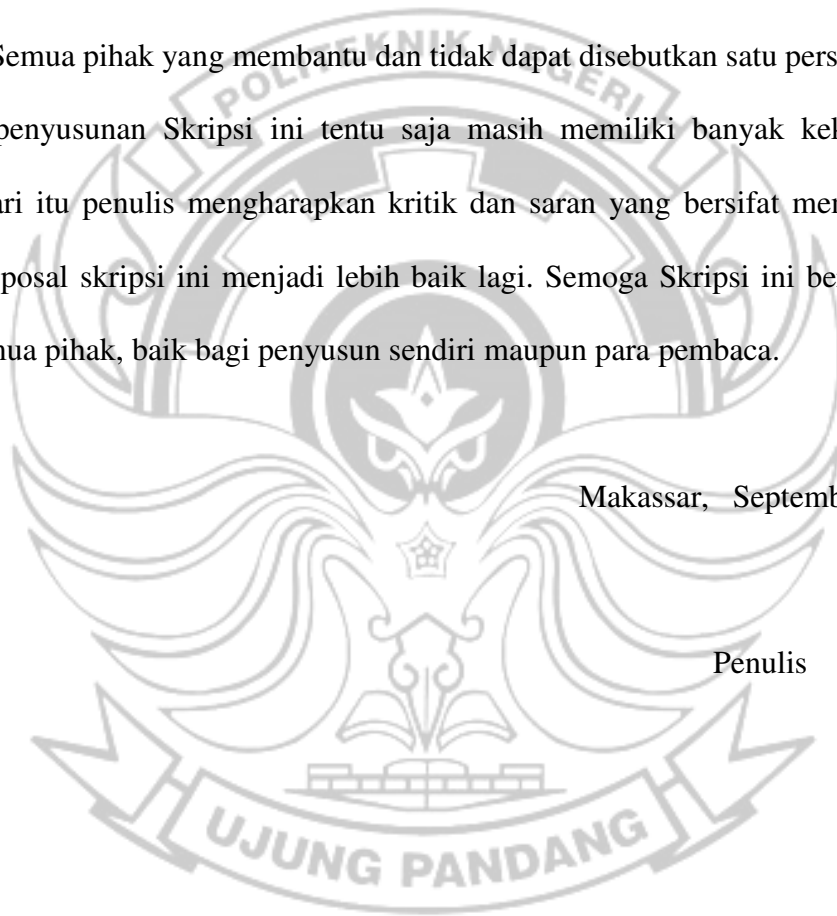
1. Kedua orang tua serta segenap keluarga yang senantiasa memberikan dukungan, moril maupun materi kepada penulis.
2. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
3. Bapak Wahyu Budi Utomo, HND., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Ir Yuliani HR., S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi D-4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Dr. Joice Manga ,S.T., M.T sebagai pembimbing I dan Ibu Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc. selaku pembimbing II.

6. Seluruh Dosen dan staf *civitas* Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah mengajar dan memberikan ilmunya kepada penulis.
7. Teman-teman Ahli Jenjang D4 Teknologi Rekayasa Kimia Berkelanjutan Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah memberikan dukungan dan menjadi penyemangat dalam penyusunan skripsi ini.
8. Semua pihak yang membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Dalam penyusunan Skripsi ini tentu saja masih memiliki banyak kekurangan maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar proposal skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga Skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak, baik bagi penyusun sendiri maupun para pembaca.

Makassar, September 2024

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PE	iii
HALAMAN PENERIMAAN	iv
HALAMAN PENERIMAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
SURAT PERNYATAAN	xv
SURAT PERNYATAAN	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
RINGKASAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kapasitas Prarancangan	2
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	10
1.4 Tinjauan Pustaka	13
BAB II DESKRIPSI PROSES	23
2.1 Spesifikasi Bahan Baku	23
2.2 Konsep Proses	25
2.3 Langkah Proses	28
2.4 Diagram Kualitatif Aliran Proses	31

2.5 Diagram Kuantitatif.....	32
BAB III NERACA MASSA.....	34
BAB IV NERACA PANAS.....	40
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	47
BAB VI UTILITAS.....	63
6.1 Unit Penyediaan Air.....	63
6.2 Unit Penyediaan Steam.....	65
6.3 Sistem Pengolahan Air.....	65
6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan.....	71
6.5 Unit Penyediaan Listrik.....	73
6.6 Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	74
BAB VII INSTRUMEN DAN KESELAMATN KERJA.....	76
7.1 Instrumentasi.....	76
7.2 Keselamatan Kerja.....	80
7.3 Alat Prlindungan Diri (APD).....	85
BAB VIII STRUKTUR ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	89
8.1 Bentuk Perusahaan.....	89
8.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	90
8.3 Pembagian Tugas dan Wewenang.....	93
8.4 Jam Kerja.....	95
8.5 Jumlah Karyawan.....	96
8.6 Jaminan Sosial.....	97
8.7 Sistem Pengajian.....	97
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	100
9.1 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	100

9.2 Tata Letak pabrik.....	103
BAB X ANALISIS EKONOMI.....	112
10.1 Kajian Ekonomi.....	112
10.2. Analisis Kelayakan Ekonomi.....	116
BAB XI KESIMPULAN.....	117
DAFTAR PUSTAKA.....	121



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A.....	LA.1
LAMPIRAN B.....	LA.1
LAMPIRAN C.....	LA.1
LAMPIRAN D.....	LA.1
LAMPIRAN E.....	LA.1



DAFTAR TABEL

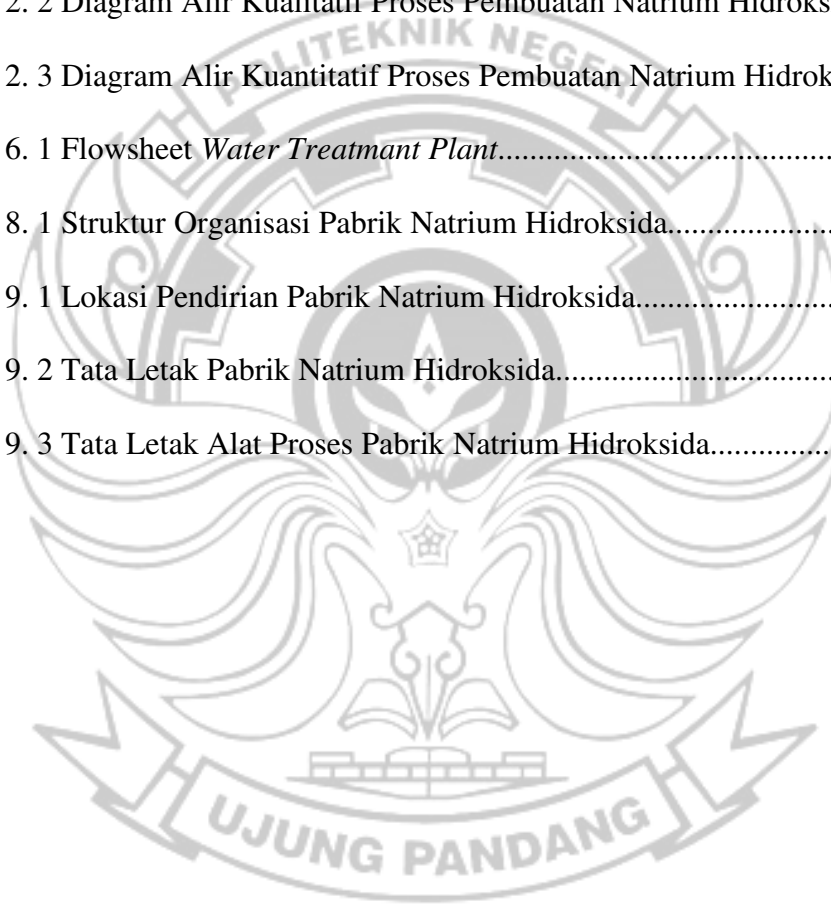
Tabel 1. 1 Produsen dan Kapasitas Pabrik NaOH di Indonesia	3
Tabel 1. 2 Produsen dan Kapasitas NaCl di Indonesia	4
Tabel 1. 3 Produksi NaOH di Indonesia pada Tahun 2018-2022	4
Tabel 1. 4 Data Impor NaOH di Indonesia, 2018-2022	5
Tabel 1. 5 Data Kebutuhan NaOH di Indonesia	6
Tabel 1. 6 Persen Pertumbuhan Impor, Kebutuhan & Produksi NaOH	7
Tabel 1. 8 Komposisi Garam Industri	14
Tabel 1. 9 Standar Baku Mutu Natrium Hidroksida Padat	14
Tabel 1. 10 Perbedaan Sel Elektrolisis	20
Tabel 1. 11 Kelebihan dan Kekurangan Sel Elektrolisis	20
Tabel 3. 1 Komposisi Bahan Baku NaCl	35
Tabel 3. 2 Neraca massa <i>mixing tank</i>	35
Tabel 3. 4 Neraca massa Elektrolisis sel membran	36
Tabel 3. 5 Neraca massa Evaporator - 101	37
Tabel 3. 6 Neraca massa Evaporator 2	37
Tabel 3. 8 Neraca massa <i>Cristalizer</i>	38
Tabel 3. 9 Neraca massa <i>Centrifuge</i>	38
Tabel 3. 10 Neraca massa <i>Rotary dryer</i>	39
Tabel 4. 1 Neraca Panas Total <i>Heater</i>	40
Tabel 4. 2 Neraca Panas Elektrolizer Sel Membran	41
Tabel 4. 3 Neraca Panas <i>Condensor</i>	41
Tabel 4. 4 Neraca Panas Evaporator – 101	42
Tabel 4. 5 Neraca Panas <i>Barometric Kondensor</i>	42
Tabel 4. 6 Neraca Panas Evaporator -102	43
Tabel 4. 7 Neraca Panas <i>Barometric Condensor</i>	43
Tabel 4. 8 Neraca Panas Cooler	44
Tabel 4. 9 Neraca Panas <i>Cristallizer</i>	44
Tabel 4. 10 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i>	45
Tabel 4. 11 Neraca Panas <i>Heater</i> Udara Panas	45

Tabel 4. 12 Neraca Panas <i>Cooling Conveyor</i>	46
Tabel 6. 1 Kebutuhan <i>Steam</i> Peralatan.....	65
Tabel 6. 2 Perhitungan Pompa Utilitas.....	72
Tabel 6. 3 Total Kebutuhan Udara.....	73
Tabel 6. 4 Tabel Kebutuhan Listrik.....	73
Tabel 6. 5 Total kebutuhan bahan bakar.....	74
Tabel 9. 1 Keterangan Gambar Tata Letak Pabrik Natrium Hidroksida	106
Tabel 10. 1 Komponen Biaya Langsung (Direct Cost, DC).....	113
Tabel 10. 2 Komponen Biaya Tidak Langsung Indirect Cost, IC).....	113
Tabel 10. 3 Komponen Biaya Produksi Langsung.....	115
Tabel 10. 4 Komponen Biaya <i>Fixed Charges</i> (FC).....	115
Tabel 10. 5 Komponen Biaya <i>General Expense</i>	116
Tabel 10. 6 Komponen Biaya <i>Fixed Charges</i> (FC).....	117
Tabel 10. 7 Komponen Biaya <i>Variabel Cost</i> (VC).....	118
Tabel 10. 8 Komponen Biaya <i>Variabel Cost</i> (VC).....	118



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perolehan Data Impor, Kebutuhan & Produksi Natrium Hidroksida Dalam Satuan Ton/ Tahun di Indonesia Tahun 2018-2022	6
Gambar 1.2 Lokasi Pendirian Pabrik Natrium Hidroksida	13
Gambar 2. 1 Proses Terbentuknya Natrium Hidroksida Dalam Sel Membran	29
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kualitatif Proses Pembuatan Natrium Hidroksida	31
Gambar 2. 3 Diagram Alir Kuantitatif Proses Pembuatan Natrium Hidroksida ...	32
Gambar 6. 1 Flowsheet <i>Water Treatment Plant</i>	75
Gambar 8. 1 Struktur Organisasi Pabrik Natrium Hidroksida	92
Gambar 9. 1 Lokasi Pendirian Pabrik Natrium Hidroksida	103
Gambar 9. 2 Tata Letak Pabrik Natrium Hidroksida	108
Gambar 9. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Natrium Hidroksida	111



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertand tangan dibawah ini:

Nama : Sandy

NIM : 43120053

Menyatakan bahwa dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik *Sodium Hydroxide* (NaOH) dari Natrium Klorida (NaCl) Dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”** merupakan gagasan dan hasil karya sendiri dengan arahan dari pembimbing kami.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan diantumkan dalam daftar pustaka skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diaas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh PoliteknikNegeri Ujung Pandang.

Makassar, 30 September 2024



Sandy
43120053

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertand tangan dibawah ini:

Nama : Nadiah

NIM : 43120068

Menyatakan bahwa dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik *Sodium Hydroxide* (NaOH) dari Natrium Klorida (NaCl) Dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”** merupakan gagasan dan hasil karya sendiri dengan arahan dari pembimbing kami.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan diantumkan dalam daftar pustaka skripsi ini.

Jika pernyataan saya tersebut diaas tidak benar, saya siap menanggung resiko yang ditetapkan oleh PoliteknikNegeri Ujung Pandang.

Makassar, 30 September 2024



Nadiah
43120068

DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
a't	in ²	Luas aliran per <i>tube</i>
a''	in ²	<i>Surface per lin tube</i>
a	in	<i>Inside corer radius</i>
A	m ²	Luas permukaan
b	in	<i>Depth of dish</i>
B	in	<i>Baffle spacing</i>
BHP	Hp	<i>Broke Horse Power</i>
BM	kg/kmol	Massa molekul relatif
BWG		<i>Birmingham Wire Gauge</i>
C	in	Faktor korosi
C	m	Jarak pengaduk ke dasar tangki
C'	in	<i>Clearance</i>
Co		<i>Orifice coefficient</i>
Cp	kkal/kg.C	Kapasitas panas
D	m	Diameter
Da	m	Diameter pengaduk
De	in	Diameter ekuivalen <i>shell</i>
Dt	m	Diameter tangki
E		<i>Welded-joint efficiency</i>
F	kg/jam	Laju alir
FT		<i>Temperature Difference Factor</i>
f	psia	<i>Allowable Working Stress</i>
g	m/s ²	Percepatan gravitasi
Gs	lb/ft ² .h	<i>Mass velocity</i>
hi	Btu/hr ft ² °F	Koefisien perpindahan panas <i>tube</i>
hio	Btu/hr ft ² °F	Koefisien perpindahan panas dalam <i>tube</i>
ho	Btu/hr ft ² °F	Koefisien perpindahan panas <i>shell</i>
ht	mm	Total plate pressure drop
hw	m	Tinggi <i>weir</i>
H	m	Tinggi tangki
Ht	m	Tinggi tangki
Hv		Entalpi vapor
HL		Entalpi liquid
icr	in	<i>Inside corer radius</i>
jH		Faktor perpindahan panas

J	m	Tebal <i>baffle</i>
L	ft	Panjang <i>tube</i>
L	m	Panjang pengaduk
L _w	m	Panjang <i>weir</i>
LMTD	°F	<i>Log mean temperature difference</i>
m	kg	Massa
n	%	Efisiensi motor penggerak
N	rpm	Kecepatan pengaduk
N _p		Power Pengaduk
N _{re}		Bilangan Reynold
N _t		Jumlah <i>tube</i>
NPS	in	<i>Nominal pipe size</i>
OA	in	Tinggi <i>head</i>
P _d	kPa, psi	Tekanan desain
P _h	kPa	Tekanan hidrostatik
P _o	kPa	Tekanan operasi
P _t	in	<i>Tube pitch</i>
Q	kkal/jam	Laju perpindahan panas
Q _{in}	kkal/jam	Laju panas masuk
Q _{out}	kkal/jam	Laju panas keluar
Q _{supply}	kkal/jam	Laju Panas yang disuplai
r	in	<i>Radius of dish</i>
R _d	ft ² hr °F/Btu	Faktor pengotor
sf	in	<i>Straight flange</i>
sg		<i>Specific gravity</i>
t	in	Tebal <i>head</i>
t _c	°F	Suhu rata-rata fluida dingin
t _h	in	Tebal <i>head</i>
t _s	in	Tebal dinding tangki
t _w	°F	Temperature dinding
t ₁	°F	Temperatur fluida dingin masuk
t ₂	°F	Temperatur fluida dingin keluar
T	°K	Temperatur
T _c	°F	Suhu rata-rata fluida panas
T _{ref}	°K	Temperatur referensi
T ₁	°F	Temperatur fluida panas masuk
T ₂	°F	Temperatur fluida panas keluar
U _c	Btu/ft ² hr °F	Koefisien perpindahan panas bersih

Ud	Btu/ft ² hr °F	Koefisien perpindahan panas desain
ug	m/s	Kecepatan terminal partikel padatan
û _h	m/s	Kecepatan uap maksimum through hole
ũ _h	m/s	Kecepatan uap minimum desain
Vl	m ³	Volume larutan
Vt	m ³	Volume tangki
w	kg/jam; lb/h	Laju alir fluida dingin
W	kg/jam; lb/h	Laju alir fluida panas
W	m	Tebal pengaduk
WELH	m, ft	<i>Water equivalent liquid height</i>
x		Fraksi mol cair
y		Fraksi mol uap
μ _w	Btu/lb hr	<i>Viscosity at tube-wall teperaure</i>
η	%	Efisiensi
ρ	kg/m ³	Densitas
μ	cP, kg/m.s	Viskositas
Σ	m ²	Luas centrifuge
φ		The viscosity ratio
ε	mm	<i>Absolute roughness</i>
ΔH	kcal/kmol	Perubahan entalpi
ΔH ^{°f}	kcal/kmol	Panas pembentukan
ΔH _{rx}	kcal/kmol	Panas reaksi
ΔT	°K	Perubahan suhu
ΔP	psi	<i>Pressure drop</i>
s	-	<i>Shell</i>
t	-	<i>Tube</i>

RINGKASAN

Natrium Hidroksida merupakan salah satu bahan kimia yang penting untuk industri-industri yang lain, seperti pada industri sabun, industri natrium hipoklorit sebagai desinfektan, industri tekstil, dan industri pulp, serta dapat digunakan secara langsung untuk mengendalikan tingkat keasaman atau pH karena memiliki sifat basa kuat.

Pendirian pabrik *Sodium Hydroxide* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun direncanakan akan dibangun di Jl. Salodong, Makassar, Sulawesi Selatan. Pabrik ini akan beroperasi selama 24 jam dalam sehari, 330 hari dalam setahun dengan bahan baku yang digunakan berupa natrium klorida. *Sodium hydroxide* diproduksi menggunakan *reactor elektrolisis* yang beroperasi pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm. Kemudian dilanjutkan dengan diuapkan kadar airnya menggunakan *double effect evaporator* pada suhu 105°C. Setelah itu produk dikristalkan pada suhu 30°C kemudian dikeringkan menggunakan *rotary dryer* dengan bantuan udara panas pada suhu 110 °C dan akan terbentuk produk kristal NaOH 98%.

Adapun kebutuhan air utilitas sebesar 92.963,494 kg/jam, kebutuhan steam 4.820,375kg/jam, Kebutuhan Udara 40.769,4755 kg/jam, kebutuhan listrik 156,7036 Kw dan bahan bakar diesel oil 17,1673 l/jam. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan system garis dan staf membutuhkan tenaga kerja sebanyak 150 orang.

Ditinjau dari segi ekonomi, pabrik ini membutuhkan biaya produksi sebesar Rp 361.475.022.637,44 dengan total penjualan sebesar Rp 593.993.897.323,200. Analisis ekonomi pabrik ini dapat disimpulkan: presentasi ROI sebelum pajak 67,31% dan ROI setelah pajak 43,75%. Nilai POT setelah pajak sebesar 1,6 tahun. BEP sebesar 45,23%, SDP sebesar 16,66% dan IRR sebesar 50,0685. Berdasarkan data evaluasi ekonomi tersebut, maka pabrik natrium hidroksida ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Sodium Hydroxide, Natrium Klorida, Elektrolisis

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang masih meningkatkan pembangunan segala bidang, khususnya di bidang industri kimia. Industri kimia berperan penting dalam menyediakan bahan kimia dasar yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan masyarakat. Seiring dengan meningkatnya permintaan pasar dan kebutuhan masyarakat terhadap berbagai produk industri seperti sabun, minyak goreng, tekstil, kertas dan sebagainya, sehingga Indonesia dituntut untuk mampu bersaing dengan negara lain dalam bidang industri. Sektor industri memiliki pengaruh besar dalam kemajuan dan pertumbuhan ekonomi suatu negara untuk berkembang. Saat ini, bahan kimia dasar seperti NaOH atau soda kaustik memegang peranan vital dalam berbagai proses produksi di industri Indonesia.

Natrium hidroksida merupakan salah satu bahan kimia dasar yang sangat penting, digunakan baik sebagai bahan baku utama maupun bahan baku pendukung dalam proses produksi. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2022), kebutuhan natrium hidroksida di Indonesia cukup tinggi dan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun tercatat sekitar 504.206,49 ton/tahun sedangkan rata-rata data impor *sodium hydroxide* tahun 2018-2022 sebanyak 54.920,11 ton/tahun, oleh karena itu perlu dirancang pabrik dengan kapasitas 20.000 ton/tahun untuk memenuhi 20% kebutuhan NaOH di tahun pendirian pabrik. Mendirikan pabrik natrium hidroksida memiliki potensi yang menguntungkan, diantaranya yaitu dapat memenuhi kebutuhan domestik, mendorong pertumbuhan

industri lainnya di Indonesia, mengurangi kegiatan impor dari luar negeri, meningkatkan pendapatan devisa negara, serta menciptakan lapangan kerja.

Bahan baku utama yang digunakan adalah garam (NaCl), yang biasanya diperoleh dari tambang garam atau air laut, dan diolah dalam bentuk larutan (brine). Proses produksi NaOH yang paling umum digunakan adalah elektrolisis larutan garam, yang menghasilkan NaOH , gas klorin (Cl_2), dan gas hidrogen (H_2). Dalam elektrolisis, ion klorida dioksidasi pada anoda menjadi gas klorin, sementara ion natrium direduksi pada katoda, menghasilkan NaOH dan gas hidrogen sebagai produk samping. Ada beberapa jenis sel elektrolisis yang digunakan dalam industri, seperti sel membran, sel diafragma, dan sel raksa. Namun, teknologi sel membran lebih sering dipilih karena lebih ramah lingkungan dan tidak melibatkan penggunaan raksa yang berbahaya. Produk samping yang dihasilkan, terutama gas klorin dan hidrogen, dapat dimanfaatkan untuk keperluan industri lain, misalnya produksi asam klorida (HCl) dan bahan bakar.

1.2 Kapasitas Prarancangan

Dalam mendirikan pabrik, penting untuk menetapkan kapasitas produksi untuk mengatasi permintaan natrium hidroksida baik di dalam maupun di luar negeri. Estimasi kapasitas produksi dapat diputuskan berdasarkan permintaan konsumen setiap tahun dan perkembangan industri dalam beberapa tahun mendatang. Dalam penentuan kapasitas prarancangan natrium hidroksida dari natrium klorida, terdapat beberapa pertimbangan yang perlu dilakukan yaitu:

1.2.1 Kapasitas Pabrik NaOH yang Telah Berdiri

Dalam prarancangan suatu pabrik, kapasitas produksi mempunyai peran penting karena jumlah dan jenis produk yang dihasilkan harus dapat menghasilkan laba yang maksimal dengan biaya yang minimal. Di Indonesia, natrium hidroksida telah diproduksi sejak lama dan terdapat beberapa perusahaan yang menerjuni bidang industri ini. Adapun perusahaan natrium hidroksida yang beroperasi di Indonesia dapat di lihat pada Tabel 1.1 berikut:

Tabel 1. 1 Produsen dan Kapasitas Pabrik NaOH di Indonesia

Nama Perusahaan	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
PT Ashimas Chemical	700.000
PT Soda Samutera	6.400
PT Sulfindo Adiusaha	320.000
PT Toba Pulp Lestari Tbk	60.000
PT Pindo Deli Pulp and Paper Mills	80.000

(Sumber: Indonetnetwork, 2024)

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi NaOH adalah NaCl. Berdasarkan Kemeperin, 2024 industri NaCl terbesar di Indonesia adalah PT Garam Persero oleh karena itu bahan baku akan diambil dari PT Garam Persero dan PT Wira Kusuma yang terletak dekat dengan pendirian pabrik sehingga dapat dipertahankan resiko defisit bahan baku dapat diminimalkan.

Adapun beberapa produsen bahan baku yang ada di Indonesia dapat di lihat pada Tabel 1.2. berikut:

Tabel 1. 2 Produsen dan Kapasitas NaCl di Indonesia

Pabrik	Produk	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
PT Garam Persero	NaCl	Gresik	500.000
PT Cheetham Garam Indonesia	NaCl	Cilegon	115.500
PT UNiChem Candi Indonesia	NaCl	Gresik	300.000
PT Wira Kusuma	NaCl	Makassar	400.000

Sumber: Kementerian Perindustrian (2024)

1.2.3 Kapasitas Produksi

a. Metode Regresi Linear

1. Produksi

Salah satu faktor penting dalam pendirian pabrik adalah penentuan kapasitas produksi pabrik. Prarancangan pabrik natrium hidroksida dari NaCl dengan metode membran sel elektrolisis direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2027. Menurut Badan Pusat Statistik (2022) produksi natrium hidroksida mengalami penurunan dalam waktu empat tahun terakhir namun kembali mengalami kenaikan pada tahun 2022, dapat di lihat pada Tabel 1.3 berikut :

Tabel 1. 3 Produksi NaOH di Indonesia pada Tahun 2018-2022

Tahun	Produksi (Ton/Tahun)
2018	588.821
2019	423.707
2020	448.658
2021	361.784
2022	399.333

(Sumber: BPS, 2022 dalam Albana, 2022)

2. Impor

Walaupun natrium hidroksida sudah mampu diproduksi di dalam negeri akan tetapi penggunaan bahan kimia tersebut masih cukup besar. Banyak dari pelaku industri harus mengimpor dari luar negeri bahan kimia tersebut untuk memenuhi kebutuhan industri. Disisi lain saat ini sejumlah pelabuhan di tanah air sudah bisa disinggahi kapal besar untuk menurunkan barangnya. Berdasarkan data badan pusat statistik, impor bahan kimia dalam lima tahun terakhir tumbuh dengan rata-rata 59,74% pertahun. Berikut data impor NaOH tahun 2018-2022 dapat di lihat pada Tabel 1.4

Tabel 1. 4 Data Impor NaOH di Indonesia, 2018-2022

Tahun	Impor (Ton/Tahun)
2018	64.113,38
2019	48.476,04
2020	65.909,32
2021	63.652,44
2022	56.577,87

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2024)

3. Kebutuhan Natrium Hidroksida

Mengingat masih banyaknya industri pemakai natrium hidroksida yang tergabung dalam industri lainnya, maka kebutuhannya masih cukup besar. Data kebutuhan natrium hidroksida dalam negeri maka dapat dihitung menggunakan persamaan 1.1 berikut:

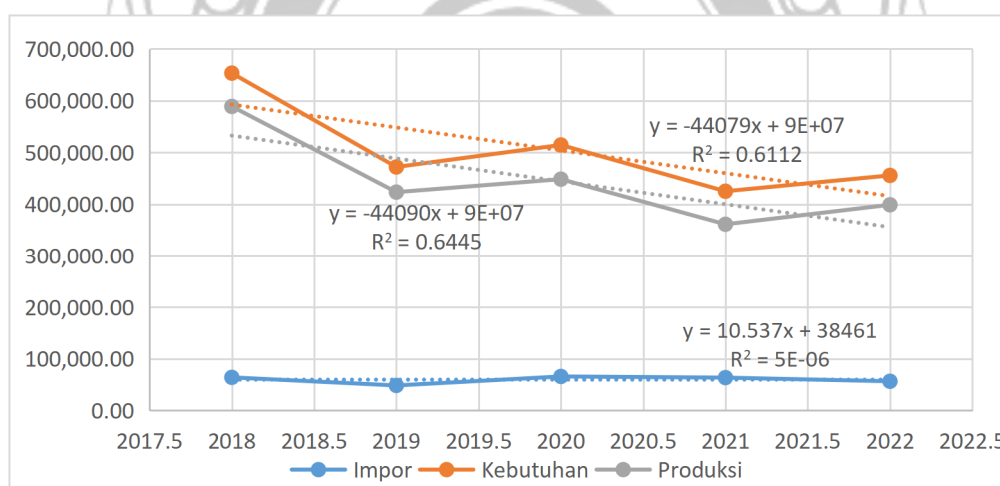
$$\text{Kebutuhan} = \text{Produksi} + \text{Impor} \dots \dots \dots (1.1)$$

Berdasarkan persamaan 1.1 diperoleh data kebutuhan NaOH di Indonesia dari tahun 2018-2022 yang dapat di lihat pada Tabel 1.5

Tabel 1. 5 Data Kebutuhan NaoH di Indonesia

Tahun	Kebutuhan (Ton/Tahun)
2018	652.934,38
2019	472.183,04
2020	514.567,32
2021	425.436,44
2022	455.911,25

Berdasarkan data produksi, impor, dan kebutuhan yang telah diperoleh maka diperoleh grafik metode linearisasi pada Gambar 1.1 di bawah ini:



Gambar 1. 1 Perolehan Data Impor, Kebutuhan & Produksi Natrium Hidroksida Dalam Satuan Ton/ Tahun di Indonesia Tahun 2018-2022

Berdasarkan grafik yang diperoleh nilai regresi R untuk setiap data < 0,9. Hal ini menunjukkan bahwa grafik tidak linear, maka metode interpolasi linear tidak dapat digunakan untuk memprediksi kapasitas produksi NaOH pada tahun 2027, sehingga metode yang dapat digunakan untuk menentukan kapasitas produksi natrium hidroksida adalah *discounted method*.

b. Metode *Discounted*

Metode *discounted* digunakan untuk memprediksi data pendirian suatu pabrik *sodium hydroxide* ditahun 2027 dengan menggunakan persamaan 1.2 berikut (Ulrich, 1984) :

$$F=P(1+i)^n \dots\dots\dots (1.2)$$

Keterangan:

F = Jumlah Kapasitas Pada tahun pabrik didirikan

P = Besar data pada tahun terakhir (ton/tahun)

I = Rata-rata pertumbuhan per tahun

n = Selisih tahun (Tahun ke n)

Persen pertumbuhan setiap tahun dapat di lihat pada Tabel 1.6 di bawah ini:

Tabel 1. 6 Persen Pertumbuhan Impor, Kebutuhan & Produksi NaOH

Tahun	Impor (Ton/ tahun)	%P	Kebutuhan (Ton/tahun)	%P	Total Produksi (Ton/tahun)	%P
2018	64.113,38	0	652.934,38	0	588.821	0
2019	48.476,04	24	472.183,04	28	423.707	28
2020	65.909,32	36	514.567,32	9	448.658	6
2021	63.652,44	3	425.436,44	17	361.784	19
2022	56.577,87	11	455.911,25	7	399.333	10
i (Rata")		1		6		6

Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia, rata-rata lima tahun terakhir Indonesia mengimpor *sodium hydroxide* sebanyak 54920,11 ton/tahun maka

perkiraan kapasitas pabrik baru pada tahun 2027 yang akan datang dengan persamaan 1.3 berikut:

$$m_1 = P(1+i)^n \dots\dots\dots (1.3)$$

Keterangan:

- m_1 = Nilai pada tahun akan didirikan
- P = Besar data pada tahun sekarang (ton/tahun)
- i = Rata-rata pertumbuhan per tahun
- n = Selisih tahun (tahun ke n)

Sehingga, perkiraan produksi pada tahun 2027 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m_2 &= 39.933 (1+(-6\%))^{2027-2022} \\ &= 39.933 (1+(-6\%))^5 \\ &= 289.545 \text{ ton/ tahun} \end{aligned}$$

Perkiraan kebutuhan pada tahun 2027 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m_4 &= 455.911,25 (1+(-6\%))^{2027-2022} \\ &= 455.911,07 (1+(-6\%))^5 \\ &= 334.595,1 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Perkiraan Impor pada tahun 2027 sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m_1 &= 565.77,87 (1+(-1\%))^{2027-2022} \\ &= 565.77,87 (1+(-1\%))^5 \\ &= 54.920,11 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Menurut(Kusnarjo, 2010) perkiraan kapasitas produksi suatu pabrik dapat ditentukan menggunakan persamaan 1.4 berikut:

$$m_1+m_2+ m_3 = m_4+ m_5 \dots\dots\dots (1.4)$$

Keterangan:

m_1 = nilai import tahun 2027

m_2 = produksi pabrik dalam negeri

m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan

m_4 = nilai ekspor tahun 2027

m_5 = nilai kebutuhan dalam negeri tahun 2027

Sehingga, untuk perkiraan kapasitas pabrik NaOH pada tahun 2027 menggunakan persamaan 1.5 berikut:

$$\begin{aligned} m_3 &= m_2 - (m_5 + m_1) \dots \dots \dots (1.5) \\ m_3 &= m_2 (\text{produksi}) - (m_5 (\text{kebutuhan}) + m_1 (\text{impor})) \\ &= 289.545 - (334.595 + 54.920,11) \text{ (ton/tahun)} \\ &= 99.970/\text{tahun} \end{aligned}$$

Dengan demikian, dari perhitungan di atas diperoleh peluang kapasitas prarancangan pabrik NaOH di tahun 2027 sebesar 99970 ton/tahun. Namun, pada prarancangan pabrik natrium hidroksida ini diambil peluang kapasitas produksi sebesar 20% sehingga:

$$99.970 \text{ ton/tahun} \times 20\% = 19.994 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan perhitungan diatas untuk kapasitas produksi akan didirikan sebesar 20.000 ton/tahun untuk memenuhi 20% dari peluang kapasitas pabrik pada tahun 2027. Kapasitas pendirian suatu pabrik harus diatas kapasitas minimum atau tidak sama dengan kapasitas pabrik yang sudah ada, dapat di lihat pada kapasitas pabrik *sodium hydroxide* Tabel 1.1.

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan operasi suatu pabrik dan pengembangannya dimasa yang akan datang. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat dapat menekan biaya transportasi dan produksi seminimal mungkin serta memiliki prospek yang baik untuk terus dikembangkan. Oleh karena itu pemilihan lokasi pabrik yang sesuai merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan suatu pabrik.

Beberapa faktor berikut harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik:

1. Ketersediaan bahan baku

Sumber bahan baku merupakan salah satu hal yang penting untuk menekan biaya penyediaan bahan baku. Bahan baku yang digunakan untuk prarancangan pabrik *Sodium hydroxide* yaitu natrium klorida yang diperoleh dari PT. Wira Kusuma berlokasi di Jl. Perintis Kemerdekaan KM 16, Makassar, Sulawesi Selatan

2. Pemasaran

Pemasaran yaitu salah satu hal yang mempengaruhi studi kelayakan proses. Jika pemasaran yang dilakukan dengan tepat maka akan menghasilkan keuntungan dan efektifnya proyek yang didirikan. Pemasaran *Sodium hydroxide* sendiri bertujuan untuk memenuhi kebutuhan NaOH di dalam negeri khususnya untuk industri dalam negeri yang membutuhkan bahan baku NaOH. Untuk pemasaran dapat dilakukan menggunakan transportasi jalur laut maupun jalur darat. Disamping itu, gas hidrogen dan gas klorin sebagai *byproduct* juga dapat diaplikasikan

dalam dunia perindustrian, dimana salah satunya untuk gas klorin adalah pada industri pembuatan pipa. Kemudian untuk gas hidrogen dapat diaplikasikan pada industri pengolahan biji logam dengan metode *hidrometalurgi*.

3. Ketersediaan energi

Utilitas yang diperlukan pada perancangan pabrik *sodium hydroxide* yaitu bahan bakar, air dan listrik. Kebutuhan air untuk utilitas akan mudah dan murah didapatkan karena kawasan ini dekat dengan sungai dan laut. Kebutuhan bahan bakar dan listrik akan didapatkan dengan mudah karena lokasi pabrik ini juga dekat dengan pertamina dan PLN.

4. Transportasi

Transportasi bertujuan untuk mempermudah sarana pemasaran produk dan sarana mendapatkan bahan baku. Transportasi dapat dilakukan menggunakan jalur laut dan udara. Adanya pelabuhan di dekat pendirian pabrik ini akan dijadikan tempat untuk mengangkut bahan baku maupun produk.

5. Tenaga kerja

Tenaga kerja adalah salah satu faktor utama dalam mendirikan pabrik. Kriteria pemilihan tenaga kerja yang dibutuhkan adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan, menengah dan sarjana. Untuk memenuhinya dapat diperoleh dari daerah sekitar pabrik maupun diluar dari daerah

sekitar pabrik, selain itu faktor kedisiplinan serta pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam penerimaan tenaga kerja, sehingga dapat memperoleh tenaga kerja yang berkualitas serta paham tentang pabrik.

6. Iklim

Lokasi yang dipilih merupakan lokasi yang cukup stabil karena memiliki iklim rata-rata yang cukup baik. Seperti daerah lain di Indonesia yang beriklim tropis dengan temperatur udara berkisar 20 – 30°C.

Tujuan utama dari pendirian pabrik NaOH ini yaitu untuk memenuhi kebutuhan NaOH dalam negeri khususnya di daerah yang jauh dari produsen NaOH. Kebanyakan industri pengguna NaOH seperti di Sulawesi Selatan lebih memilih untuk mengimpor NaOH daripada membelinya secara langsung dari dalam negeri.

Berdasarkan hal tersebut maka pabrik akan didirikan di Sulawesi Selatan. Untuk lokasi pabrik yang lebih spesifik, pendirian pabrik direncanakan akan berlokasi di Jl. Salodong, Kec. Biringkanaya, Makassar, Sulawesi Selatan. Lokasi pendirian pabrik dapat di lihat pada Gambar 1.1 berikut:



Gambar 1.2 Lokasi Pendirian Pabrik Natrium Hidroksida

Sumber: Google Earth, 2024

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1 Natrium Klorida

Garam yang mengandung NaCl dengan kemurnian 98% digunakan sebagai bahan baku. Natrium Klorida (NaCl) adalah logam putih perak yang lunak, yang melebur pada $97,5^{\circ}\text{C}$. Natrium teroksidasi dengan cepat dalam udara lembab, maka harus disimpan terendam seluruhnya dalam pelarut nafta atau silena. Logam ini bereaksi keras dengan air, membentuk natrium hidroksida dan hidrogen. Dalam garam-garamnya natrium berada sebagai kation monovalen Na^{2+} .

Industri kimia yang paling banyak menggunakan NaCl sebagai bahan bakunya adalah industri klor alkali. Produk utama dari industri ini adalah natrium hidroksida (NaOH) dan klorin (Cl_2), yang banyak dibutuhkan oleh industri lain, seperti industri pulp dan kertas, tekstil, deterjen, sabun dan pengolahan air limbah. Adapun komposisi garam industri dapat dilihat pada Tabel 1.7

Tabel 1. 7 Komposisi Garam Industri

Komponen	Komposisi (%)
Natrium Klorida (NaCl)	98
Air (maksimal)	0,2
Magnesium (Mg)	0,72
Kalsium (Ca)	1,08

(Sumber : PT Garam Persero)

1.4.2 Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida (NaOH), juga dikenal sebagai soda kaustik atau *sodium hydroxide*, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium hidroksida terbentuk dari oksida basa natrium oksida dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50%, ia bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas, sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan, juga larut dalam etanol dan metanol, walaupun kelarutan NaOH dalam kedua cairan ini lebih kecil daripada kelarutan KOH. Ia tidak larut dalam dietil eter dan pelarut non-polar lainnya, larutan natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas.

Penggunaan NaOH cukup banyak digunakan untuk industri minyak goreng, sabun, kertas, bumbu masak (O'brien, 2005). Standar baku mutu natrium hidroksida dapat dilihat pada Tabel 1.8

Tabel 1. 8 Standar Baku Mutu Natrium Hidroksida Padat

Kriteria Uji	Satuan	Bentuk Padat
Soda kaustik sebagai NaOH	%b/b	minimum 98,0

Karbonat Sebagai Na_2CO_3	%b/b	maksimum 0,40
Klorida sebagai NaCl	mg/kg	maksimum 300
Sulfat sebagai SO_4^2	mg/kg	maksimum 300
Besi sebagai Fe	mg/kg	maksimum 10
Merkuri sebagai Hg	mg/kg	maksimum 0,01

(Sumber, SNI 0074:2011)

1.4.3 Macam-macam Proses Pembuatan Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida merupakan sejenis logam kaustik yang dikenal dengan nama soda kaustik. Senyawa ini terbentuk dari oksida basa yang dilarutkan dalam air dan dapat membentuk larutan alkali kuat ketika dilarutkan ke dalam air.

Elektrolisis merupakan proses penguraian suatu zat atau larutan elektrolit oleh arus listrik. Elektrolisis berfungsi menghantarkan arus listrik melalui zat elektrolit untuk memecah ion⁺ dan ion⁻. Dalam elektrolisis terdapat dua elektroda yang dibagi menjadi dua kutub, katoda dan anoda. Katoda adalah tempat terjadinya reaksi reduksi sedangkan anoda adalah tempat terjadinya reaksi oksidasi. Kedua elektroda ini kemudian dihubungkan dengan sumber listrik.

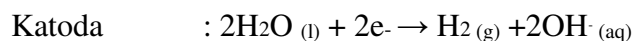
Dalam proses elektrolisis, arus listrik dialirkan melalui larutan garam dalam sel yang dirancang khusus untuk menghasilkan NaOH . Bahan baku yang digunakan ialah garam NaCl dan H_2O dengan reaksi berlangsung pada suhu 80-90°C dan konversi reaksi sebesar 98% terhadap NaCl . Terdapat tiga jenis rancangan sel yang paling banyak digunakan pada industri yaitu:

1) Sel Diafragma

Sel diafragma biasanya terbuat dari serat asbes, untuk memisahkan anoda dari katoda. Hal ini memungkinkan ion melewatinya melalui migrasi listrik tetapi mengurangi difusi produk, memungkinkan konstruksi sel kompak dengan

resistansi yang lebih rendah karena elektroda dapat ditempatkan berdekatan. Diafragma menjadi tersumbat dengan penggunaan, seperti terjadinya penurunan tegangan yang lebih tinggi dan tekanan hidrostatik yang lebih tinggi pada umpan air garam, maka harus diganti secara teratur. Natrium hidroksida dan klorin bisa bereaksi membentuk natrium hipoklorit (NaClO), yang pada suhu operasi di atas 400°C dapat menghasilkan natrium klorat (NaClO_2). Untuk mengatasi masalah ini, ruang antara katoda dan anoda dipisahkan menggunakan sekat yang disebut diafragma, sehingga sel elektrolisis ini disebut sebagai sel diafragma (O'Brien, 2004).

Sel diafragma berfungsi untuk mencegah tercampurnya gas hidrogen dan gas klor karena kedua gas tersebut dapat menyebabkan ledakan. Sel ini terbuat dari material berpori yang memungkinkan pergerakan ion, tetapi mencegah pencampuran produk. Dalam sel diafragma konvensional, anodanya terbuat dari grafit, sementara katodanya biasanya berupa kotak baja berpori. Dalam proses elektrolisis dengan menggunakan sel diafragma, arus listrik searah dialirkan melalui sel untuk menghasilkan elektrolisis larutan natrium klorida. Arah arus ini dari anoda ke katoda, berlawanan dengan arah aliran elektron. Adapun reaksi keseluruhan yang terjadi di anoda dan katoda sebagai berikut:

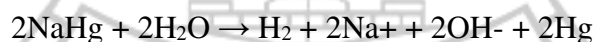


Dalam sel diafragma, produk dari ruang katoda adalah campuran yang terdiri dari sekitar 10-12% larutan NaOH dan 14-16% larutan NaCl . Larutan dari ruang katoda diperkaya dengan menguapkan air untuk meningkatkan konsentrasi NaOH ,

sementara NaOH disuling melalui kristalisasi NaCl. Dalam proses klor alkali ini, hasil akhirnya adalah larutan NaOH sekitar 50% dengan sekitar 1% NaCl sebagai pengotor. Gas Cl₂ yang dihasilkan dapat mengandung sekitar 1,5% O₂ karena proses oksidasi. Hidrogen dapat bereaksi dengan klorin untuk menghasilkan HCl gas dengan kemurnian tinggi, dan juga dapat bereaksi dengan nitrogen untuk membentuk amonia.

2) Sel Merkuri

Dalam industri alkali, terdapat sebuah proses elektrolisis yang menghasilkan larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan tingkat kemurnian yang lebih tinggi dari pada yang dihasilkan oleh sel diafragma, yaitu sel merkuri. Dalam proses elektrolisis ini, anoda biasanya terbuat dari grafit atau titanium, sedangkan katodanya berupa kolam aliran raksa (merkuri). Sel merkuri terdiri dari dua komponen utama, yaitu elektrolisis dan decomposer atau denuder (O'Brien, 2004). Natrium amalgam dimasukkan ke dalam denuder, yaitu sebuah wadah silindris yang diisi dengan bola-bola grafit yang telah diimpur dengan logam transisi. Air ditambahkan ke dalam denuder, setelah itu natrium amalgam mengalami hidrolisis



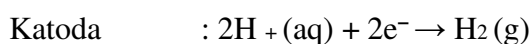
Campuran natrium amalgam dan air murni dengan volume yang terkontrol dapat menurunkan grafit dan bereaksi. Sudah disebutkan sebelumnya bahwa reaksi air dengan natrium amalgam terhambat secara kinetis. Namun di sisi lain, reaksi terjadi dengan cepat di dalam denuder dan sangat eksotermik karena logam transisi memberikan permukaan alternatif bagi merkuri untuk bereaksi dalam evolusi hidrogen. Reaksi di dalam denuder terjadi melalui jenis mekanisme korosi.

Selama elektrolisis, gas klorin dilepaskan di anoda sedangkan ion natrium dilepaskan di permukaan katoda merkuri untuk membentuk *amalgam* natrium dengan konsentrasi rendah (0,1-0,3%wt). Dengan demikian ion natrium hampir seluruhnya dicegah untuk bereaksi dengan elektrolit berair atau dengan klorin terlarut untuk membentuk kembali natrium klorida. Amalgam bereaksi dengan air dalam *decomposer* untuk membentuk kaustik pekat murni

3) Sel Membran

Sel membran menggunakan membran semipermeabel untuk memisahkan kompartemen anoda dan katoda. Dengan sel diafragma, migrasi kembali ion dikontrol oleh laju aliran cairan, dan ini diatur oleh kontrol yang cermat terhadap level cairan dalam kompartemen. Dalam sel membran, ruang antara anoda dan katoda terpisah oleh membran semipermeabel. Membran ini memungkinkan ion natrium untuk melewatinya, sementara ion hidroksida tidak dapat melewati (Austin, 1945 dalam Albana, 2022).

Sel membran beroperasi menggunakan air garam yang lebih pekat 23%-28% dan menghasilkan produk yang lebih murni dan lebih pekat (NaOH 28% mengandung 50 ppm NaCl). Produk tersebut hanya membutuhkan 715 kg air untuk diuapkan untuk menghasilkan metrik ton kaustik. Larutan garam natrium klorida jenuh, yang mengandung ion Na⁺ dan Cl⁻, dialirkan ke dalam ruang anoda, sedangkan air murni dialirkan ke dalam ruang katoda. Kemudian, arus searah mengalir melalui sel tersebut. Reaksi keseluruhan yang terjadi di anoda dan katoda





Di anoda, ion-ion klorida (Cl^-) dalam larutan garam (NaCl) mengalami oksidasi menghasilkan gas klorin (Cl_2) sementara di katoda, ion-ion hidrogen (H^+) dalam air mengalami reduksi, membentuk gas hidrogen (H_2). Setelah itu, ion-ion natrium (Na^+) yang bermigrasi dari anoda ke katoda bereaksi dengan ion-ion hidroksida (OH^-), membentuk larutan soda kaustik (NaOH) dengan konsentrasi antara 32-35%. Untuk meningkatkan konsentrasi soda kaustik menjadi 50%, larutan kaustik yang dihasilkan harus dipadatkan melalui penguapan (dikonsentrasikan di dalam vaporizer). Reaksi elektrolisis larutan garam (NaCl) secara keseluruhan dapat dituliskan sebagai berikut:



Sel membran menggunakan prinsip elektrolisis untuk memproduksi NaOH , di mana hukum Faraday digunakan untuk menghitung hubungan antara jumlah listrik yang diperlukan dan jumlah produk yang dihasilkan. Hukum ini menyatakan bahwa jumlah zat yang dihasilkan atau dikonsumsi pada elektroda selama elektrolisis sebanding dengan jumlah muatan listrik yang mengalir melalui larutan. Proses ini sangat efisien dan ramah lingkungan dibandingkan metode lainnya karena membran selektif ion mencegah pencampuran produk dan memungkinkan pemisahan yang lebih bersih antara NaOH , Cl_2 , dan H_2 . Hukum Faraday membantu dalam merancang sistem elektrolisis dengan efisiensi energi yang lebih baik, sehingga menghasilkan kontrol yang lebih baik terhadap produksi dalam pabrik NaOH . Dari uraian singkat tentang proses pembuatan natrium hidroksida di atas maka dapat dilihat perbedaan ketiga proses pada Tabel 1.9 berikut:

Tabel 1. 9 Perbedaan Sel Elektrolisis

Parameter	Jenis Sel		
	Diagfragma	Merkuri	Membran
Konversi Reaksi (%)	95-97	97	96
Konsentrasi Produk (%)	12-14	50	33-35
Kemurnian Produk	Mengandung 1,0-1,5 % berat NaCl	Tinggi, Hanya mengandung < 30 ppm NaCl	Tinggi, Hanya mengandung < 50 ppm NaCl
Kualitas Masukan Bahan Baku	Harus dimurnikan terlebih dahulu dengan kemurnian yang lebih rendah dari masukan sel membran	Harus dimurnikan terlebih dahulu dengan kemurnian yang lebih rendah dari masukan sel membran	Harus dimurnikan terlebih dahulu dengan . Kemurnian garam harus > 97%
Penggunaan Energi Listrik (kWh/ton)	2700	3100	2200-2500
Tingkat Pencemaran Lingkungan	Rendah	Tinggi	Rendah

Sumber : (Azhari & Albana, 2022)

Dari perbedaan diantara ketiga metode tersebut dapat disimpulkan kelebihan dan kelemahan dari masing-masing metode tercantum pada Tabel 1.10 berikut

Tabel 1. 10 Kelebihan dan Kekurangan Sel Elektrolisis

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Sel Diagfragma	Bahan baku NaCl yang digunakan lebih melimpah karena tingkat kemurniannya relatif lebih rendah dan konsumsi energi listriknya tidak terlalu	Konsentrasi natrium hidroksida yang dihasilkan cukup rendah dan bahan asbes pada sel diafragma dapat

	tinggi	menyebabkan tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi
Sel Merkuri	Konsentrasi NaOH yang dihasilkan cukup tinggi dengan kandungan NaCl yang sangat kecil dan bahan baku garam yang digunakan lebih melimpah karena kemurniannya relatif lebih kecil.	Penggunaan energi listrik sangat tinggi dan merkuri merupakan logam berat yang sangat berbahaya jika tercemar dilingkungan
Sel Membran	Tidak menggunakan bahan yang berbahaya seperti asbes dan merkuri, penggunaan listrik yang relatif lebih rendah dan konsentrasi NaOH yang dihasilkan juga tinggi dengan kandungan NaCl yang kecil.	Bahan baku garam yang digunakan harus dalam kemurnian yang tinggi sehingga membutuhkan langkah pemurnian yang lebih banyak.

Sumber : (Azhari & Albana, 2022)

Pada Tabel 1.10 telah diketahui perbedaan ketiga jenis sel elektrolisis. Sel membran memiliki banyak keunggulan diantaranya lebih hemat energi dan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan sel diafragma maupun sel merkuri, namun sel membran hanya dapat menggunakan larutan garam pekat 23%-28%. Dengan beberapa pertimbangan, maka proses yang akan dipilih yaitu elektrolisis sel membran dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku berupa natrium klorida (NaCl) mudah ditemukan dan merupakan sumber daya alam yang dapat diperbarui.

2. Proses membran tidak menggunakan bahan sel yang beracun seperti merkuri dan asbestos.
3. Penggunaan listrik yang lebih hemat dibandingkan 2 proses lainnya.
4. Kemurnian dari produk akhir yang dihasilkan dengan metode sel membran sangat tinggi karena hanya mengandung < 50 ppm NaCl.



BAB II DESKRIPSI PROSE

2.1 Spesifikasi Bahan Baku

2.1.1 Bahan Utama

1. Natrium Klorida (NaCl)

Sifat Fisik

Rumus Molekul	: NaCl
Wujud	: Padatan Putih
Titik Didih (°C)	: 1413
Titik Leleh (°C)	: 800,4
Berat Molekul (g/mol)	: 58,44
Densitas (gr/ml)	: 2,163
Kelarutan dalam air (gr/1000 mL)	: 35,9
Viskositas cP (30°C)	: 418,5502
Kemurnian (%)	: 98
Impuritis (% MgCl ₂)	: 0,72
(% CaCl ₂)	: 1.08
(% H ₂ O)	: 0.2

Sifat Kimia:

Larut dalam air dingin, air panas, gliserol, amonia dan sedikit larut dalam alkohol.

(MSDS,2019)

2. Air

Sifat Fisik

Rumus Molekul	: H ₂ O
Massa Atom Relatif (gr/mol)	: 18,02
Titik Didih (°C)	: 100
Bentuk	: Cair
Titik Leleh (°C)	: 0
Bau	: Tidak berbau

Sifat Kimia

Pada proses elektrolisis air terurai menjadi H⁺ dikatoda

(MSDS, 2019)

2.2.2 Produk Utama

1. Natrium Hidroksida

Sifat Fisik

Rumus Molekul	: NaOH
Berat Molekul (g/mol)	: 40
Wujud	: Padat
Warna	: Putih
Titik Didih (°C)	: 1388
Titik Leleh (°C)	: 322
Densitas (gr/cm ³)	: 1,77
Specific Heat Capacity (J/kgK)	: 3.24
<i>Heat of Fusion</i> (kJ/mol)	: 6.77
Kemurnian (%)	: 98

Sifat Kimia

NaOH murni sangat higroskopik, dapat bereaksi dengan CO₂ membentuk sodium karbonat dan membentuk *sodium formate*

(MSDS, 2019)

2.2.3 Produk Samping

1. Klorin

Sifat-Sifat Fisika

Nomor Atom	: 17
Massa Atom Relatif (gr/mol)	: 35,453
Titik Leleh (K (-100.980°C))	: 172.17
Titik Lebur (°C)	: 323
Titik Didih (°C)	: -34,05
<i>Critical Density</i> (kg/m ³)	: 565.000
Critical Temperature (K)	: 471,15
Enthalpi of Vaporization (kJ/kg)	: 287,1

Sifat Kimia

Klorin bereaksi dengan amonia, dapat bereaksi dengan nitrogen oksida menghasilkan nitrosil klorida. Klorin juga dapat bereaksi dengan karbon disulfida menghasilkan karbon tetraklorida. (Albana, 2022)

2. Hidrogen

Sifat-sifat Fisika

Rumus Molekul	: H ₂
Massa Atom Relatif (gr/mol)	: 2,01
Titik Leleh (°C)	: -259,1
Titik Didih (°C)	: -252,1
Wujud	: Gas tidak berwarna
Spesific Gravity	: 0.06948

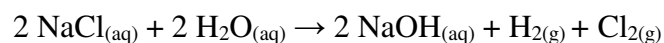
Sifat Kimia

Mudah terbakar dan memiliki kecepatan nyala api 1,85 m/s lebih cepat (MSDS, 2015)

2.2 Konsep Proses

2.2.1 Dasar Reaksi

Sel membran beroperasi menggunakan air garam yang lebih pekat 23%-28% dan menghasilkan produk yang lebih murni dan lebih pekat (NaOH 28% mengandung 50 ppm NaCl). Tinjauan termodinamika dilakukan untuk mengetahui sifat arah reaksi dan reaksi yang berlangsung. Sifat dan arah reaksi dapat dilihat dari perhitungan panas pembentukan standar (ΔH°_f) dan ΔG°_f dari masing-masing komponen reaksi yang ada. Adapun reaksi yang terbentuk sebagai berikut:



Kondisi proses reaksi NaCl dengan H₂O disebut larutan *brine*. Reaksi pembentukan NaOH dari larutan *brine* berlangsung di dalam reaktor elektrolisis

sel membran pada tekanan 1 atm dan suhu 90°C untuk mengoptimalkan efisiensi dan kinerja reaktor sel diafragma dalam proses elektrolisis

2.2.2. Tinjauan Termodinamika

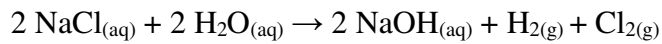
Perubahan nilai entalpi menunjukkan kalor yang dihasilkan ataupun kalor yang dibutuhkan oleh suatu reaksi kimia yang terjadi. Besar atau kecilnya nilai perubahan entalpi (ΔH) menunjukkan jumlah kalor yang dihasilkan ataupun dibutuhkan. ΔH yang bernilai positif menunjukkan bahwa reaksi tersebut membutuhkan sejumlah panas dari lingkungan agar reaksi berlangsung. Penentuan panas reaksi yang berjalan secara eksotermis atau endotermis dapat dihitung dengan perhitungan panas pembentukan reaksi standar ΔH_f° dan ΔH_g° pada $P = 1 \text{ atm}$ dan $T = 298.15 \text{ K}$.

Zat Kimia	ΔH_f° (kJ/mol)	ΔG_f° (kJ/mol)
NaCl	-411.200	-384.100
H ₂ O	-241.800	-228.600
NaOH	-425.600	-379.500
H ₂	0	0
Cl ₂	0	0

Sumber: (Yaws, 1999)

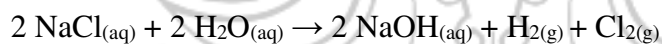
Jumlah energi yang dibutuhkan dipengaruhi oleh besar kecilnya panas reaksi yang terbentuk. Semakin besar nilai ΔH_f° , maka energi yang dibutuhkan untuk terjadinya reaksi semakin besar pula. Jika energi yang dibutuhkan semakin besar maka *cost* untuk menyediakan energi pun semakin besar. Sedangkan ΔH_f° yang bernilai *negative* menunjukkan bahwa reaksi tersebut menghasilkan sejumlah panas selama reaksi berlangsung. Sehingga reaksi tersebut tidak memerlukan

energi selama proses reaksi tetapi membutuhkan energi untuk penyerapan panas agar reaksi tetap berlangsung pada suhu reaksinya.



$$\begin{aligned} \Delta H^{\circ}_{\text{f reaksi}} &= \Delta H^{\circ}_{\text{f produk}} - \Delta H^{\circ}_{\text{f reaktan}} \\ &= (2 \times \Delta H^{\circ}_{\text{f NaOH}}) - (2 \times \Delta H^{\circ}_{\text{f NaCl}} + 2 \times \Delta H^{\circ}_{\text{f H}_2\text{O}}) \\ &= [(2 \times (-425,600)) - (2 \times (-411,200)) + (2 \times (-241,800))] \\ &= 454,80 \text{ kJ/mol (reaksi endotermis)} \end{aligned}$$

Energi Gibbs standar menunjukkan spontan atau tidak spontannya suatu reaksi kimia. ΔG yang bernilai positif menunjukkan bahwa reaksi kimia yang terjadi tidak dapat berlangsung spontan, sehingga memerlukan energi tambahan dari lingkungan. Reaksi yang nilai ΔG positif disebut reaksi endergonik. Lalu ΔG yang bernilai negatif menunjukkan bahwa reaksi kimia yang terjadi dapat berlangsung spontan dan tidak membutuhkan energi dari lingkungan karena untuk terjadi reaksi tersebut, sistem yang melepaskan energi. Reaksi yang nilai ΔG negatif disebut reaksi exergonic (Darmawan, 2023).



$$\begin{aligned} \Delta G^{\circ}_{\text{f reaksi}} &= \Delta G^{\circ}_{\text{f produk}} - \Delta G^{\circ}_{\text{f reaktan}} \\ &= (2 \times \Delta G^{\circ}_{\text{f NaOH}}) - ((2 \times \Delta G^{\circ}_{\text{f NaCl}}) + (2 \times \Delta G^{\circ}_{\text{f H}_2\text{O}})) \\ &= [(2 \times (-379,500)) - (2 \times (-384,100)) + (2 \times (-228.600))] \\ &= 466,40 \text{ kJ/mol (tidak berlangsung spontan)} \end{aligned}$$

Konstanta kesetimbangan (K) merupakan angka yang dihitung dari data eksperimen. Secara kuantitatif, memungkinkan menghitung konsentrasi pereaksi atau hasil reaksi dalam sistem kesetimbangan. Sementara, secara kualitatif memberikan informasi tentang sejauh mana reaksi berlangsung ke arah reaksi

sempurna. Hubungan kuantitatif antara energi bebas dengan konstanta kesetimbangan dapat dihitung melalui persamaan berikut (Smith, et al., 1997) :

$$\Delta G = - RT \ln K$$

Keterangan:

ΔG = Energi Bebas Gibbs

R = Konstanta Gas ($8,314 \times 10^{-3}$ kJ/mol.K)

T = Temperatur (K)

K = Konstanta Kesetimbangan Reaksi

Pada keadaan standar, harga konstanta kesetimbangan ($T = 298$ K) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \Delta G &= -RT \cdot \ln K \\ K_{298} &= e^{-\Delta G/RT} \\ K_{298} &= e^{-(-466,40/8,314 \times 0,001 \times 298)} \\ &= 0,849607473 \end{aligned}$$

Data tinjauan termodinamika diatas menunjukkan bahwa reaksi berjalan reversibel karena nilai konstanta kesetimbangan reaksi besar dan reaksi bersifat endotermis karena nilai entalpi positif. Selain itu, reaksi gibbs berlangsung tidak spontan sehingga membutuhkan enrgi tambahan dari luar.

2.3 Langkah Proses

Proses pembuatan natrium hidroksida dengan metode sel elektrolisis membran dibagi menjadi beberapa tahapan, sebagai berikut:

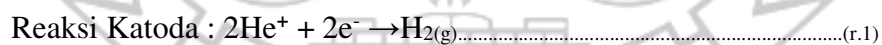
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah NaCl yang berasal dari PT.Wirakusuma , bahan baku yang digunakan dalam pabrik ini merupakan garam industri yang mempunyai kemurnian tinggi sehingga tidak diperlukan adanya proses pemurnian brine lagi (Wulandari, 2022)

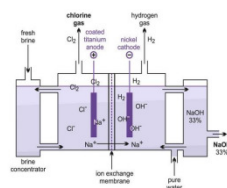
Garam yang mengandung NaCl 98%, Mg 0,2%, Ca 0,72%, dan Air 1,08% dari gudang penyimpanan akan diangkut ke dalam tangki pelarut (*mixing tank* - 101) dengan menggunakan bantuan BE-101. Fungsi dari tangki pelarut ini untuk melarutkan garam dengan perbandingan yaitu 1: 4. Proses ini berlangsung pada suhu ruangan.

2.3.2 Tahap Elektrolisis

Larutan NaCl 26% dialirkan dengan menggunakan P-101 masuk ke dalam H-102 untuk dipanaskan hingga suhu 90°C kemudian dialirkan menggunakan P-102 masuk kedalam E-101 dengan menggunakan sel membran. Dalam sel elektrolisa, larutan NaCl dialiri arus listrik searah sehingga terurai NaCl menjadi Na⁺ dan Cl⁻. Di anoda, ion-ion klorida (Cl⁻) dalam larutan garam (NaCl) mengalami oksidasi menghasilkan gas klorin (Cl₂) sementara di katoda, ion-ion hidrogen (H⁺) dalam air mengalami reduksi, membentuk gas hidrogen (H₂). Setelah itu, ion-ion sodium (Na⁺) yang bermigrasi dari anoda ke katoda bereaksi dengan ion-ion hidroksida (OH⁻), membentuk larutan soda kaustik (NaOH). Dalam sel elektrolisis terjadi reaksi 1 & 2 sebagai berikut:



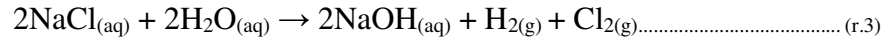
Dapat di lihat pada Gambar 2.1 proses terbentuknya NaOH dalam sel membran sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Proses Terbentuknya Natrium Hidroksida Dalam Sel Membran

(Sumber: Yulianto ,2020)

Produk yang keluar dari katoda berupa larutan NaOH 33%. Adapun Reaksi yang terjadi dalam sel membran ini:



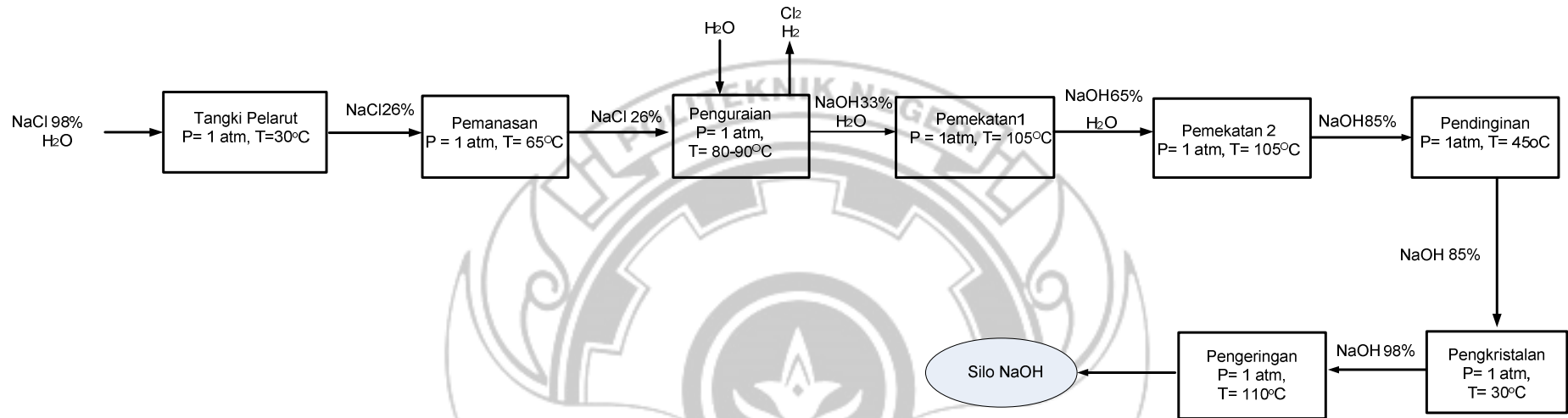
2.3.3 Tahap Pemekatan

Larutan NaOH dengan kemurnian 33% yang terbentuk di dalam sel elektrolisis membran dialirkan menggunakan P-103 kedalam EV-101 dimana pada evaporator I NaOH dipekatkan menjadi 65% pada suhu 105°C. Selanjutnya larutan tersebut dialirkan kembali menggunakan P-104 ke dalam EV-102 pada suhu 105°C untuk mendapatkan NaOH dengan kadar 85%. Larutan NaOH 85% yang keluar dari evaporator II dialirkan masuk ke C-101 untuk didinginkan terlebih dahulu sebelum masuk kedalam proses selanjutnya.

2.3.4 Tahap Kristalisasi dan Penanganan Produk

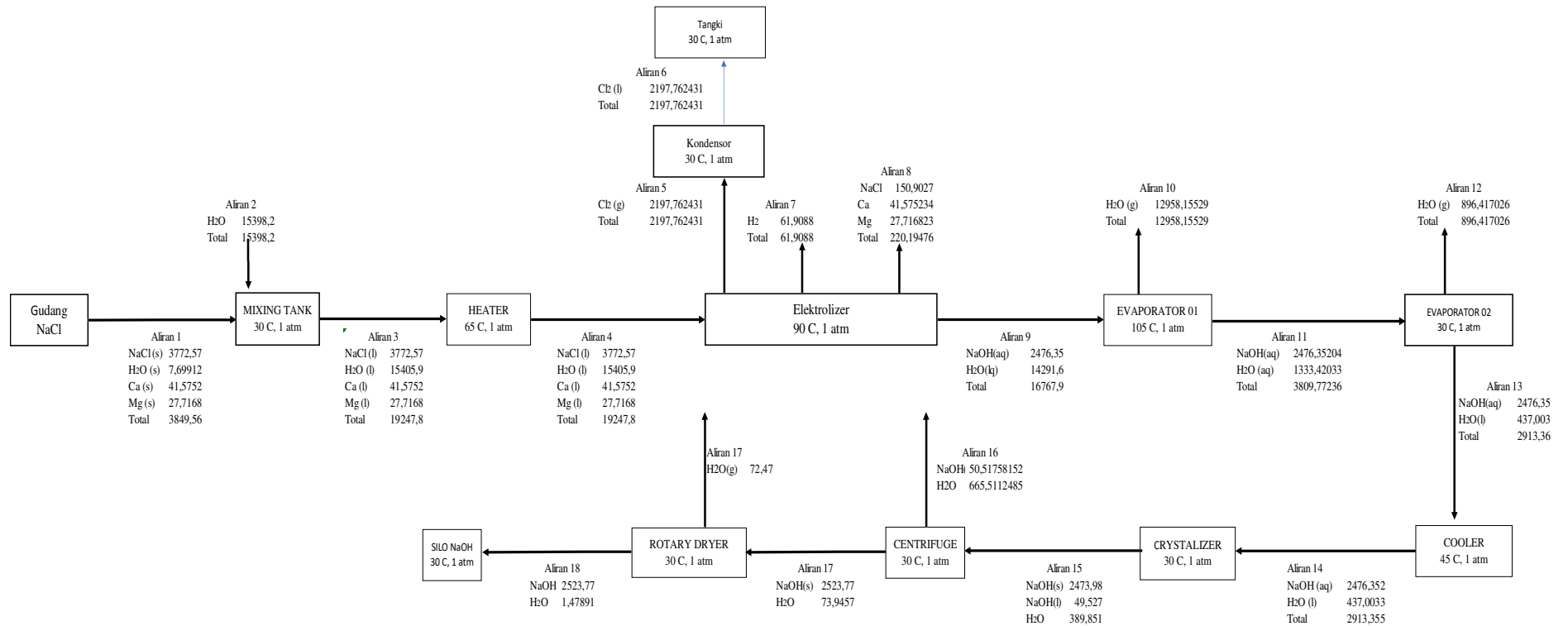
Larutan NaOH 85% yang telah di dinginkan akan diumpankan menggunakan P-105 menuju *crystalizer* pada tekanan 1 atm dan suhu 5°C (perry 7th edition) menggunakan pompa. Kristal natrium hidroksida yang terbentuk dari *crystalizer* akan di umpankan centrifuge untuk memisahkan *mother liquor*. Selanjutnya *mother liquor* yang tidak terkristalkan akan diumpankan kembali ke krisstalizer menggunakan P-106. Kristal yang keluar dari centrifuge diumpankan dengan menggunakan SC-102 ke dalam ke rotary dryer pada tekanan 1 atm dan suhu 110°C. Pada rotary dryer terjadi pengeringan kristal dengan bantuan udara panas. Produk kristal natrium hidroksida 98% yang keluar dari rotary dryer akan di dinginkan menggunakan CC-101 yang kemudian akan diumpankan menggunakan BE-102 msuk kedalam silo. *Sodium hydroxide* yang ada dalam silo siap untuk di *packing* untuk kemudian dipasarkan.

2.3 Diagram Kualitatif Aliran Proses



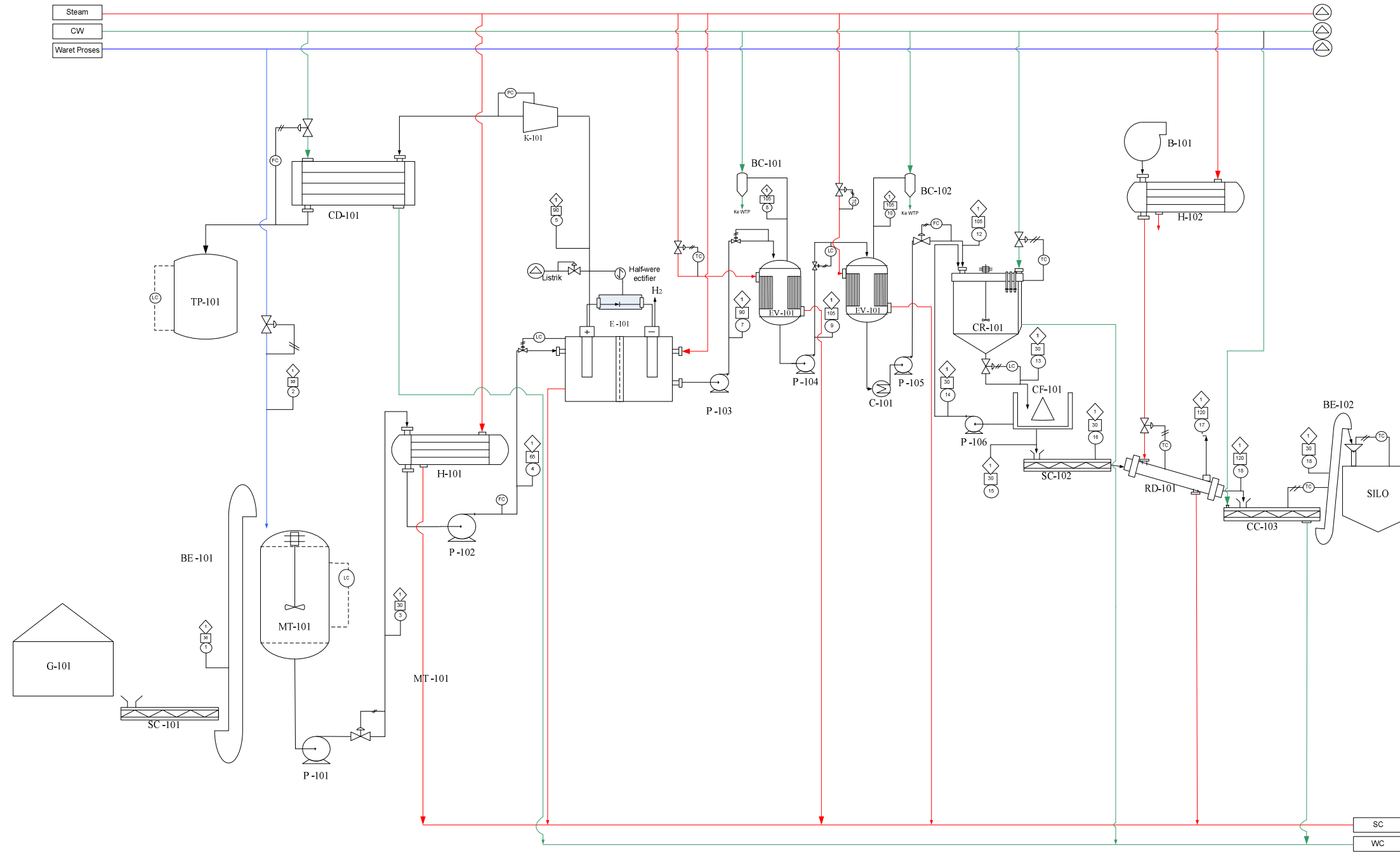
Gambar 2. 2 Diagram Alir Kualitatif Proses Pembuatan Natrium Hidroksida

2.4 Diagram Kuantitatif



Gambar 2. 3 Diagram Alir Kuantitatif Proses Pembuatan Natrium Hidroksida

**PRA TRANCANGAN PABRIK SODIUM HYDROXIDE (NaOH)
DARI NATRIUM KLORIDA (NaCl) DENGAN KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**



No	Kode	Nama Alat
1	G-101	Gudang NaCl
2	SC-101	Screw Conveyor
3	BE-101	Bucket Elevator
4	MT-101	Mixing Tank
5	P-101	Pompa
6	H-101	Heater
7	P-102	Pompa
8	E-101	Elektrolizer
9	K-101	Kompresor
10	CD-101	Condensor
11	TP-101	Tangki Penyimpanan
12	P-103	Pompa
13	EV-101	Evaporator
14	BC-101	Barometrik Condensor
15	P-104	Pompa
16	EV-102	Evaporator
17	BC-102	Barometrik Condensor
18	C-101	Cooler
19	P-105	Pompa
20	CR-101	Cristalizer
21	CF-101	Centrifuge
22	P-106	Pompa
23	SC-102	Screw Conveyor
24	B-101	Blower
25	H-102	Heater
26	RD-101	Rotary Dryer
27	CC-101	Cooling Conveyor
28	BE-102	Bucket Elevator
29	S-101	Silo
Digambar	1. Sandy	1
	2. Nadiah	2
Diperiksa	1. Dr. Joice Manga, S.T., M.T	1
	2. Jeanne Dewi Damayanti, S.T., M.Sc.	2

PRA RANCANGAN PABRIK SODIUM HYDROXIDE (NaOH)
DARI NATRIUM KLORIDA (NaCl) DENGAN KAPASITAS 20000
TON/TAHUN

JURUSAN TEKNIK KIMIA
TEKNOLOGI REKAYASA KIMIA BERKELANJUTAN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

Keterangan			
S	Steam	□	Suhu
CW	Cooling Water	○	Arus
WP	Water Proses	◇	Tekanan
SC	Steam Condensat	C	Controler
WC	Water Condesat		

Komponen	Neraca Massa Overall (Kg/Jam)																
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17
NaCl	3.772,568		3.772,568	3.772,568		150,903											
H2O	007,699	15.398,235	15.405,934	15.405,934			14.291,576	14.291,576	1.333,420	896,417	437,003	437,003	739,457	665,511	073,946	072,467	001,479
Ca	041,575		041,575	041,575		041,575											
Mg	027,717		027,717	027,717		027,717											
NaOH							2.476,352	2.476,352	2.476,352		2.476,352	2.913,355	2.574,291	050,518	2.523,774		2.523,774
Cl2					2.197,762												
H2					061,909												
TOTAL	3.849,559	15.398,235	19.247,794	19.247,794	2.259,671	220,195	16.767,928	16.767,928	3.809,772	896,417	2.913,355	3.350,359	739,457	665,511	2.597,719	072,467	2.525,253

BAB III NERACA MASSA

Produk = Natrium Hidroksida (NaOH)

Kapasitas = 20.000 ton/tahun
= 20.000 x 1000 kg/tahun
= 20.000.000 kg/tahun

Waktu Operasi = 330 hari/tahun

Jam kerja = 24 Jam

Rate Produksi = $20.000 \frac{\text{kg}}{\text{tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
= 2.525,2525 kg/ jam

Bahan Baku = 98%

Basis = 100 kg/ jam umpan NaCl

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan basis umpan diperoleh kapasitas produksi basis 64,2896 kg/jam maka faktor pengali yaitu:

Faktor Pengali = $\frac{\text{Kapasitas produksi aktual}}{\text{Kapasitas produksi basis}}$
= $\frac{2.525,2525 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{64.2839 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}$
= 39,2792 kg/jam

Bahan baku aktual = Basis perhitungan x Faktor pengali
= 100 kg/jam x 39.2792 kg/jam
= 3,9279 kg/jam

Dapat dilihat pada Tabel 3.1 mengenai komposisi bahan baku NaCl sebagai berikut:

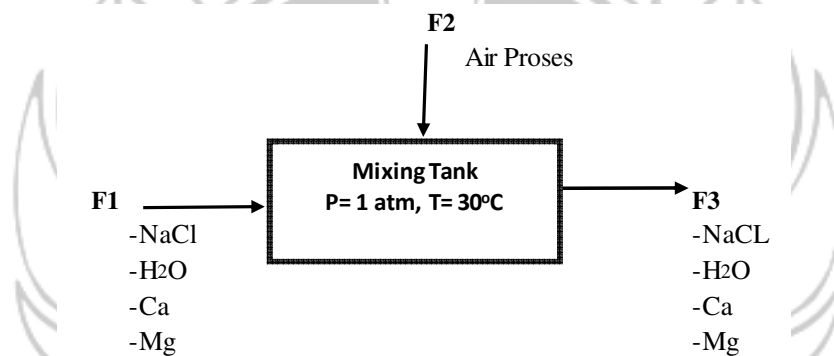
Tabel 3. 1 Komposisi Bahan Baku NaCl

Komponen	Kandungan (%)
NaCl	98%
H ₂ O	0,2%
Ca	1,08%
Mg	0,72%
Total	100%

Sumber: PT.Persero

Neraca massa tiap alat:

1. *Mixing Tank*

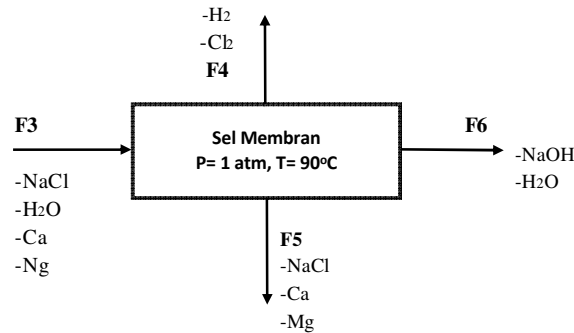


Neraca Massa total:

Tabel 3. 2 Neraca massa *mixing tank*

komponen	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/Jam)
	F1	F2	F3
NaCl (s)	3.849,36		3.849,36
H ₂ O (s)	7,855	15.711,71	15.719,56
Ca (s)	42,4216		42,4216
Mg (s)	28,2810		28,2810
Total	3.927,92	15.711,71	19639,641
	19.639,641		

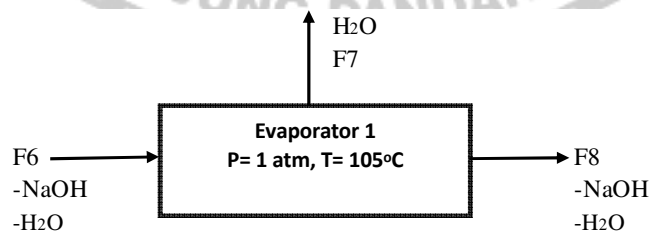
2. Elektrolisis Sel Membran



Tabel 3. 3 Neraca massa Elektrolisis sel membran

Komponen	BM	Input (Kg/Jam)		Output (Kg/jam)	
		F3	F4	F5	F6
NaCl	58,5	3.849,36		153,974	
H ₂ O	18	157.19,56			14.582,52
Ca	40	42,4216		42,421	
Mg	24,3	28,2810		28,281	
NaOH	40				2.526,76
Cl ₂	71		2.242,50		
H ₂	2		63,1691		
Total			2305,67381	224,677	17.109,29
		19.639,641		19.639,641	

3. Evaporator-101

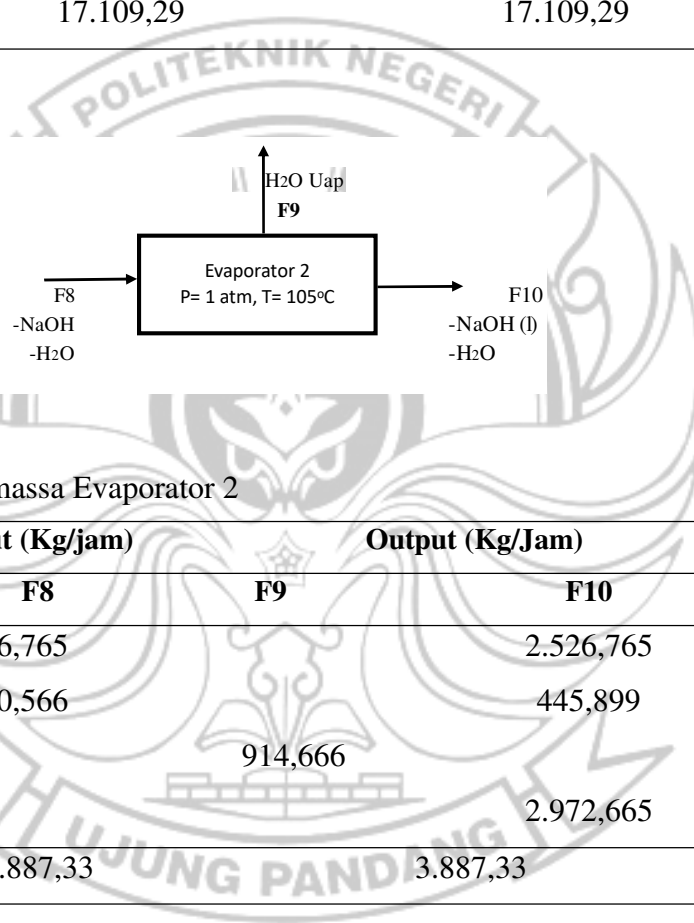


Neraca Massa total:

Tabel 3. 4 Neraca massa Evaporator - 101

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/Jam)	
	F6	F7	F8
NaOH	2.526,765		25.26,7658
H ₂ O	14.582,524		1.458,252
H ₂ O Uap		13.221,958	
			3.985.018
Total	17.109,29	17.109,29	

4. Evaporator-102

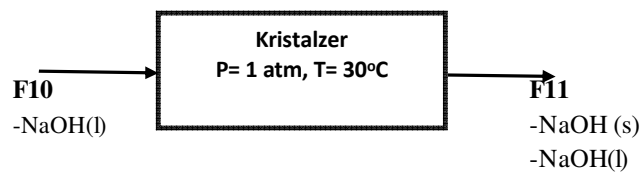


Neraca massa total:

Tabel 3. 5 Neraca massa Evaporator 2

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/Jam)	
	F8	F9	F10
NaOH	2.526,765		2.526,765
H ₂ O	1.360,566		445,899
H ₂ O Uap		914,666	
Total			2.972,665
	3.887,33	3.887,33	

5. Cristalizer

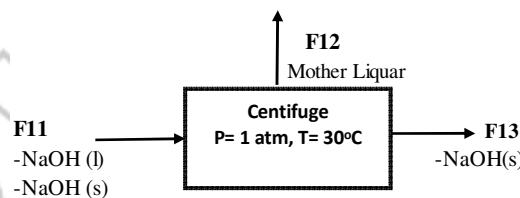


Neraca Massa Total kristallizer:

Tabel 3. 6 Neraca massa *crystalizer*

Komponen	Input (Kg/jam)	Komponen	Output (Kg/jam)
	F12		F13
NaOH (L)	2.526,76	NaOH(s)	2.524,342
H ₂ O	445,899	NaOH(L)	50,535
		H ₂ O	397,787
Total	2.972,665		2.972,665

6. Centrifuge

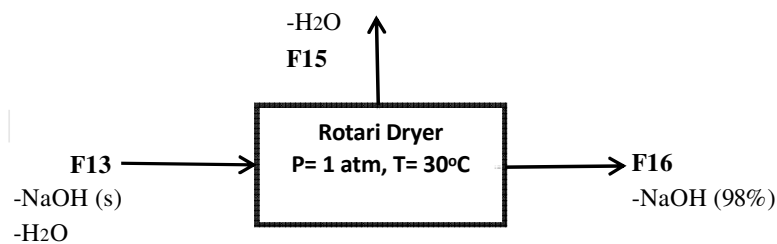


Neraca Massa Centrifuge:

Tabel 3. 7 Neraca massa *Centrifuge*

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)	
	F12	F13	F14
NaOH(s)	2.524,342		2.524,34
NaOH(l)	50,535	50,535	
H ₂ O	397,787	358,008	39,778
Total	2.972,665	408,544	2.564,121
	2.972,665	2.972,665	

7. Rotary Dryer



Neraca Massa total *Rotary Dryer*

Tabel 3. 8 Neraca massa *rotary dryer*

Komponen	Input (Kg/jam	Output (Kg/jam	
	F15	F16	F17
NaOH	2.524,34		2.524,34
H ₂ O	45,481		0,909
H ₂ O(Uap)		44,572	
Total	2.569,82	44,572	2.525,252
	2.569,82	2.569,82	

Jumlah Produk = 2.524,3428 kg/jam

$$= 2.524,34 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} \times \frac{24 \text{ jam}}{1 \text{ hari}} \times \frac{330 \text{ hari}}{1 \text{ tahun}}$$

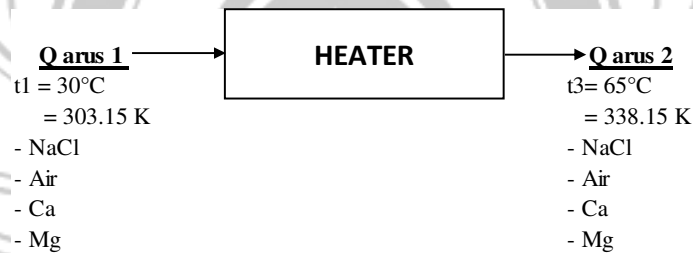
$$= 20.000 \text{ ton/tahun}$$



BAB IV NERACA PANAS

Produk = Natrium Hidroksida (NaOH)
 Kapasitas Produksi = 20.000 ton/tahun
 Basis Operasi = 1 jam
 Satuan Panas = Kcal/jam
 Satuan Cp = Kj/kmol K
 Suhu Referensi = 25°C = 278,15 K
 Suhu Kamar = 30°C = 203,15 K

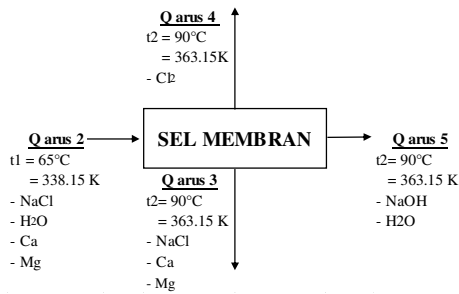
1. Heater



Tabel 4. 1 Neraca Panas Total *Heater*

Komponen	Masuk (Kkcal/Jam)	Keluar (Kcal/Jam)
	Q2	Q3
NaCl (l)	6.627,234	52.706,267
H ₂ O (l)	77.217,319	615.634,479
Ca	39,750	472,668
Mg	1.11,410	584,606
Q Steam	706.488,346	
Q Kondensat		121.086,039
Total	790.484,059	790.484,059

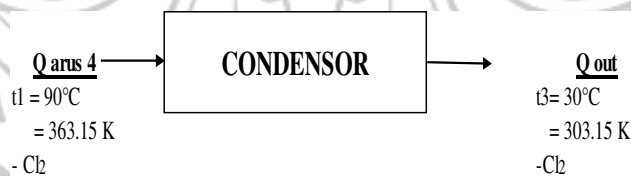
2. Elektrolizer Sel Membran



Tabel 4. 2 Neraca Panas *Elektrolizer Sel Membran*

Komponen	Masuk (Kcal/Jam)		Keluar (Kcal/Jam)	
	Q4	Q5	Q6	Q7
NaCl	52.706	3.412		
H ₂ O	615.634			
Ca	473	763		
Mg	585	939		
NaOH				83.696
H ₂ O				927.698
Cl ₂			16.468	
H ₂			13.948	
Q _{in}	425.887			
Q _{ot}				48.360
Sub Total	1.095.285	5.114	30.417	1.059.754
Total	1.95.285	1.95.285		

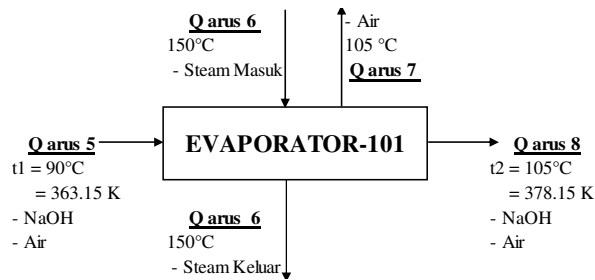
3. Condensor



Tabel 4. 3 Neraca Panas *Condensor*

Komponen	Masuk (kcal/jam)	Keluar (kcal/jam)
	Q4	Q out
Q in	17.941,810	
QW in	866,5677	
Q out		2.764,548
QW out		16.043,82
Total	18.808,378	18.808,378

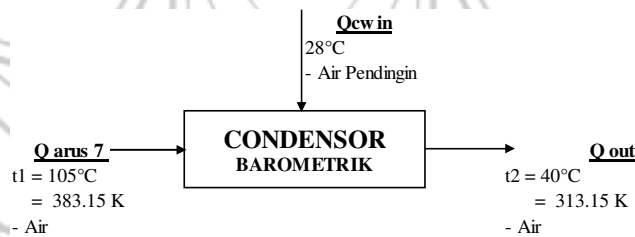
4. Evaporator -101



Tabel 4. 4 Neraca Panas Evaporator – 101

Komponen	Masuk (Kcal/jam)		Keluar (Kcal/jam)		
	Q5	Q Steam (6)	Q7	Q8	Q steam (6)
NaOH(l)	83.847,59			103.182,47	
H ₂ O(l)	927.698,09			106.602,50	
H ₂ O(g)			465.660,87		
Q vap					1.418.697,73
Qin		1.406.307,08			1
Qout					323.709,2081
Total	1.011.545,69	1.406.307,08	465660,8681	209.784,97	1742406,939
		2.417.852,77		2.417.852,77	

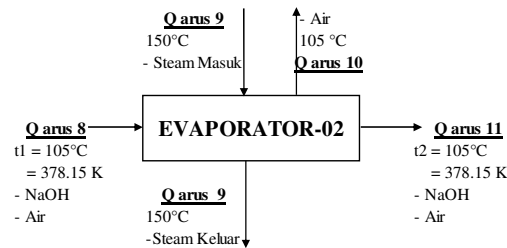
5. Barometric Kondensor -101



Tabel 4. 5 Neraca Panas Barometric Kondensor

Komponen	Qin (kcal/jam)		Qout (kcal/jam)
	Q 7	QcW in	Q kondensat
H ₂ O	465.660,86		
Cooling Water		11.6645,95	582.306,81
Total		582.306,81	582.306,81

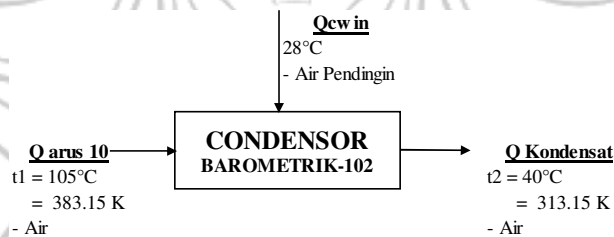
6. Evaporator-102



Tabel 4. 6 Neraca Panas Evaporator -102

Komponen	Masuk (kkal/Jam)		Keluar (kkal/Jam)		
	Q8	Q Steam (9)	Q10	Q11	Q steam (9)
NaOH (l)	103.182,468			103.182,47	
H ₂ O	106.602,4992			34.936,95	
H ₂ O Uap			32.213,41		
Q Vap					98.142,42
Q _{in}		76.239,35832			
Q _{out}					17.549,07
Total	209.784,97	76.239,35832	32.213,41	138.119,42	115.691,497
		286.024,33		286.024,33	

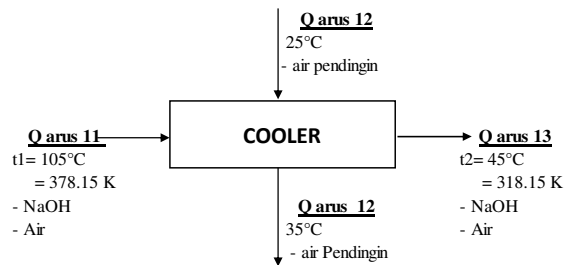
7. Barometrik Condensor-102



Tabel 4. 7 Neraca Panas Barometric Condensor

Komponen	Input (kmol/jam)		Output (kmol/jam)
	Q 10	Q cW in	Q kondensat
H ₂ O	32.869,21		
Cooling Water		8.233,58	41.102,79
Total	41.102,79		41.102,79

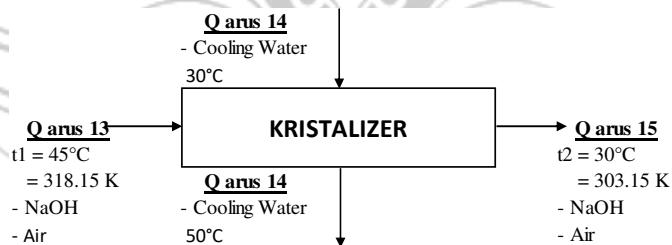
8. Cooler



Tabel 4. 8 Neraca Panas *Cooler*

Komponen	Masuk (Kkal/Jam)	Keluar (Kkal/Jam)
	Q11	Q13
NaOH	103.182,46	25.772,98
H ₂ O(l)	34.936,95	8.745,164
Q12 Air Pendingin		103.601,54
Total	138.119,42	138.119,42

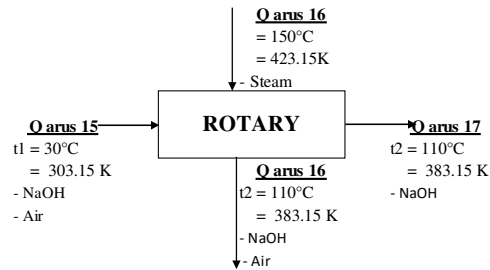
9. Crisralizer



Tabel 4. 9 Neraca Panas *Cristallizer*

Komponen	Masuk (KJ/Jam)	Keluar (KJ/Jam)
	Q12	Q13
NaOH(aq)	26.418,39775	-528,3885
H ₂ O	19.951,52166	-18.322,5997
NaOH(s)		-16.003,9299
Q Kristal	-2,101337164	
Qair pendingin		812.22,73617
	46.367,81807	46.367,8181

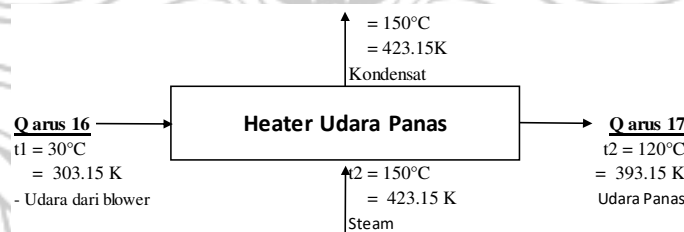
10. Rotary Dryer



Tabel 4. 10 Neraca Panas *Rotary Dryer*

Komponen	Qin (Kkal/Jam)		Qout (Kkal/Jam)	
	Q 15	Q udara (Q16)	Q17	Q udara (16)
NaOH	4000,4100		67891,9959	
H ₂ O	151,3083		55,7663	
Udara		1.304.306,34		1,240.510,26
Sub total	4151,7183	1.304.306,34	67947,7623	1,240.510,26
Total		1.308.458,0		1.308.458,0

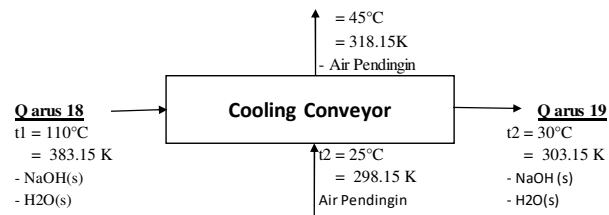
11. Heater Udara Panas



Tabel 4. 11 Neraca Panas *Heater Udara Panas*

Komponen	Masuk (kkal/jam)	Keluar (kkal/jam)
	Q16	Q17
Udara	40.504,66985	780.258,9639
steam	960.949,3301	
Kondensat		221.195,0361
Total	1.001.454	1.001.454

12. Cooling Conveyor



Tabel 4. 12 Neraca Panas *Cooling Conveyor*

Komponen	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
	Q18	Q19
NaOH _(s)	67.891,9959	4.000,4100
H ₂ O _(l)	55,7663	3,0262
Air Pendingin		63.944,3261
Total	67.947,7623	67.947,7623

BAB V SPESIFIKASI ALAT

1. Gudang Penyimpanan NaCl

Identifikasi Gudang Penyimpanan

Kode	: G -101
Fungsi	: Tempat paenyimpan NaCl sebelum diproses
Bahan Konstruksi	: Beton
Jumlah	: 1 unit
Voulume Gudang	: 277,86 m ³
Lebar	: 5,2717 m
Panjang	: 10,5435 m
Tinggi Total	: 5,0095 m

2. Screw Conveyor -101

Identifikasi Screw Conveyor -101

Kode	: SC-01
Fungsi	: Mengangkut NaCl dari Gudang penyimpanan ke bucked elevator
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Tipe	: <i>Horizontal Screw Conveyor</i>
Kapasitas	: 57,9882 ft ³ /jam
Kecepatan	: 32,2157 rpm
Diameter pipa	: 2,5 in
Diameter shaft	: 2 in
Feed section diameter	: 6 in
Panjang Screw	: 50 ft
Daya Motor	: 1 Hp

3. Bucket Elevator -101

Identifikasi Bucket Elevator

Kode	: BE-101
Fungsi	: Mengangkut NaCl dari SC-101 ke mixing tank
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Tipe	: <i>Spaced bucket centrifugal discharger elevator</i>
Kapasitas Maximum	: 14 ton/jam
Laju Bahan Masuk	: 3,9279 ton/jam
Kecepatan Putaran	: 43 rpm
Size	: 6 x 4 x 41/4
Tinggi Pengangkit	: 25 ft
Daya Motor	: 1 hp

1. Mixing Tank

Identifikasi Spesifikasi Mixing Tank

Kode	: MT- 101
Fungsi	: Melarutkan NaCl (s) dengan air proses
Jenis	: Tangki silinder dengan pengaduk
Mode operasi	: Semi batch
Waktu Tinggal	: 10 menit
Jumlah	: 1 buah

Kondisi Operasi

Kondisi tekanan	: Non Isotermal
Tekanan	: 1 atm

Konstruksi dan Material

Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 201 grade A</i>
OD shell	: 4,5593 m
Tebal shell	: 0,224 in
Tinggi total	: 8,5209 m
Jenis head	: <i>Torispherical Flanged & Dished</i>

Spesifikasi khusus

Jenis pengaduk	: <i>Marine Propeller With 3 Blade</i>
Diameter pengaduk	: 1,5197 m
Kecepatan pengaduk	: 56 rpm
Power pengaduk	: 27 Hp
Jumlah <i>baffel</i>	: 4 Buah
Lebar <i>baffel</i>	: 0,379 m

2. Pompa-101

Identifikasi

Kode	: P-101
Fungsi	: Mengalirkan NaCl dari Mixing tank ke heater 01
Tipe	: <i>Centrifuge Pump</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Commercial stell</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 17,5254
NPS (in)	: 3
ID (in)	: 2,9
OD(in)	: 3,5
Daya	: 1 HP

3. Heater

Identifikasi Heater

Fungsi	: Menaikkan tenperatur campuran sebelum masuk ke sel membran
Kode	: H-101
Jenis	: <i>Sheel and Tube heat exchanger</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 garde C</i>
Luas Transfer Panas	: 255,8681ft ²

Mechanical Desing

Laju alir massa	: 19.247,7936 kg/jam
-----------------	----------------------

Pemilihan HE dipilih 3/4 inch OD. 16BWG, 1 inch square pitch pada tabel 10 kern

OD	:	3/4 inch
Pitch	:	1 inch
Panjang tube	:	16 ft
Outside diameter	:	0,75in
Inside diameter	:	0,834 in
a't	:	0,289 in ²
a"	:	0,1963 ft ² /ft
Passes	:	2 passes
Jumlah Tube	:	90 buah tube
A koreksi	:	282,672 ft ²
Presurre Drop	:	2,21 psi

4. Pompa-102

Identifikasi

Kode	:	P-102
Fungsi	:	Mengalirkan NaCl dari heater -101 ke elektrolizer sel membran
Tipe	:	<i>Centrifuge Pump</i>
Bahan Konstruksi	:	<i>Commercial stell</i>
Jumlah	:	1 unit
Kapasitas	:	17,5254 m ³ /jam
NPS (in)	:	2,5
ID (in)	:	2,8
OD(in)	:	3,5
Daya	:	1 hp

5. Elektrolisis Sel Membran

Identifikasi Spesifikasi Sel Membran

Kode	:	E -101
Fungsi	:	Mereaksikan Larutan NaCl dengan H ₂ O untuk menghasilkan NaOH
Jenis	:	Reaktor Elektrolisis dari <i>Asahi kaseis tipe ML60</i>

Mode Operasi : Semi batch
Waktu tinggal : 60,10 Menit
Jumlah cell : 66 Buah

Kondisi operasi

Kondisi proses : Isotermal
Suhu : 90 °C
Tekanan : 1 atm

Dimensi dan material

Jenis katoda : gasket PTFE
Jenis anoda : gasket EPDM
Jenis membran : Aciplex
Tinggi : 1,67 m
Lebar : 3,86 m
Panjang 1 cell : 0,08 m
Panjang total : 5,36 m
Ukuran elektroda : 5,1 m²

Mechanical design

Tegangan : 2,19 V
Current density : 5 ka/m²
Arus listrik : 1.656,4043 KA
Daya listrik : 5,3915 MW
Jenis pemanas : Electric
Energi listrik pemanas : 425.886,73
Daya listrik pemanas : 0,118 MW
Daya listrik total : 5,4020 MW

6. Komprerosor -101

Rangkuman

Kode : K-101
Fungsi : Menaikan tekanan gas Cl₂ sebelum masuk kedalam kondensor
Jenis : *Reciprocating Compressor*

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304*

Kapasitas : 49,98517476 ft³/jam

Kondisi operasi

Tekanan masuk : 1 atm

Tekanan keluar : 10 atm

Suhu masuk : 30°C

Jumlah stage : 1 stage

Power motor : 7 Hp

7. Condensor -101

Identifikasi

Fungsi : Mengkondensasikan Cl₂

Operasi : *Continue*

Jumlah : 1 unit

Tipe : *Double Pipe Heat Excanger*

Bahan Konstruksi : *Stainless Steel SA-240 S*

Rd actua : 0,057326

Overall Clean Coefficient (Uc) : 17,754

Overal Desing Coeffisient (Ud) : 120,00

Anulus Heat Transfer Coeffisient (ho) : 20,793

Inner Pipe Heat Transfer Coeffisient (hio) : 121,4476227

<i>Anulus Side</i>		<i>Inner Pipe side</i>	
IPS (in)	4	IPS (in)	2,5
SN	40	SN	40
OD	4,5	OD	2,88
ID	4,026	ID	2,469
a"	1,178	a"	0,753
ΔPa	2,145	ΔPa	0,027

8. Tangki Penyimpanan Cl₂

Identifikasi Tangki Penyimpanan Cl₂

Fungsi : Menampung Cl₂ Sebagai produk samping

Tipe : Silinder vertikal dengan tutup dan alas berbentuk *thorispherical*

Jumlah : 1 unit

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Tekanan desain : 24,3529 psi

Konstruksi dan Material

Bahan Konstruksi : Carbon Steel SA-283 Grade C

Kapasitas : 1,4088 m³/jam

Tinggi Silinder : 5,587 m

Diameter Silinder : 3,7248 m

Tebal Silinder : 3/8 in

: 0,4787 in

Tinggi tutup atas

Tebal head : 3/16 m

Tinggi Tangki : 5,5873 m

9. Pompa -103

Identifikasi

Kode : P-103

Fungsi : Mengalirkan Larutan NaOH dari elektrolizer ke evaporator -101

Tipe : *Centrifuge Pump*

Bahan Konstruksi : *Commercial steel*

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 16,72178105

NPS (in) : 3

ID (in) : 3,068

OD(in) : 3,5
Daya : 1 Hp

10. Evaporator – 101

Identifikasi Spesifikasi Evaporator – 101

Kode : EV-101
Fungsi : Mnguarkan air dari Natrium Hidroksida
Tipe : *Long tube Vertical*
Bahan : *Carbon Steel, SA-285 gade C*
Volume Tangki : 20,0661 m³
Diameter Tangki : 2,6944 m³
Tinggi Tangki : 13,9030 ft
Tinggi Silinder : 11,7078 ft
Tinggi Head : 2,1952 ft
Tebal head : 0,3005 in
Tebal shell : 0,3447 in
Panjang koil : 31,439 ft
Tebal Shell : 0,25 in
Jumlah Belitan : 16 buah

11. Pompa -104

Identifikasi

Kode : P-104
Fungsi : Mengalirkan Larutan NaOH dari Evaporator 1 ke Evaporator 2
Tipe : *Centrifuge Pump*
Bahan Konstruksi : *Commercial stell*
Jumlah : 1 unit
Kapasitas : 3,726485413
NPS (in) : 1,5
ID (in) : 1,61
OD(in) : 1,9

Daya : 0,5 Hp

12. Barometric Kondensor - 101

Identifikasi Barometrik Condensor

Kode : BC-101
Fungsi : Mengkondensasikan uap uap yang keluar dari EV-101
Jumlah : 1 unit
Tipe : Cunter-Current
Kondisi Operasi : T air pendingin = 28°C
T air keluar Kondensor = 100°C
Luas Penampang Kondensor : 22,0288 ft²
Diameter : 1,45584 m
Tinggi Kolom : 6,3517 m

13. Evaporator -102

Identifikasi Spesifikasi Evaporator - 102

Kode : EV-102
Fungsi : Menguapkan air dari Natrium Hidroksida
Tipe : *Long tube Vertical*
Bahan : *Carbon Steel, SA-285Grade C*
Volume Tangki : 4,4717 m³
Diameter Tangki : 1,66226 m³
Tinggi Tangki : 8,4291 ft
Tinggi Silinder : 7,0981 ft
Tinggi Head : 1,3309 ft
Tebal Shell : 0,25 in
Panjang koil : 16,05 ft
Jumlah Belitan : 11 buah belitan

14. Kondensor Barometrik -102

Identifikasi Barometrik Condensor

Kode	:	BC-102
Fungsi	:	Mengkondensasikan uap uap yang keluar dari EV-102
Jumlah	:	1 unit
Tipe	:	Cunter-Current
Kondisi Operasi	:	T air pendingin : 28°C
	:	T air keluar Kondensor : 100°C
Luas Penampang Kondensor	:	0,515355 ft ²
Diameter	:	0,0022 m
Tinggi Kolom	:	6,3517 m

15. Cooler – 101

Identifikasi Cooler

Kode	:	C-101
Fungsi	:	Menurunkan Temperatur NaOH untuk masuk di tahap selanjutnya
Tipe	:	<i>Double Pipe Heat Excanger</i>
Aliran Fluida	:	<i>Counter Current</i>
Bahan Konstruksi	:	Carbon Steel SA-285 Grade C
Ukuran Anulus		
ID	:	0,3187 ft
OD	:	0,3749ft
NPS	:	4 in
Ukuran Inner Pipe		
ID	:	0,2416 ft

OD	: 0,2916 ft
NPS	: 3 in
Panjang Harpain	: 20 ft
Jumlah Hairpin	: 2 buah
Luas area transfer	: 117,7332 ft ²
Pressure drop a	: 0,1372 psi
Pressure Drip p	: 0,0068 psi

16. Pompa -105

Identifikasi

Kode	: P-105
Fungsi	: Mengalirkan Larutan NaOH dari Cooler ke Kristalizer
Tipe	: <i>Centrifuge Pump</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Commercial stell</i>
Jumlah	: 1 unit
Kapasitas	: 2,837515773
NPS (in)	: 1,5
ID (in)	: 1,61
OD(in)	: 1,9
Daya	: 0,1 HP

17. Cristalizer

Identifikasi Cristalizer

Kode	: CR-01
Fungsi	: Untuk membentuk kristal kristal NaOH dengan proses pendinginan
Jenis	: <i>Carbon steel SA 283 Grade C</i>
Tipe	: Stirred Tank Crystallizer
Mode operasi	: <i>Semi batch</i>
Waktu tinggal	: 1 jam
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas maksimum	: 4,30249 m ³

Kondisi operasi	
Kondisi proses	: Non isoteral
Tekanan	: 1 atm
Konstruksi dan material	
Bahan konstruksi	: <i>High alloy steel SA-167 grade 3 type 304</i>
OD shell	: 1,524 in
Tebal shell	: 0,25 in
Tinggi total	: 2,7207 m
Jenis head	: <i>Torispherical Flanged & Dishead</i>
Jenis bottom	: Conis
Spesifikasi khusus	
Jenis pengaduk	: <i>Marine Propeller With 3 Blade</i>
Diameter pengaduk	: 0,5037 m
Kecepatan pengaduk	: 68 rpm
Power pengaduk	: 0,5 Hp
Jenis pendingin	: Coil
Ud	: 1.097,738 w/m ² .C
A''	: 29,697 ft ²
NPS	: 2,50
<i>Schedule number</i>	: 40
Panjang total	: 12,02 m
Jumlah lilitan	: 3 lilitan
18. Centrifuge	
Identifikasi Centrifuge	
Nama	: Centrifuge-01
Kode	: CF-01
Fungsi	: Memisahkan crystal NaOH.H ₂ O dari CR-01 dengan filtrat
Jenis	: <i>Helical Conveyor Centrifuge</i>
Material	: <i>High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304</i>
Jumlah	: 1 buah

Kondisi operasi

Suhu : 30°C

Tekanan : 1

Spesifikasi

Kapasitas : 4,2625 ton/jam

Diameter *bowl* : 0,6096 in

Panjang *bowl* : 1,8288 m

Radius *bowl* : 0,3048 in

Laju putar motor : 40 rpm

Daya motor : 0,125 Hp

19. Pompa – 106

Identifikasi

Kode : P-108

Fungsi : Mengalirkan NaOH yang tidak terkristalkan ke kristalizer

Tipe : *Centrifuge Pump*

Bahan Konstruksi : *Commercial stell*

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 0,699383503

NPS (in) : 1

ID (in) : 0,824

OD(in) : 1,05

Daya : 0,5

20. Screw Conveyor-102

Identifikasi SC-102

Kode : SC - 102

Fungsi : Mengangkut Kristal NaOH dari centrifuge ke rotary dryer

Bahan : *Carbon steel*

Tipe : *Horizontal Screw Conveyor*

Kapasitas	: 51,037m ³ /jam
Kecepatan	: 28,3539 rpm
Diameter pipa	: 2,5 in
Diameter shaft	: 2 in
Feed section diameter	: 6 in
Panjang Screw	: 50 ft
Daya Motor	: 1 Hp

21. Blower -101

Identifikasi Blower - 101

Kode	: B-01
Fungsi	: Mensuplay udara kering masuk ke heater
Bahan	: <i>Carbon steel</i>
Type	: <i>Cenrifugal backward curved blower</i>
Kapasitas	: 308,007 ft ³ /s
Daya	: 0,604 Hp

22. Heater Udara Panas

Identifikasi Heater

Fungsi	: Menaikan temperatur
Jenis	: <i>Sheel and Tube heat exchanger</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA-283 garde C</i>
Luas Transfer Panas	: 363,487 ft ²

Mechanical Desing

Parameter	: Shell
Fluida	: Steam (g)
Laju alir massa	: 36.736,15 kg/jam

Pemilihan HE dipilih 3/4 inch OD. 16BWG, 1 inch square pitch pada tabel 10 kern

OD	: 3/4 inch
Pitch	: 1 inch
Panjang tube	: 16 ft

Outside diameter	: 0,75in
Inside diameter	: 0,834 in
a't	: 0,289 in ²
a"	: 0,1963 ft ² /ft
Passes	: 2 Passes
A koreksi	: 282,672 ft ²
Presurre Drop	: 2,21 psi

23. Rotary Dryer

Identifikasi Rotarry Dryer

Kode	: RD-101
Fungsi	: Mengeringkan Natrium Hidroksida (NaOH)
Tipe	: <i>Direct-Heat Rotary Dryer</i>
Luas	: 2,0409 m ²
Diameter	: 1,6124m
Panjang	: 6,4497 m
Volume	: 13.1638 m ³
Kecepatan Putaran	: 5,9273 rpm
Jumlah flight	: 13
Kemiringan	: 27,292931
Power	: 14 Hp

24. Coling Conveyor

Identifikasi Cooling Conveyor-101

Kode	: CL-01
Fungsi	: Mendinginkan Kristal NaOH yang keluar dari Rotary dryer
Panjang	: 50 ft
Kapasitas Cooling Conveyor	: 5.670,646 lb/jam
Power motor	: 0,4 Hp
Diameter	: 10 in

Putaran : 16 rpm
Daya Motor : 1,0739 Hp

25. Bucket Elevator-102

Identifikasi Bucked elevator

Kode : Be-102
Fungsi : Mengangkut NaOH dari coling water masuk kedalam silo NaOH
Bahan : *Carbon steel*
Tipe : *Spaced bucket centrifugal dischanger elevator*
Kapasitas Maximum : 14 ton/jam
Laju Bahan Masuk : 2,572 ton/jam
Kecepatan Putaran : 43 rpm
Size : 6 x 4x x41/4
Tinggi Pengangkit : 25 ft
Daya Motor : 1 hp

26. Silo – 101

Identifikasi Silo

Fungsi : Tempat penyimpanan produk natrium hidroksida keluaran RD-101
Jumlah : 1 unit
Operasi : Continu
Tipe : Conical Bottom Silo
Tekanan : 1 atm
Temperatur : 30°C
Kapasitas : 21,3196 m³
Diameter Silo : 2,3229 m

Tinggi Silo	: 5 ,3629 m
Tebal Silo	: 0,0025 mm
Bahan Kontruksi	: <i>Carbon steel SA-283 C</i>

BAB VI UTILITAS

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting sebagai penunjang jalannya proses produksi dalam suatu pabrik. Adapun unit utilitas yang diperlukan pada pabrik NaOH yaitu

6.1 Unit Penyediaan Air

Kebutuhan air direncanakan memakai air sungai yang kemudian diolah menjadi air bersih yang layak digunakan pada pabrik dan keperluan lain seperti kebutuhan air proses yang terdiri dari:

1. Air Pendingin

Air Pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin. Air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut:

- a. Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar
- b. Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- c. Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- d. Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- e. Tidak terdekomposisi

Air yang telah digunakan untuk mendinginkan suatu alat proses, akan mengalami kenaikan temperatur sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut.

Untuk menghemat pemakaian air pendingin maka sistem air pendingin dilakukan dalam suatu sistem sirkulasi. Sehingga diperlukan alat yang digunakan mendinginkan air tersebut untuk dapat digunakan kembali, yaitu dengan *cooling tower*.

2. Air umpan boiler

Air umpan Boiler merupakan air yang digunakan sebagai air umpan boiler sehingga diperoleh steam (proses penguapan). Steam yang dibutuhkan dalam proses ini pada tekanan 1 atm dan suhu 120 °C. Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler dapat menyebabkan kerusakan pada boiler. Berikut adalah zat-zat yang dapat merusak boiler:

- a. Kadar zat terlarut (*soluble matter*) yang tinggi
- b. Zat padat terlarut (*suspended solid*)
- c. Garam-garam kalsium dan magnesium
- d. Zat organik (*organic matter*)
- e. Silika, sulfat, asam bebas dan oksida

3. Air proses

Air proses merupakan air yang digunakan untuk keperluan operasional (proses) dalam menjalankan pabrik. Air proses pada pabrik selulosa asetat ini dipakai pada tangki hidrolisisir

4. Air sanitasi

Air Sanitasi merupakan air yang digunakan untuk keperluan domestik. Air domestik digunakan untuk keperluan kantor, mushollah, poliklinik, kantin, laboratorium dan lain-lain

6.2 Unit Penyediaan Steam

Berdasarkan perhitungan neraca panas diketahui kebutuhan steam peralatan pada Tabel 6.1 dibawah ini:

Tabel 6. 1 Kebutuhan *Steam* Peralatan

No	Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
1	Heater NaCl	1.097,880
2	Evaporator 1	2.142,41
3	Evaporator 2	116,15
4	Heater Udara Panas	1.463,939
	Total	4.820,375

Penyediaan steam untuk pabrik NaOH dihasilkan dari boiler. Air umpan boiler terlebih dahulu diolah untuk memenuhi syarat sebagai air ketel, sehingga pembentukan kerak dan korosi pada boiler dapat dihindari. Dengan mempertimbangkan kemungkinan kebocoran steam saat distribusi maka jumlah steam yang disediakan 20% lebih banyak dari jumlah kebutuhan, sehingga jumlah steam yang diproduksi sebesar 5.784,450 kg/jam. Kebutuhan overdesing tersebut untuk kebutuhan saat start up pabrik, sementara untuk kebutuhan selanjutnya digunakan *make up water* dari air umpan boiler yaitu 1.234,9918 kg/jam

6.3 Sistem Pengolahan Air

Air sungai yang tersedia adalah air yang belum layak untuk dipergunakan karena masih mengandung zat pengotor. Oleh sebab itu air sungai perlu diproses lebih dahulu. Proses pengolahan air dimulai dari air sungai sebagai sumber air yang dipompa ke bak penampungan awal untuk mengendapkan lumpur atau partikel besar kemudian air dipompa ke tangki clarifier untuk mengendapkan

bahan tersuspensi dengan menambahkan koagulan yaitu larutan alum (Al_2SO_4)₃, Setelah pencampuran yang disertai dengan pengadukan maka akan terbentuk flok-flok yang akan mengendap ke dasar *clarifier*, sedangkan air jernih atau yang masih terkandung flok ringan akan keluar secara overflow menuju proses filtrasi, Filtrasi dilakukan untuk menyaring flok yang masih terikat pada air dengan menggunakan sand filter. Setelah penyaringan, air dialirkan ke bak penampungan air bersih dan dari bak penampungan air bersih ini akan didistribusikan sesuai dengan kebutuhan masing-masing .

a. Air sanitasi

Air dari bak air bersih dipompa ke bak sanitasi dengan penambahan desinfektan kaporit (CaO) yang diinjeksikan langsung ke dalam bak. Selanjutnya air dialirkan dengan menggunakan pompa untuk memenuhi kebutuhan air sanitasi.

b. Air Umpan boiler

Pelunakan air umpan boiler perlu dilakukan dengan proses demineralisasi untuk penghilangan ion-ion mineral yang terdiri dari dua tangki, yaitu kation dan anion *exchanger*. Proses demineralisasi dimulai dari bak air bersih dialirkan dengan pompa menuju *kation exchanger* untuk penghilangan ion-ion yang dapat menyebabkan kesadahan (ion bikarbonat, sulfat dan klor). Kemudian, air lunak dialirkan menuju anion *exchanger* untuk menghilangkan anion yang dapat mengganggu proses dan akan dialirkan ke tangki daerator untuk menghilangkan gas impuritis. Kemudian air lunak dari tangki daerator akan di alirkan menggunakan pompa ke tangki umpan boiler.

c. Air pendingin

Untuk kebutuhan air pendingin dari air lunak langsung dipompa ke bak air pendingin kemudian dialirkan ke peralatan yang membutuhkan air pendingin. Untuk menghemat kebutuhan air pendingin maka setelah digunakan, air pendingin di *recycle* dengan terlebih dahulu didinginkan dalam *cooling water* dan dialirkan kembali ke bak air pendingin.

d. Air proses

Untuk kebutuhan air proses diperoleh dari air lunak kemudian dipompa menuju bak air proses dan dialirkan menggunakan pompa untuk kebutuhan air proses.

6.3.1 Spesifikasi Alat Unit Penyedia Air

1. Boiler (BL-01)

Kode	: BL-201
Fungsi	: Menghasilkan <i>saturated steam</i> yang digunakan untuk memenuhi steam pada alat proses
Jenis	: <i>Water tube</i>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Unit
Volume Tangki	: 67,1984 m ³
Diameter	: 4,4072 m

2. Screen

Kode	: S-201
Fungsi	: Untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting daun, sampah dan sebagainya.
Jenis	: <i>Bar Screen</i>
Jumlah bukaan	: 44,189 bukaan
Luas tiap bukaan	: 45,4609 in

3. Bak Penampungan Awal (B-01)

Kode	: BP-201
Fungsi	: Untuk menampung air sungai pada tahap pendahuluan dan mengendapkan partikel partikel berat dalam air yang berasal dari air sungai
Jenis	: Persegi Panjang
Bahan konstruksi	: Beton Bertulang
Volume bak	: 55,9120 m ³
Panjang	: 6,0699 m
Lebar	: 3,0349 m
Tinggi	: 3,0349 m

4. Clarifier C-01

Kode	:C-201
Fungsi	:Mengendapkan flok-flok yang terbentuk dengan penambahan koagulan
Jenis	:Silinder tegak dengan dasar konis
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Volume Tangki	:55,9120 m ³
Diameter Tangki	:4,1477 m
Tinggi Tangki	:6,2216 m
Daya Pengaduk	:2,5 Hp

3. Bak sand Filter (B-05)

Kode	:B-201
Fungsi	:Untuk menyaring kotoran- kotoran yang masih tertinggal di dalam air dari tangki clarifier
Jenis	: <i>Garvity sand filter</i>
Bahan konstruksi	:Beton Bertulang
Volume Bak	:111,891 m ³
Tinggi saringan pasir	:11,7324 m
Lebar	:3,0882 m

- Panjang :3,0882 m
4. Bak penampungan air bersih
- Kode :BP-202
- Fungsi :Untuk menampung air sebelum dilakukan pendistribusian untuk air sanitasi, air proses, air pendingin dan air umpan boiler
- Jenis :Persegi Panjang
- Bahan konstruksi :Beton Bertulang
- Volume Bak :55,9459 m³
- Panjang :6,0712 m
- Lebar :3,0356 m
- Tinggi :3,0356 m
5. Bak air sanitasi
- Kode : BP-203
- Fungsi : Untuk menampung air sanitasi dengan penambahan kaporit sbelum didistribusikan pada kebutuhan kantor, lab,toilet dan lainnya
- Jenis : Persegi Panjang
- Bahan konstruksi : Beton Bertulang
- Volume Bak : 6,3640 m³
- Panjang : 4,3694 m
- Lebar : 1,4564 m
- Tinggi : 1,4564 m
6. Cation Exchanger (CE-01)
- Kode : KE-201
- Fungsi : Untuk mengurangi kesadahan air melalui pertukaran kation
- Jenis : Silinder tegak dengan dasar dan atap datar
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-283 Grade C*
- Volume bed : 17,4374 m³

Tinggi Tangki : 5,2278 m

Diameter : 3,4852 m

7. Anion Exchanger

Kode : AE-201

Fungsi : Mengurangi kesadahan air melalui pertukaran anion

Jenis : Tangki silinder tegak dengan bed resin

Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA-283 Grade C*

Volume Bed : 17,4374 m³

Diameter : 3,4852 m

Tinggi Tangki : 5,2278 m

8. Tangki H₂SO₄

Kode : T-201

Fungsi : Melarutkan H₂SO₄ untuk regenerasi penukar ion

Bentuk : Silinder Tegak

Bahan konstruksi : Carbon steel

Jumlah : 1 unit

Diameter : 1,1517 m

Tinggi : 2,3034 m

9. Tangki NaOH

Kode : T-202

Fungsi : Melarutkan NaOH untuk regenerasi penukar ion

Bentuk : Silinder Tegak

Bahan konstruksi : Carbon steel

Jumlah : 1 unit

Diameter : 1,1517 m

Tinggi : 2,3034 m

10. Tangki Umpan Boiler

Kode : TU-201

Fungsi : Menampung air untuk kebutuhan boiler

Bentuk : Silinder vertikal dengan alas dan tutup datar
Bahan konstruksi : Carbon steel SA-283 grade C
Jumlah : 1 unit
Diameter : 3,0511 m
Tinggi : 3,0511 m
Tebal : 0,312 in

11. Tangki Daerator

Kode : DE-201
Fungsi : Penghilangan gas-gas impurities
Bentuk : Silinder horizontal dengan alas dan tutup torispherical
Bahan konstruksi : Carbon steel SA-283 grade C
Jumlah : 1 unit
Volume Tangki : 5,9457 m³
Diameter : 1,7155 m
Tinggi : 3,2457 m

12. Bak air pendingin

Kode : BP-205
Fungsi : Menampung air pendingin untuk dialirkan ke peralatan proses yang membutuhkan air pendingin
Bentuk : Persegi Panjang
Bahan konstruksi : Beton Bertulang
Jumlah : 1 unit
Volume Bak : 72,9113 m³
Panjang : 6,6316 m
Lebar : 3,3158 m
Tinggi : 3,3158m

13. Bak air Proses

Kode : BP-204
 Fungsi : Menampung sementara air proses sebelum digunakan dipabrik
 Bentuk : Persegi Panjang
 Bahan konstruksi : Beton Bertulang
 Jumlah : 1 unit
 Volume Bak : 56,7312 m³
 Panjang : 6,0994 m
 Lebar : 3,0497 m
 Tinggi : 3,0497 m

14. Cooling Tower

Kode : CT-201
 Fungsi : Mendinginkan kembali air yang sudah digunakan sebagai pendingin pada alat-alat pendingin dan reaktor
 Jenis : Cooling towe induced draft
 Luas Menara : 11,0457 m²
 Volume : 55,2288 m³
 Daya fan : 3,5Hp

15. Pompa

Untuk semua perhitungan pompa utilitas dapat dilihat pada Tabel 6.2 dibawah ini:

Tabel 6. 2 Perhitungan Pompa Utilitas

No	Kode Pompa	Kapasitas pompa (kg/jam)	Nominal pipe size (in)	Inside Diameter (ID)	Daya Standar (HP)
1	P-01	92.963,494	6	6,065	8
2	P-02	92.963,494	6	6,065	4,5
3	P-03	2.643,75	1 1/2	1,619	0,5
4	P-04	92.963,494	6	6,065	5

5	P-05	6.479,32	2	2,067	0,5
6	P-06	60.577,214	5	5,047	1
7	P-07	23.567,570	3 1/2	3,548	1
8	P-08	50.023,642	5	5,047	1

6.4 Unit Penyediaan udara tekan

Unit ini bertujuan untuk menyediakan udara tekan untuk keperluan pengering dan pendingin bahan. Total kebutuhan udara pada pabrik NaOH dapat dilihat pada Tabel 6.3 dibawah ini:

Tabel 6. 3 Total Kebutuhan Udara

No	Nama Alat	Kebutuhan (Kg/jam)
1	Rotary dryer	36.736,1592
2	Cooling conveyor	4.033,316
Total		40.769,4755

6.5 Unit Penyediaan Listrik

Tenaga Listrik pada pabrik digunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi, dan kebutuhan lainnya. Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber yaitu PLN dan generator. Adapun total kebutuhan listrik pada prarancangan pabrik NaOH ini dapat dilihat pada Tabel 6.4 berikut :

Tabel 6. 4 Tabel Kebutuhan Listrik

No.	Penggunaan	Jumlah (Kw)
1	Listrik untuk unit produksi	60,2706
2	Listrik untuk unit alat kontrol	21,0947
3	Listrik untuk penerangan	21,0947
4	Listrik untuk laboratorium,bengkel & kantor	30,1353
4	Listrik untuk prasarana lainnya	24,1082

Total	156,7036
--------------	----------

6.6 Unit Penyediaan Bahan Bakar

Generator disediakan untuk menyuplai kebutuhan listrik proses dan utilitas apabila terjadi gangguan listrik dari PLN. Diketahui power faktor untuk generator penggerak mesin diesel sebesar 80%. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah minyak solar. Pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

- Minyak solar lebih efisien
- Mempunyai nilai bakar yang tinggi
- Menghasilkan emisi yang lebih rendah

Total kebutuhan bahan bakar pada pabrik NaOH dapat dilihat pada Tabel 6.5 dibawah ini:

Tabel 6. 5 Total kebutuhan bahan bakar

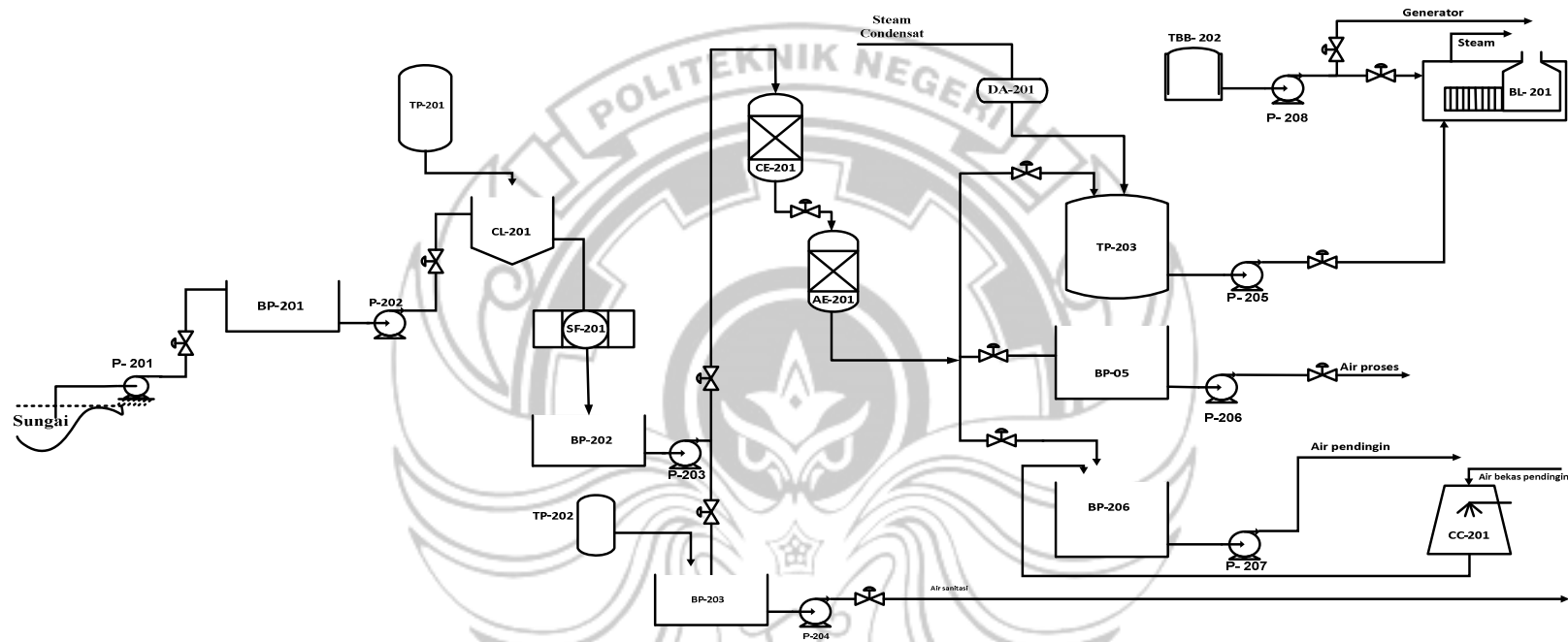
Penggunaan	Jumlah (l/jam)
Generator	17,1673
Total	17,1673

6.6.1 Spesifikasi Alat Untuk Bahan Bakar

1. Tangki Generator

Kode	: G-01
Fungsi	: Tempat mrenyimpan bahan bakar minyak solar
Bentuk	: Silinder tegak tutup alas datar
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA-283 Grade C</i>
Jumlah	: 1 Unit
Volume Tangki	: 3,4609 m ³
Diameter	: 1,6397 m

Flowsheet Water Treatment Plant



Kode	Nama Alat	Kode	Nama Alat	Kode	Nama Alat	Kode	Nama Alat
BP-201	Bak penampungan awal	KE-201	Kation exchanger	DE-201	Daerator	P-204	Pompa III
BP-202	Bak air bersih	AE-201	Anion exchanger	CT-201	Cooling tower	P-205	Pompa IV
BP-203	Bak air sanitas	TP-201	Tangki air umpan boiler	TBB-201	Tangki bahan bakar generator	P-206	Pompa V
BP-204	Bak air proses	TP-202	Tangki penyimpanan PAC	P-201	Pompa air sungai	P-207	Pompa VI
BP-205	Bak air pendingin	TP-203	Tangki penyimpanan kaporit	P-202	Pompa I	P-208	Pompa VII
CL-201	Clarifier (tangki pengendapan)	SF-201	Bak sand filter	P-203	Pompa II	BL-201	Boiler

Gambar 6. 1 Flowsheet Water Treatmant Plant

BAB VII

INSTRUMEN DAN KESELAMATAN KERJA

Instrumentasi dan keselamatan kerja industri sangat penting untuk proses produksi karena digunakan untuk memantau dan mengontrol proses secara efisien serta mencegah korban jiwa atau kerugian alat, sarana, dan prasarana pabrik. Untuk memastikan bahwa kondisi operasi selalu sesuai dengan harapan dan menghasilkan hasil yang optimal.

7.1 Instrumentasi

Dalam pengoperasian pabrik kimia, pemasangan peralatan instrumentasi sangat penting untuk mencapai hasil produksi yang optimal. Tujuan pemasangan peralatan instrumentasi ini adalah untuk mengendalikan proses produksi, karena dengan adanya peralatan tersebut, kondisi operasi setiap unit dapat dicatat sesuai dengan kondisi yang diinginkan, serta mampu memberikan peringatan jika terjadi penyimpangan selama proses produksi.

7.1.1 Pengendalian Peralatan Instrumentasi

Peralatan instrumentasi dapat dilakukan secara otomatis dan semi otomatis. Pengendalian secara otomatis adalah pengendalian yang dilakukan dengan mengatur instrumen pada kondisi tertentu, bila terjadi penyimpangan variabel yang dikontrol maka instrumen akan bekerja sendiri untuk mengembalikan variabel pada kondisi semula, instrumen ini bekerja sebagai controller.

Pengendalian secara semi otomatis adalah pengendalian yang mencatat perubahan-perubahan yang terjadi pada variabel yang dikontrol. Untuk mengubah variabel-variabel ke nilai yang diinginkan dilakukan usaha secara manual.

Instrument ini bekerja sebagai pencatat (recorder) dengan penggunaan alat-alat control ini diharapkan tercapai hal-hal sebagai berikut:

1. Dapat menjaga variable proses pada operasi yang dikehendaki
2. Laju produksi dapat diatur dalam batas-batas yang aman
3. Kualitas produksi lebih terjamin
4. Membantu mempermudah pengoperasian suatu alat
5. Kondisi-kondisi yang berbahaya dapat diketahui secara dini melalui alarm peringatan sehingga lebih terjamin keselamatan kerja
6. Efisiensi akan lebih meningkat.

7.1.2 Alat Instrumentasi Pada Pabrik Natrium Hidroksida

Instrumen digunakan untuk memantau variabel proses utama selama operasi pabrik. Adapun instrumen yang digunakan pada prarancangan pabrik natrium hidroksida yaitu:

1. *Level Indicator* (LI), berfungsi menunjukkan tinggi (level) permukaan fluida dalam suatu alat.
2. *Level Controller* (LC), berfungsi mengatur ketinggian (level) cairan dalam suatu alat. Pengontrolan tinggi permukaan cairan dilakukan dengan operasi dari sebuah *control valve*, yaitu dengan mengatur rate cairan masuk atau keluar proses.

Prinsip Kerja: Jumlah aliran fluida diatur oleh controlvalve. Kemudian rate fluida melalui valve ini memberikan sinyal kepada LC untuk mendeteksi tinggi permukaan pada set point.

3. *Temperature Controller* (TC), berfungsi menunjukkan, mengatur, dan

dan mengontrol temperatur operasi. Pengaturan temperature dilakukan dengan mengatur jumlah material proses yang harus ditambahkan/dikeluarkan dari dalam suatu proses yang sedang bekerja.

Prinsip Kerja: Rate fluida masuk atau keluar alat dikontrol oleh diaphragma valve. Rate valve ini memberikan sinyal kepada TC untuk mendeteksi dan mengukur suhu system pada set point.

4. *Flow Controller (FC)*, berfungsi mengendalikan kecepatan aliran fluida dalam suatu alat. Pengukuran kecepatan aliran fluida dalam pipa biasanya diatur dengan mengatur output dari alat, yang mengakibatkan fluida mengalir dalam pipa line.

Prinsip kerja: Kecepatan aliran diatur oleh regulating valve dengan mengubah tekanan discharge pompa melakukan bukaan/tutupan valve dan FC menerima sinyal untuk mendeteksi dan mengukur kecepatan aliran pada set point.

7.1.3 Gambaran Pengendali Otomatis

Pengendalian secara otomatis lebih terperinci dan spesifikasi digunakan sebagian besar oleh para ahli rancang. Instrumen yang digunakan padaperencanaan pabrik NaOH :

- a. Alat yang dapat menunjukkan variable proses yang diinginkan pada suatu titik tertentu. Variabel -variabel yang dimaksud adalah: temperature tekanan, level (tinggi permukaan), aliran (flow) , notasi dari alat-alat yang akan digunakan untuk instrument tertentu.

b. Alat yang dapat mengontrol atau mengendalikan variable proses pada suatu titik tertentu , dimana variabel tersebut adalah tekanan dan aliran . Notasi alat ini adalah: FC, TC ,PC

c. Alat yang dapat mengontrol dan mengendalikan variable proses pada suatu titik tertentu dimana variable proses pada suatu titik tertentu dimana variable tersebut terdiri dari aliran dan temperature, tekanan, dan aliran . Notasi alat ini adalah:

FRC : *Flow Recorder Controller*

TRC : *Temperature Recorder Controller*

d. Alat yang digunakan untuk mencatat dan mengontrol suatu titik tertentu dimana variable terdiri dari level dan aliran, Notasi alat ini adalah:

LC : *Level Controller*

FC : *Flow Controller*

Pada perancangan pabrik Natrium Hidroksida , instrument pada alat-alat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 7.1 dibawah ini:

7. 1 Daftar Instrumentasi yang di gunakan pada Prancangan ini

No	Nama Alat	Instrumentasi	Kegunaan
1	Tangki Pelarut	LI	Menunjukkan tinggi cairan dalam tangki
2	Elektrolizer	TC	Mengontrol suhu dalam sel elektrolisis
3	Heater, Cooling	TC	Mengontrol dan menunjukkan temperature dalam heater/cooling
4	Pompa	FC	Mengontrol Laju Fluida
5	Evaporator	TC	Mengontrol suhu dalam evaporator
		LC	Mengatur ketinggian (level) cairan dalam suatu alat
6.	Kristalizer	TC	Mengontrol suhu dalam kristalizer
7.	Kompresor	PC	Untuk mengontrol tekanan keluar

7.2 Keselamatan Kerja

Setiap industri memiliki tanggung jawab hukum dan moral untuk menjaga kesehatan dan kesejahteraan karyawan serta masyarakat umum. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 50 tahun 2012, kesehatan dan keselamatan kerja mencakup semua aktivitas yang bertujuan menjamin dan melindungi keselamatan serta kesehatan pekerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat pekerjaan.

Semua proses manufaktur sampai batas tertentu berbahaya, namun dalam proses kimia terdapat bahaya tambahan khusus yang terkait dengan bahan kimia yang digunakan dan kondisi proses. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan pabrik untuk menjamin adanya keselamatan kerja yaitu sebagai berikut (Timmerhaus & Peters, 2004)

1. Penanganan dan pengangkutan bahan menggunakan manusia harus seminim mungkin
2. Penerangan yang cukup dan sistem pertukaran udara yang baik
3. Jarak antar mesin-mesin dan peralatan lain cukup luas
4. Semua ruang gerak harus aman, bersih dan tidak licin
5. Setiap mesin dan peralatan lainnya harus dilengkapi alat pencegah kebakaran
6. Tanda-tanda pengaman harus dipasang pada setiap tempat yang berbahaya
7. Penyediaan fasilitas pengungsian bila terjadi kebakaran

Salah satu faktor yang penting sebagai usaha menjamin keselamatan kerja adalah dengan menumbuhkan dan meningkatkan kesadaran karyawan akan pentingnya usaha untuk menjamin keselamatan kerja. Usaha-usaha yang dapat dilakukan antara lain:

1. Melakukan pelatihan secara berkala bagi karyawan
2. Membuat peraturan tata cara dengan pengawasan yang baik dan memberi sanksi bagi karyawan yang tidak disiplin
3. Membekali karyawan dengan keterampilan menggunakan peralatan secara benar dan cara-cara mengatasi kecelakaan kerja.

7.2.1 Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya hazard sangat perlu dalam pencegahan resiko kecelakaan kerja. Identifikasi dapat memunculkan Tindakan untuk mengatasi kecelakaan kerja. Bahan berbahaya dapat menimbulkan berbagai resiko (risk) seperti iritasi ledakan keracunan dan bahaya lainnya selama pengolahan, pengangkutan penyimpanan atau penggunaan bahan tersebut. Umumnya potensi bahaya dalam suatu pabrik kimia disebabkan oleh:

1) Bahaya Bahan Kimia



Potensi bahaya terhadap kesehatan individu dari bahan yang digunakan dalam proses kimia disebabkan oleh toksisitas bahan tersebut serta frekuensi dan durasi paparan. Potensi bahaya juga bisa timbul akibat tumpahan bahan kimia, percikan, dan inhalasi. Dampak paparan bahan kimia terbagi menjadi dua jenis, yaitu efek jangka pendek (akut) dan efek jangka panjang (kronis). Efek jangka pendek terjadi jika paparan atau kontak langsung menyebabkan gangguan kesehatan

dalam waktu singkat. Sementara itu, efek jangka panjang muncul setelah paparan berkepanjangan. Pencegahan dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi bahaya bahan kimia yang digunakan dengan melakukan peninjauan pada MSDS (Material safety data sheet) dan label produk.
2. Mengidentifikasi seluruh aktivitas yang dapat mengakibatkan luka pada kulit akibat paparan dan bahan kimia yang kemungkinan terhirup
3. Menggunakan alat pelindung diri sesuai standar saat bekerja

Bahaya kimia dapat berwujud gas, cair, dan Padatan. Paparan bahan kimia ini dapat masuk ke tubuh melalui mulut, pernapasan, kulit, dan injeksi . Bahaya dapat diklasifikasikan pada Tabel 7.2 sebagai berikut:

7. 2 Klasifikasi Bahaya Berdasarkan Sumber Bahaya

No	Jenis Bahaya	Resiko	Penanganan
1	 Beracun	Menyebabkan iritasi saluran pernapasan , iritasi pada mata, dan luka bakar jika terkena kulit bahkan menyebabkan kematian	Menggunakan self contained breathing apparatus (SCBA) menghindari iritasi pada saluran pernapasan, menggunakan kaca mata dan perisai muka untuk menghindari kintak, menggunakan gloves untuk mencegah untuk kontak dengan kulit dengan mata dan wajah
2.		Menyebabkan iritasi pada kulit, Pengkaratan pada lempeng baja SAE 1020 dengan laju korosi > 6,35	Menyimpan bahan di tempat kering, berventilasi dan jauh dari sumber panas

	Korosif	mm/tahun	
3	 Iritasi	Menyebabkan iritasi pada tenggorokan, mata, dan kulit	Menggunakan self contained breathing apparatus (SCBA) untuk menghindari iritasi pada tenggorokan menggunakan kacamata dan perisai muka untuk menghindari rasa bakar saat terkontak dengan mata, menggunakan gloves untuk mencegah kulit kering
4.	 Oksidator	Bahan mudah terbakar, asam kuat dan logam yang bersifat reduktor	Menyimpan ditempat yang dingin, kering dan berventilasi serta jauhkan dari sumber panas, wadah penyimpanan harus tertutup dan tahan korosi
5.	 Mudah Terbakar	Bahan mudah terbakar dapat berupa Padatan, cairan dan gas	Menyimpan di tempat yang jauh dari sumber panas, wadah penyimpanan harus tertutup dan menyimpan harus tertutup dan menyiapkan peralatan keadaan darurat

Sumber: Kementerian lingkungan hidup dan kehutanan pengolahan K3

2) Bahaya Kebakaran dan Ledakan

Proses produksi Natrium Hidroksida menggunakan beberapa peralatan yang

beroperasi pada suhu yang tinggi. Potensi bahaya yang dapat ditimbulkan oleh peralatan tersebut yaitu kebakaran dan ledakan. Upaya pencegahan dan penanganan terhadap kebakaran dan ledakan yaitu:

1. Perencanaan tata letak peralatan dan ruangan serta pemilihan bahan konstruksi yang baik dan kondisi operasi yang sesuai dengan yang direncanakan.
2. Menyediakan alat-alat untuk pemadam kebakaran, memasang alarm atau tanda bahaya disekitar alat yang mudah meledak.
3. Memberikan tanda hazard pada peralatan yang mudah meledak

3) Bahaya Karena Listrik

Potensi gangguan listrik umumnya disebabkan karena terjadinya hubungan singkat, kelebihan beban arus dan kurang terpeliharanya mesin-mesin pembangkit yang digunakan.

Upaya pencegahan dapat dilakukan dengan cara:

1. Memasang tanda bahaya pda daerah yang bertegangan tinggi
 2. Pengontrolan dan pengisolasian yang baik terhadap peralatan dan kabel -kabel listrik.
 3. Menjauhkan dari tempat-tempat yang mudah terbakar seperti pengelasan dan sebagainya
 4. Memberikan isolasi khusus yang tahan panas pada jaringan listrik didaerah
 5. proses atau yang letaknya berdekatan dengan alat-alat yang bekerja pada teknan dan suhu tinggi
 6. Memasang penangkal petir pada peralatan yang tinggi
 7. Menyediakan poliklinik yang memadai sebagai sarana untuk pertolongan pertama pada kecelakaan
- #### 4) Bahaya Karena Bangunan

Bangunan, lokasi dan tata letak pabrik yang direncanakan harus diatur sedemikian rupa untuk mencegah potensi bahaya. Selain itu, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah memasang pagar pengaman untuk peralatan yang berputar dan penerangan yang cukup bagi daerah-daerah yang dianggap berbahaya.

5) Bahaya Limbah Dari Pabrik

Limbah yang dihasilkan dari pabrik NaOH mengandung zat organik dan memiliki beban polusi apabila langsung dibuang ke lingkungan sehingga dapat membahayakan makhluk hidup dan lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah untuk mencegah pencemaran.

7.3 Alat Perlindungan Diri (APD)

Setiap orang yang melakukan kegiatan di dalam pabrik diwajibkan untuk memakai alat pelindung diri sesuai dengan areanya. Alat Pelindung Diri (APD) sebenarnya hanya alat untuk mencegah agar efek dari kecelakaan kerja dapat dikurangi sekecil mungkin, APD yang ada pada Pabrik Natrium Hidroksida (NaOH) adalah sebagai berikut:

1. Safety shoes

Perlindungan terhadap kaki dilakukan dengan menggunakan Safety shoes. Safety shoes ini terbuat dari kulit yang dilengkapi besi pada depan sehingga dapat melindungi kaki jika ada benda yang jatuh. Penggunaan safety shoes ini wajib digunakan oleh para karyawan atau pekerja selama berada di area proses produksi atau semua area pabrik.

2. Helm

Tujuan dari penggunaan helm adalah untuk menghindari benturan yang mungkin terjadi pada kepala, baik yang disebabkan benda jatuh maupun benturan kepala dengan peralatan. Helm juga wajib digunakan selama berada di area proses produksi atau semua unit proses.

3. Masker

Masker adalah alat pelindung pernapasan untuk mencegah masuknya partikel kecil ke dalam sistem pernapasan. Penggunaan masker wajib dilakukan pada saat berada di laboratorium, unit pengolahan limbah dan di area proses yang prosesnya dapat mengganggu pernapasan

4. Kacamata

Kacamata digunakan pada daerah berdebu sehingga mata tidak akan kemasukan benda asing atau debu.

5. Sarung tangan

Sarung tangan digunakan pada daerah bertemperatur tinggi, misalnya di area reaktor dan heater bisa juga di storage, Laboratorium dan WWTP.

6. Baju tahan panas

Baju tahan panas digunakan pada daerah bertemperatur tinggi yang dapat menyebabkan terbakarnya kulit tubuh, seperti di di area Reaktor, Storage, unit proses.

7. *Ear plug dan ear muff*

Keduanya merupakan alat pelindung telinga dari kebisingan. Pemakaian pada pekerja diharapkan mengurangi kemungkinan terjadinya gangguan pendengaran.

Selain pemakaian alat tersebut, untuk karyawan yang bekerja di area dengan kebisingan > 80 dB maka diberikan waktu istirahat sekitar 5 menit setiap jam kerja di area tersebut. Ear plug dan ear muff wajib digunakan oleh para pekerja selama berada di area proses.

8. Baju khusus (Jas lab)

Digunakan di laboratorium.

9. Pemadam kebakaran



Lokasi penggunaan yaitu di semua unit proses.

10. Hydrant atau unit PMK & Alarm Kebakaran

11. Pagar pelindung , Biasanya dipasang di alat transportasi seperti belt dan screw conveyor serta bucket elevator.

Lambang Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) pada Area Pabrik dapat dilihat pada Tabel 7.3 dibawa ini:

7. 3 Lambang Pemakaian Alat Pelindung Diri

NO	Tempat atau Area	Lambang APD
1.	Area Proses	
2.	Laboratorium	

3.	Area Utilitas	
----	---------------	--



BAB VIII

STRUKTUR ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN

8.1 Bentuk Perusahaan

Pabrik Natrium Hidroksida yang akan didirikan ini, direncanakan sebagai berikut:

1. Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
2. Lapangan Usaha : Industri Natrium Hidroksida
3. Kapasitas : 20.000 Ton/Tahun
4. Lokasi Perusahaan : Jln. Salodong, Makassar

Bentuk Perusahaan dari pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan sebagai berikut:

1. Modal dapat diperoleh dari pinjaman bank dan penjualan saham sehingga kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, direksi, maupun karyawan
2. Segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi dipegang oleh pimpinan perusahaan sehingga tanggung jawab pemegang saham terbatas
3. Kehidupan perusahaan lebih terjamin karena tidak dipengaruhi oleh berhentinya saham, direksi dan karyawan.
4. Mudah mendapat kredit bank dengan jaminan perusahaan
5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain. Pemilik perusahaan adalah pemegang saham dan pengurus adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
6. Lapangan usaha lebih luas, suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar.

8.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Dalam menjalankan suatu proses pabrik dengan baik dalam hal ini di suatu perusahaan, diperlukan manajemen organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik dan terarah. Struktur organisasi sangat penting bagi suatu Perusahaan untuk memepermudah pengorganisasian dan pengaturan kerja masing-masing bagian. Pada prarancangan pabrik natrium hidroksida ini menggunakan struktur organisasi garis dan staf. Pemilihan ini dilakukan dengan memperhatikan lima aspek penting bagi organisasi sebagai berikut:

1. Tata pembagian unit formal diantara unit-unit kerja
2. Tata hubungan kerja antara para direktur dan kepala bagian dengan pejabat-pejabat di bawahnya
3. Macam-macam pekerjaan yang menjadu tanggungjawab setiap unit kerja
4. Pelaksanaan departementasi pada Perusahaan
5. Jenjang-jenjang jabatan secara keseluruhan dari jabatan tinggi sampai terendah

Handoko (1992) juga menyatakan, struktur organisasi mencakup aspek-aspek penting, antara lain:

- 1) Pembagian kerja;
- 2) Departementalisasi;
- 3) Bagan organisasi formal;
- 4) Rantai perintah dan kesatuan perintah;
- 5) Tingkat-tingkat hirarki manajemen;
- 6) Saluran komunikasi;
- 7) Penggunaan komite; dan

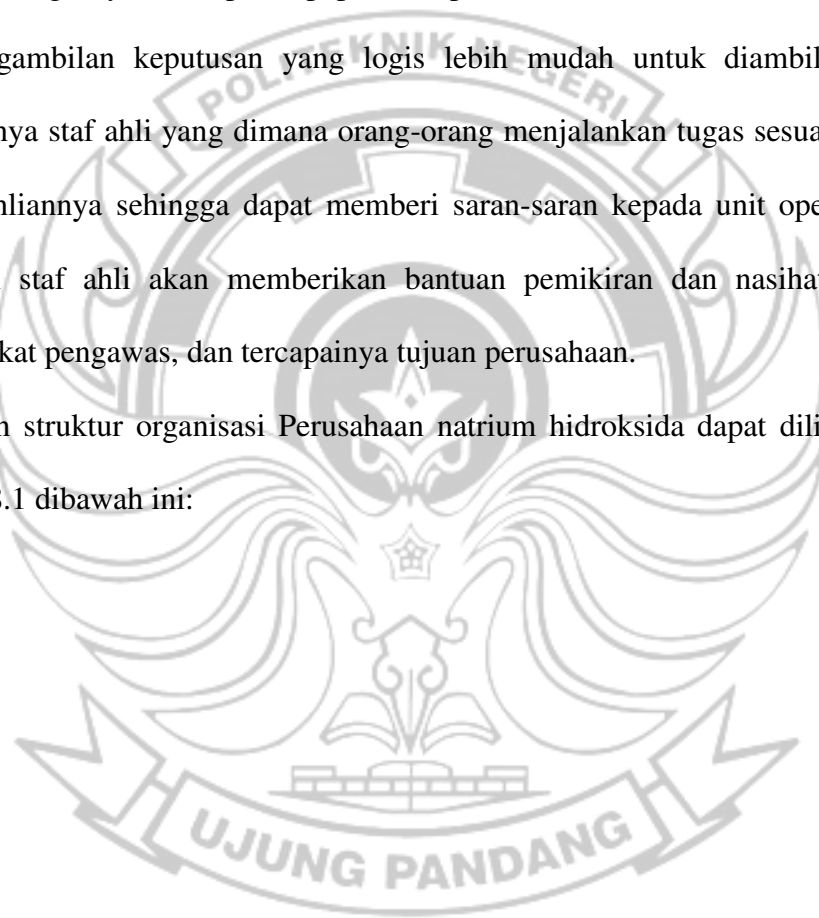
8) Rentang manajemen dan kelompok-kelompok informal yang tidak dapat dihindarkan.

Pada Perancangan pabrik Natrium Hidroksida ada beberapa alasan dan keuntungan menggunakan sistem organisasi garis dan staf sala satunya yaitu:

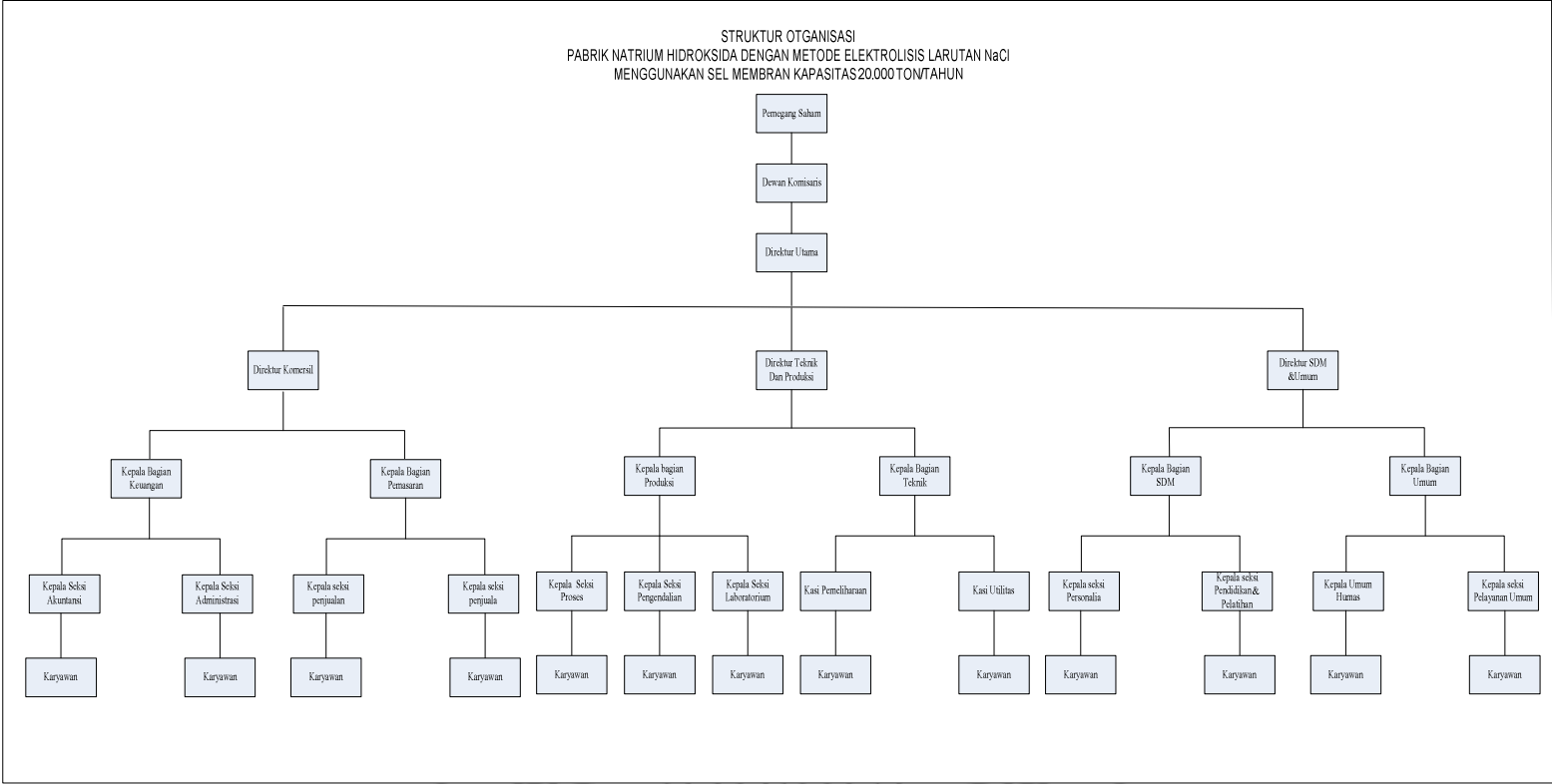
1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, berapapun besar tugasnya dan seperti apapun kompleks susunan.

2. Pengambilan keputusan yang logis lebih mudah untuk diambil, karena adanya staf ahli yang dimana orang-orang menjalankan tugas sesuai dengan keahliannya sehingga dapat memberi saran-saran kepada unit operasional. Dan staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasihat kepada tingkat pengawas, dan tercapainya tujuan perusahaan.

Bagan struktur organisasi Perusahaan natrium hidroksida dapat dilihat pada Gambar 8.1 dibawah ini:



Struktur Organisasi Perusahaan



Gambar 8. 1 Struktur Organisasi Pabrik Natrium Hidroksida

8.3 Pembagian Tugas dan Wewenang

Tugas dan wewenang dalam perusahaan ini ditetapkan sebagai berikut:

1. Pemegang saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modalnya untuk perusahaan dengan cara membeli saham perusahaan. Tugas dan Wewenang adalah melakukan rapat untuk memilih, menentukan dan memberhentikan dewan komisaris, menetapkan gaji direktur utama, meminta pertanggungjawaban dewan komisaris, mengesahkan hasil-hasil usaha, neraca dan perhitungan laba rugi perusahaan tahunan paling sedikit sekali dalam setahun

2. Dewan Komisaris

Bertindak sebagai pengawas pada semua kegiatan yang dilakukan oleh dewan direksi dan menetapkan kebijaksanaan umum yang dilaksanakan. Dewan Komisaris yang memiliki wewenang untuk mengangkat dan memberhentikan direksi.

3. Direktur

Direktur bertanggungjawab langsung kepada dewan komisaris dalam pelaksanaannya dan pengawasan kerja, melaksanakan kebijaksanaan yang telah digariskan oleh dewan komisaris. Mengambil kebijaksanaan dalam hal keuangan serta meningkatkan efisiensi kerja dan memilih tingkat karyawan untuk tingkat pimpinan

4. Manager,

Mengatur dan mengawasi dan mengkoordinasi pekerjaan dari bagian-bagian yang dibawahnya, serta memberi laporan-laporan kepada direktur tentang semua kegiatan-kegiatan yang dibawahnya

5. Kepala Bagian

Dalam melakukan tugasnya, manajer membawahin beberapa bagian yang masing-masing bagian dikepalai oleh kepala bagian.

- a. Kepala Bagian Umum, Bertugas menagani masalah-masalah kepegawaian, administrasi, humas dan logistik. Dalam melaksanakan tugasnya kepala bagian umum dibantu oleh kepala seksi personalia, kepala seksi administrasi, kepala seksi humas
- b. Kepala Bagian Keuangan, Bertugas menagani pembelian atau pengadaan bahan baku serta keuangan perusahaan dan kebutuhan-kebutuhan lainnya. Dalam tugasnya kepala bagian keuangan dibantu oleh seksi pembelian dan pengadaan bahan baku
- c. Kepala Bagian Pemasaran, Bertugas mengatur pelaksanaa efektifitas perdagangan hasil produksi sesuai dengan kebutuhan konsumen. Dalam hal ini dibantu kepala seksi pemasaran.
- d. Kepala Bagian Produksi, Bertanggungjawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan produksi dan processing serta mengatur dan menagani masalah yang bersangkutan dengan produksi dan pengembangannya. Dalam tugasnya, kepala bagian produksi dibantu oleh kepala seksi proses, kepala seksi lab dan Riset, dan kepala seksi utilitas.
- e. Kepala Bagian Teknik, Bertugas menagani masalah perawatan atau pemeliharaan peralatan pabrik dan utilitas, serta merencanakan dan mengatur pelaksanaan-pelaksanaan kegiatan teknik agar diperoleh hasil

- yang maksimal dan efektif. Dalam melaksanakan tugasnya kepala bagian teknik dibantu oleh kepala seksi pemeliharaan dan kepala seksi instrument
- f. Kepala Seksi, Bertugas membantu pelaksanaan kerja kepala bagian dan bertanggungjawab atas kelancaran kerja dengan bidang masing-masing.

8.4 Jam Kerja

Pabrik direncanakan 330 hari dalam setahun, 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk shut down, perbaikan dan perawatan peralatan. Jam kerja untuk pegawai adalah sebagai berikut:

1. Untuk pekerja non shift

Bekerja dalam enam hari dalam seminggu, yang tidak langsung menangani pabrik yaitu direktur, kepala bagian, seksi-seksi dan bawahannya yang ada di kantor atau dengan kata lain bekerja untuk pabrik yang pekerjaannya yang tidak kontinu. Pembagian jam kerja karyawan non shift sebagai berikut:

- a. Senin sampai jumat :08.00-16.00
- b. Sabtu : 08.00-15.00

2. Untuk pekerja shift

Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi dan langsung mengatur bagian-bagian tertentu di pabrik yang ada hubungannya dengan keamanan dan kelancaran produksi. Tenaga karyawan tersebut bekerja secara bergantian sehari semalaman dan biasanya juga masuk pada hari libur. Karyawan shift ini antara lain: operator, produksi, sebagian dari teknik kimia, karyawan produksi dan karyawan bagian gudang serta karyawan *security*. Kelompok kerja ini dibagi empat yaitu tiga shift kerja dan satu shift istirahat,

Masing- masing shift bekerja selama 8 jam sehari dan lima hari dalam seminggu dengan pengaturan waktu sebagai berikut:

- a. Shift I (Pagi) : 07.00-15.00
- b. Shift II (Siang) : 15 .00-23.00
- c. Shfit III (Malam): 23.00-07.00

Untuk memenuhi kebutuhan pegawai ini diperlukan 4 regu dimana 3 regu kerja dan 1 regu libur. Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada Tabel 8.1 sebagai berikut:

8. 1 Jadwal Kerja Karyawan Proses

Hari	Regu			
	A	B	C	D
Senin dan Selasa	1	2	3	0
Rabu dan Kamis	2	3	0	1
Jumat dan Sabtu	3	0	1	2
Minggu dan senin	0	1	2	3

Keterangan :

A, B, C, D = Regu kerjs sift

1, 2, 3, 4 = 1 hari kerja

8.5 Jumlah Karyawan

Jumlah karyawan disesuaikan dengan kebutuhan dengan harapan bahwa pekerjaan akan baik , efektif, dan efisien. Karyawan yang dimiliki lebih dari jumlah kebutuhan optimum akan menimbulkan masalah pemborosan, demikian juga sebaliknya jika tenaga kerja kurang dari kebutuhan akan menimbulkan kesulitan kerja, Dalam pabrik natrium hidroksida ini, karyawannya yang dibutuhkan sebanyak 150 orang.

Pada pabrik sistem upah karyawan berbeda-beda tergantung karyawan, kedudukan dan bertanggung jawab serta keahlian.

8.6 Jaminan Sosial

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan antara lain:

- a. Pakaian Kerja, diberikan kepada karyawan tetap sebanyak 2 stel pakaian per tahun
- b. Tunjangan, diberikan kepada karyawan tetap berupa uang dan dikeluarkan bersama dengan gaji, dimana besarnya disesuaikan dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerja.
- c. Pengobatan, dapat dilakukan di poliklinik perusahaan secara gratis atau pada rumah sakit atau dokter yang ditunjukkan oleh perusahaan, dimana biaya pengobatan menjadi tanggung jawab perusahaan sepenuhnya.
- d. Setiap karyawan berhak menjadi peserta Jamsostek dan dikoordinasikan oleh perusahaan.

8.7 Sistem Pengajian

Penggajian karyawan didasarkan kepada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, keahlian dan risiko kerja. Menurut regulasi Permenaker RI Tahun 1999 menyatakan bahwa Upah Minimum Regional (UMR) terbagi jadi dua jenis, yakni UMR level pertama yang tingkatnya di Provinsi dan level kedua termasuk dalam tingkatan kabupaten atau kota. Berdasarkan aturan Pemerintah Nomor 07 Tahun 1990 memperlihatkan bahwa gaji UMR terbagi menjadi tiga tipe yaitu:

1. Pertama yaitu memuat upah utama atau pokok, merupakan syaratnya diterima

dengan meninjau dari segi jabatan ataupun profesi yang telah disepakati bersama antara karyawan dan perusahaan.

2. Poin kedua yaitu mengenai bantuan awal berasal dari perusahaan. Khususnya ditujukan buat buruh yang telah memiliki keluarga. Serta wujud bonus pada , istri, cost kendaraan pada saat bertugas atau menjalankan tugas di luar perusahaan.
3. Poin ketiga yaitu berupa subsidi di luar gaji utama, umumnya berupa layaknya ongkos makan. Cara pembayarannya sanggup dijalankan setiap waktu atau dalam waktu bersamaan, umpamanya mampu dibayar setiap hari ataupun secara mingguan.

Perincian gaji karyawan pabrik Natrium Hidroksida dapat dilihat pada table 6.1 dibawah ini:

8. 2 Perincian Gaji Karyawan

No	Jabatan	Jumlah	Gaji perbulan (Rp)	Total Gaji
1.	Direktur utama	1	Rp 40.000.000	Rp 40.000.000
2.	Direktur komersil	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
3.	Direkur teknik dan produksi	1	Rp 25.000.000	Rp 25.000.000
4.	Direktur SDM dan Umum	2	Rp 25.000.000	Rp 50.000.000
5.	Staf ahli	4	Rp 15.000.000	Rp 60.000.000
6.	Litbang	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
7.	Kepala bagian produksi	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
8.	Kepala bagian teknik	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
9.	Kepala Bagian SDM	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
10.	Kepala Bagian Keuanganan	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
11.	Kepala Bagian pemasaran	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
12.	Kepala Bagian proses	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
13.	Kepala bagian umum	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
14.	Kepala Seksi Pengendalian	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
15.	Kepala Seksi Laboratrium	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
16.	Kepala Seksi K3	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000

17.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
18.	Kepala Seksi Utilitas	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
19.	Kepala Seksi Adminstrasi	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
20.	Kepala Seksi Akuntansi	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
21.	Kepala Seksi Pembelian	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
22.	Kepala Seksi Penjualan	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
23.	Kepala Seksi Personalia	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
24.	Kepala Seksi Diklat	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
25.	Kepala Seksi Humas	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
26.	Kepala Seksi Pelayanan umum	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
27.	Sekretaris	4	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
28.	Karyawan Bagian Proses	40	Rp 4.800.000	Rp 192.000.000
29.	Karyawan Bagian Pengendalian	8	Rp 4.800.000	Rp 38.400.000
30.	Karyawan Bagian Laboratorium	8	Rp 4.800.000	Rp 38.400.000
31.	Karyawan Bagian Ligkingan	7	Rp 4.800.000	Rp 33.600.000
32.	Karyawan Bagian Pemeliharaan	5	Rp 4.800.000	Rp 24.000.000
33.	Karyawan Bagian utilitas	8	Rp 4.800.000	Rp38.400.000
34.	KaryawanBagian Adminstrasi	4	Rp 4.800.000	Rp 19.200.000
35.	Karyawan Bagian Akuntansi	4	Rp 4.800.000	Rp 19.200.000
36.	Karyawan Bagian Pembelian	4	Rp 4.800.000	Rp 19.200.000
37.	Karyawan Bagian Penjualan	4	Rp 4.800.000	Rp 19.200.000
38.	Karyawan Bagian Personalia	1	Rp 4.800.000	Rp 4.800.000
39.	Karyawan Bagian Diklat	2	Rp 4.800.000	Rp 9.600.000
40.	Karyawan Bagian Humas	4	Rp 4.800.000	Rp 19.200.000
41.	Karyawan Bagian Pelayanan Umum	4	Rp 4.800.000	Rp 19.200.000
42.	Dokter	1	Rp 5.000.000	Rp 5.000.000
43.	Perawat	2	Rp 3.000.000	Rp 6.000.000
44.	Sopir	4	Rp 1.500.000	Rp 6.000.000
45.	Kebersihan dan keamanan	6	Rp 1.500.001	Rp 9.000.006
	Total	150		Rp 897.400.006

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1 Pemilihan Lokasi Pabrik

Lokasi perusahaan merupakan hal yang penting dalam menentukan kelancaran suatu proses pada pabrik. Kesalahan dalam memilih lokasi pabrik dapat menyebabkan biaya produksi mahal sehingga tidak ekonomis. Oleh karena itu dalam menentukan lokasi suatu pabrik, perlu diperhatikan beberapa faktor sebagai berikut:

1. Orientasi bahan baku yang berdekatan dengan pabrik.
2. Orientasi pemasaran yang luas.
3. Penempatan lokasi pabrik berada diantara lokasi bahan baku dan daerah pemasaran

Berdasarkan beberapa pertimbangan, direncanakan pendirian pabrik pembuatan NaOH berada di Jalan Salodong yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan. Kota Makassar. Adapun pertimbangan dalam menentukan lokasi pabrik ini adalah sebagai berikut:

9.1.1 Ketersediaan Bahan Baku

Pemilihan lokasi pabrik diutamakan berdekatan dengan sumber bahan baku yang ketersediaannya mencukupi kapasitas produksi dan tersedia secara kontinyu sehingga proses produksi dapat berjalan dengan baik. Selain itu dapat meminimalisir biaya transportasi sehingga lebih efisien. Pertimbangan pemilihan lokasi pabrik berdasarkan ketersediaan bahan baku yang berada di PT Garam Persero Gresi dan PT Wira Kusma

9.1.2 Persediaan Air dan Listrik

Kebutuhan air di pabrik NaOH disuplai dari air sungai yang terlebih dahulu melalui proses pada Unit Pengolahan Air agar layak pakai dan air sisa proses. Air sungai tersebut digunakan sebagai air proses, air pendingin, dan air sanitasi. Pengairan pada pabrik didapatkan dari sungai. Selain itu, untuk semua kebutuhan di unit utilitas juga menggunakan air bersih yang didapatkan dari hasil proses. Penyediaan kebutuhan listrik direncanakan akan disuplai secara eksternal dan internal. Untuk penyediaan listrik secara eksternal diperoleh dari PLN Gardu Induk Mandai, sedangkan secara internal digunakan generator listrik oleh tenaga surya.

9.1.3 Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat direkrut dari penduduk sekitar. Dengan terpenuhinya kebutuhan tenaga kerja dengan penyerapan tenaga kerja dari sekitar lokasi pabrik, maka taraf hidup penduduk di sekitar lokasi pabrik akan meningkat. Selain itu penyediaan tenaga kerja juga diperoleh dari berbagai Universitas ternama di Indonesia sehingga tidak perlu mengkhawatirkan kurangnya tenaga kerja terdidik

9.1.4 Pemasaran

Kebutuhan Natrium Hidroksida terus meningkat dari tahun ketahun sedangkan produksi Natrium Hidroksida di Indonesia tidak dapat menutupi jumlah kebutuhan tersebut. Lokasi pendirian pabrik ini direncanakan akan didirikan di Kota Makasar yang memiliki jalur transportasi darat dan laut yang baik. Oleh karena itu, pemasaran produk di daerah ini akan mendistribusikan hasil

produksi tidak hanya di sekitaran pabrik saja, tetapi juga direncanakan akan di sebarluaskan ke beberapa bagian yang ada di Indonesia.

Pemilihan lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan operasi suatu pabrik dan pengembangannya dimasa yang akan datang. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat dapat menekan biaya transportasi dan produksi seminimal mungkin serta memiliki prospek yang baik untuk terus dikembangkan. Oleh karena itu pemilihan lokasi pabrik yang sesuai merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan suatu pabrik.

Tujuan utama dari pendirian pabrik NaOH ini yaitu untuk memenuhi kebutuhan NaOH dalam negeri khususnya di daerah yang jauh dari produsen NaOH. Kebanyakan industri pengguna NaOH seperti di Sulawesi Selatan lebih memilih untuk mengimpor NaOH daripada membelinya secara langsung dari dalam negeri.

Berdasarkan hal tersebut maka pabrik akan didirikan di Sulawesi Selatan. Untuk lokasi pabrik yang lebih spesifik, pendirian pabrik direncanakan akan berlokasi di Jl. Salodong, Kec. Biringkanaya, Makassar, Sulawesi Selatan. Lokasi pendirian pabrik dapat di lihat pada Gambar 1.1 berikut:



Gambar 9. 1 Lokasi Pendirian Pabrik Natrium Hidroksida
Sumber: Google Earth, 2024

9.2 Tata Letak pabrik

Tata letak pabrik merupakan suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk. Pengaturan *layout* pabrik yang baik dapat memberikan keuntungan, sebagai berikut (Timmerhaus & Peters, 2004) :

1. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi sehingga mengurangi material handling
2. Memberi ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau di-blowdown
3. Mengurangi biaya produksi
4. Meningkatkan keselamatan kerja
5. Mengurangi kerja seminimum mungkin
6. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik

Tata letak pabrik merupakan pengaturan-pengaturan yang bersifat optimum dari segi hal bangunan maupun peralatan proses didalam suatu pabrik. Tata letak pabrik merupakan faktor-faktor yang sangat penting untuk memperoleh efisiensi kerja, keselamatan kerja, kelancaran kerja para karyawan dan juga untuk kelancaran semua proses. Untuk mencapai hal-hal tersebut perlu dipertimbangkan beberapa faktor sebagai berikut:

1. Setiap peralatan cukup luas untuk bekerja dengan pemeliharaan, kontrol dan tidak menghalangi lalu lintas pekerja.
2. Alat yang fungsinya sama diletakkan dalam satu kelompok.
3. Bahan yang mudah terbakar dan berbahaya disimpan ditempat yang jauh dari unit interaksi dan keamanan juga diberikan oleh unit pemadam kebakaran.
4. Setiap peralatan diatur berdasarkan pemanfaatannya sehingga tidak menyulitkan aliran proses
5. Alat kontrol ditempatkan pada posisi yang mudah diawasi oleh operator.
6. Sistem perpipaan yang merupakan salah satu bagian paling penting yang mempengaruhi operasi pabrik, diletakkan pada posisi yang tepat sehingga memudahkan aktivitas kerja (misalnya pemeliharaan, pengosongan).
7. Bangunan pabrik diusahakan memenuhi standart bangunan misalnya ventilasi yang cukup, jarak yang cukup antara bangunan yang satu dengan yang lain.

Tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama yaitu:

- a. Daerah Proses

Daerah ini merupakan daerah proses penyusunan perencanaan – perencanaan tata letak peralatan, berdasarkan aliran proses, daerah proses diletakkan di tengah-tengah pabrik, sehingga mempermudah pengawasan dan perbaikan pada peralatan pabrik.

b. Daerah Penyimpanan (Storage)

Daerah ini merupakan tempat penyimpanan produk yang siap dipasarkan.

c. Daerah Pemeliharaan dan Bangunan Pabrik

Daerah ini merupakan tempat untuk melakukan kegiatan perbaikan atau perawatan peralatan (bengkel) untuk melayani permintaan perbaikan dari alat-alat dan bangunan pabrik.

d. Daerah Utilitas

Daerah ini merupakan tempat penyediaan keperluan pabrik yang berupa air, steam dan Listrik. Tidak hanya bagi proses tapi bagi semua bangunan di pabrik.

e. Daerah Administrasi

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi yang terletak di depan dekat gerbang masuk pabrik. Laboratorium sebagai pusat pengendalian kualitas bahan yang diproses serta produk yang akan dijual.

f. Daerah Persediaan

Daerah ini terletak di samping daerah operasi yang berguna untuk menampung bahan-bahan kebutuhan proses produksi.

g. Daerah Perluasan

Perluasan pabrik sudah termasuk dalam perhitungan sejak pra rancangan pabrik. Hal ini bertujuan agar masalah kebutuhan tempat dikemudian hari tidak dipermasalahkan. Sejumlah area khusus sudah disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik, penambahan peralatan dan peningkatan kapasitas pabrik. Selain itu, dengan adanya lahan yang cukup luas terdapat peluang untuk dilakukan perluasan pabrik.

- h. Daerah service atau Pelayanan Pabrik
- i. Pelayanan pabrik, benkel, kantin, maupun fasilitas kesehatan yaitu poliklinik harus di tempatkan sebaik mungkin sehingga diperoleh efisiensi yang tinggi. Disamping itu pila bila terjadi gangguan operasi pabrik dan gangguan Kesehatan dari karyawan dapat ditekan sekecil mungkin.

- j. Jalan Raya

Untuk mempermudah pengangkutan bahan baku dan hasil produksi, maka perlu diperhatikan masalah transportasi, misalnya jalan raya yang dekat dengan lokasi pabrik

Setelah memperhatikan faktor-faktor diatas maka pembagian luas pabrik diperkirakan sebagai berikut:

Tabel 9. 1 Keterangan Gambar Tata Letak Pabrik Natrium Hidroksida

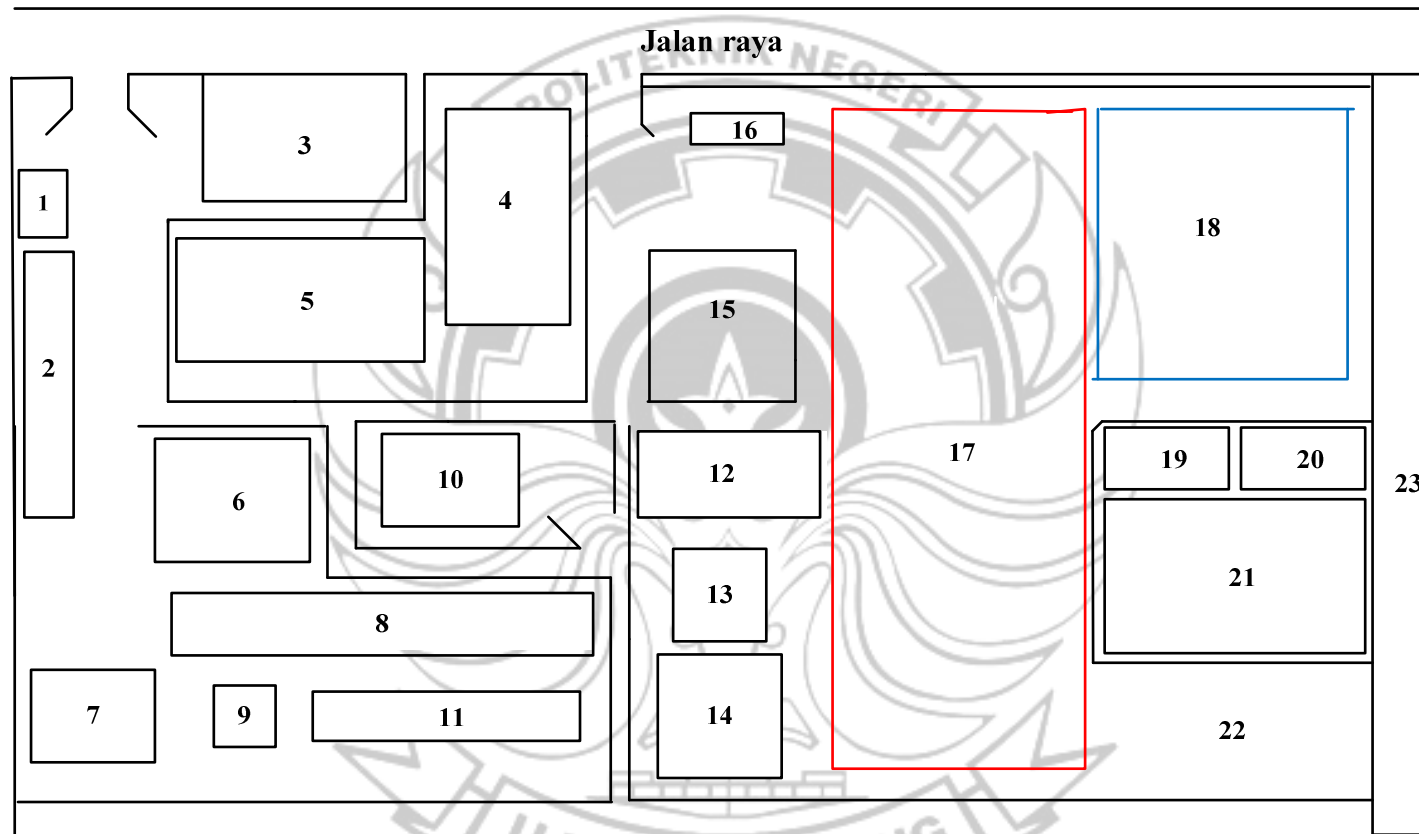
No.	Keterangan	No	Keterangan
1	Pos keamanan	12	Laboratorium
2	Taman	13	Kantin
3	Parkir	14	Ruang Kontrol
4	Bagunan kantor teknik dan produksi	15	Lahan Parkir Truk
5	Kantor utama	16	Pos Keamanan

6	Perpustakaan	17	Daerah Produksi
7	Musholah	18	Daerah Utilitas
8	Taman	19	Ruang HSE
9	Bagunan unit Pemadam	20	Ruang Kendali Utilitas
10	Poliklinik	21	Area Produk
11	Bagunan Gudang alat	22	Area Perluasan
		23	Area Perluasan

Untuk lebih jelasnya mengenai tata letak Lokasi pabrik ini dapat dilihat pada Gambar 9.2 dibawah ini:



Gambar 9.1 Tata letak pabrik natrium hidroksida



Gambar 9. 2 Tata Letak Pabrik Natrium Hidroksida

9.2.1 Tata Letak Peralatan Proses

Tata letak peralatan merupakan tempat kedudukan alat-alat yang digunakan dalam proses produksi. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga kelancaran produksi bisa terjamin. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan :

1) Aliran Bahan Baku

Pengaliran bahan baku dan produk yang tepat memberikan keuntungan ekonomis yang besar serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi. Perlu diperhatikan elevasi pipa di atas tanah, perlu dipasang pada ketinggian 3 m atau lebih. Pemipaan pada permukaan tanah diatur sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu lalu lintas pekerja.

2) Lalu Lintas Alat Berat

Jarak antar alat dan lebar jalan hendaknya diperhatikan agar seluruh alat proses dapat tercapat oleh pekerja dengan cepat dan mudah agar tidak terjadi gangguan alat proses dapat segera diperbaiki. Selain itu, keselamatan pekerja selama bertugas harus diprioritaskan demi kenyamanan dalam bekerja untuk meningkatkan semangat kerja dan produktivitas kerja.

3) Aliran Udara

Aliran udara dan arah hembusan angin di dalam dan di sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnansi udara pada suatu tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan kimia yang berbahaya, sehingga dapat membahayakan keselamatan para pekerja.

4) Penerangan

Penerangan seluruh area pabrik harus memadai, pada tempat-tempat proses yang berbahaya, atau berisiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

5) Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan

Lalu lintas manusia dan kendaraan juga perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah apabila terjadi gangguan pada alat proses sehingga dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya juga perlu diprioritaskan.

6) Pertimbangan Ekonomi

Penempatan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan proses produksi pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

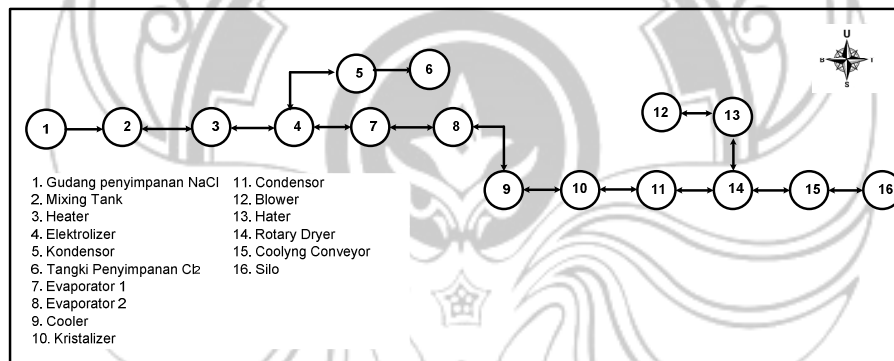
7) Jarak antar Alat Proses

Alat proses yang mempunyai tekanan dan suhu operasi tinggi sebaiknya dipisahkan dari alat proses lain, sehingga apabila terjadi peledakan atau kebakaran pada alat tersebut tidak membahayakan alat proses lainnya. Tata letak alat-alat proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- a. Kelancaran proses produksi dapat terjamin.
- b. Dapat mengaktifkan penggunaan luas lantai.
- c. Biaya material handling menjadi rendah dan menyebabkan turunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting.

- d. Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu membeli alat angkutan yang biayanya mahal.
- e. Karyawan mendapat kepuasan kerja.
- f. Jika karyawan mendapat kepuasan kerja, maka akan membawa dampak meningkatnya semangat kerja yang akhirnya meningkatkan produktifitas kerja.

Berikut dapat lihat tata letak alat proses pada gambar 9.3 dibawah ini:



Gambar 9. 3 Tata Letak Alat Proses Pabrik Natrium Hidroksida

BAB X ANALISIS EKONOMI

Evaluasi ekonomi pabrik perlu dilakukan untuk mengetahui kelayakan pabrik untuk didirikan dan dioperasikan. Suatu rancangan pabrik dianggap layak didirikan apabila dapat beroperasi dalam kondisi yang memberikan keuntungan. Berbagai parameter ekonomi digunakan sebagai pedoman untuk menentukan layak tidaknya suatu pabrik didirikan dan besarnya tingkat pendapatan yang dapat diterima dari segi ekonomi. Parameter-parameter tersebut antara lain:

1. Laju pengembalian modal (*Interest Rate Return, IRR*)
2. Waktu pengembalian modal minimum (*Pay Out Time, POT*)
3. Titik impas (*Break Event Point, BEP*)

Sebelum dilakukan analisa terhadap parameter-parameter tersebut, maka perlu perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan modal industri (*Total Capital Investment, TCI*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost, TPC*)

10.1 Kajian Ekonomi

10.1.1 *Total Capital Investment (TCI)*

Total Capital Investment diartikan sebagai jumlah modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik baru dan biaya untuk menjalankan pabrik selama beberapa waktu tertentu. *Total Capital Investment* secara garis besar terbagi menjadi 2 bagian :

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment, FCI*)

FCI yaitu modal yang diperlukan untuk mendirikan suatu pabrik yang meliputi

peralatan, pemasangan alat, dan fasilitas lain sehingga pabrik dapat beroperasi. Total biaya FCI sebesar Rp 276.367.484.238,19 yang terdiri dari biaya langsung (*Direct Cost, DC*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost, IC*).

a. Biaya Langsung (*Direct Cost, DC*)

Tabel 10. 1 Komponen Biaya Langsung (Direct Cost, DC)

No	Komponen Biaya	Biaya
1	Harga peralatan	Rp 55.273.496.847,64
2	Harga pemasangan alat	Rp 22.109.398.739,05
3	Instrumen dan alat control	Rp 24.873.073.581,44
4	Pemipaan dan peamasangan	Rp 33.164.098.108,58
5	Bangunan dan Peralatan	Rp 24.873.073.581,44
6	Instalasi Listrik	Rp 13.818.374.211,91
7	Vasilitas Service	Rp 13.818.374.211,91
8	Tanah	Rp 5.527.349.6844,76
Total DC		Rp 193.457.238.966,73

b. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost, IC*)

Tabel 10. 2 Komponen Biaya Tidak Langsung Indirect Cost, IC)

No	Komponen Biaya	Biaya
1	Teknik dan supervise	Rp 19.345.723.896,67
2	Biaya resmi	Rp 5.527.349.684,76
3	Biaya kontruksi	Rp 19.345.723.896,67
4	Biaya tak terduga	Rp 19.345.723.896,67
5	Bangunan dan Peralatan	Rp 19.345.723.896,67
Total IC		Rp 82.910.245.271,46

2. Modal kerja (*Working Capital Investment, WCI*)

Working Capital Investment (WCI) adalah modal awal yang harus disiapkan untuk menjalankan pabrik pada saat pabrik beroperasi untuk pertama kali,

misalnya keperluan bahan baku, pembayaran biaya operasi, gaji karyawan, utang pajak dan sebagainya. Berdasarkan Lampiran E diperoleh WCI sebesar :
Rp 69.091.871.059,55.

Keterbatasan data yang dibutuhkan untuk membuat analisa ekonomi secara terperinci maka dalam perencanaan ini digunakan metode *study estimate*. Study estimate adalah metode dimana semua investasi pabrik hitung berdasarkan harga peralatan pabrik. Modal investasi berasal dari

1. Modal sendiri sebanyak 40% dari modal investasi total. Modal sendiri sebesar Rp 138.183.742.119,09
2. Pinjaman dari bank sebanyak 60% dari modal invstasi total. Modal pinjam bank sebesar Rp 207.275.613.178,64

10.1.2. Penentuan Biaya Produksi (*Total Production Cost*, TPC)

Total Production Cost (TPC) merupakan semua biaya yang digunakan selama pabrik beroperasi untuk memproduksi suatu produk. *Total Production Cost* (TPC) pabrik NaOH sebesar Rp 361.475.022.637,44 yang terdiri dari dari dua bagian yaitu:

1. *Mannufacturing Cost* (MC)

Mannufacturing Cost (MC) Adalah biaya yang dikeluarkan untuk pemenuhan keperluan pendukung yang berpengaruh secara tidak langsung pada proses produksi. Berdasarkan Lampiran E, total MC sebesar Rp 266.388.981.282,67 yang terdiri dari

Direct Production Cost, *Fixed charges*, dan *Plant Overhead Cost*.

a. Biaya Produksi Langsung (*Direct Production Cost*, DPC)

Direct Production Cost termasuk biaya yang terkait langsung dengan proses produksi seperti biaya transportasi, bahan baku, upah buruh, biaya supervise langsung, utilitas dan royalti . Jenis biaya ini dapat dilihat pada Tabel 10.3

Tabel 10. 3 Komponen Biaya Produksi Langsung (DPC)

No	Komponen Biaya	Biaya
1	Bahan baku	Rp 163.515.187.630,08
2	Upah tenaga kerja	Rp 10.768.800.072,00
3	Pemeliharaan dan perbaikan	Rp 41.455.122.635,73
4	Pasokan operasi	Rp 27.636.748.423,82
5	Laboratorium	Rp 1.615.320.010,8
6	Patent and Royalti	Rp 3.614.750.226,37
7	Utilitas	Rp 18.073.751.131,87
Total DPC		Rp 266.679.680.130,67

b. Biaya Tetap (*Fixed charges*, FC)

Fixed Charges adalah biaya yang dikeluarkan untuk keperluan produksi namun tidak bergantung pada waktu dan tingkat produksi. Fixed Charges merupakan biaya yang harus dikeluarkan walaupun pabrik tidak berproduksi. Depresiasi, pajak, asuransi, bunga dikategorikan sebagai biaya tetap.

Tabel 10. 4 Komponen Biaya Fixed Charges (FC)

No	Komponen Biaya	Biaya
1.	Depresiasi	Rp13.818.374.211,91
2.	Pajak	Rp13.818.374.211,91
3.	Asuransi	Rp27.636.748.423,82
4.	Bunga	Rp14.509.292.922,50
Total FC		Rp69.782.789.770,14

c. *Plant Overhead Cost* (POC)

Plant Overhead Cost adalah biaya yang dikeluarkan untuk mendukung suatu bisnis dan tidak berkaitan langsung dengan biaya untuk aktivitas produksi. Berdasarkan Lampiran E, total *Plant Overhead Cost* (POC) sebesar Rp.54.221.253.395,62

2. Biaya pengeluaran umum (*General Expense* , GE)

General Expense merupakan biaya -biaya umum yang dikeluarkan selain modal investasi dan biaya produksi.

Tabel 10. 5 Komponen Biaya *General Expense*

No	Komponen Biaya	Biaya
1.	Biaya Administrasi	Rp 3.614.750.226,37
2.	Biaya distribusi dan penjualan	Rp 7.229.500.452,75
3.	Biaya riset dan pengembangan	Rp 18.073.751.131,87
Total GE		Rp 28.918.001.810,99

10.2. Analisis Kelayakan Ekonomi

10.2.1 Laba

Laba adalah suatu hasil yang didapatkan dari total penjualan dikurangi total ongkos produksi. Laba terdiri atas laba kotor yang merupakan laba sebelum dipotong pajak penghasilan dan laba bersih yaitu laba setelah dipotong pajak penghasilan. Berdasarkan Lampiran E, diperoleh laba kotor rata-rata sebesar Rp 232.518.874.685,77 dan laba bersih rata-rata sebesar Rp 151.137.268.545,75.

10.2.2 *Return On Investment* (ROI)

Return On Investment merupakan rasio yang menyatakan persentase dari keuntungan tahunan terhadap modal investasi. Dari hasil perhitungan diperoleh ROI setelah pajak sebesar 43,75%

10.2.3 Pay Out Time (POT)

Pay Out Time merupakan lama waktu yang dibutuhkan pabrik sejak dari mulai beroperasi untuk melunasi investasi awal dari pendapatan yang dieperoleh. Berdasarkan perhitungan Lampiran E, diperoleh POT sebelum pajak selama 1,4 tahun dan setelah pajak 2 tahun, maka dapat dikatakan bahwa pabrik layak didirikan karena syarat POT setelah pajak untuk pabrik kimia resiko rendah adalah maksimum 5 tahun (Aries & Newton, 1955)

10.2.4 Break Event Point (BEP)

Break even point merupakan titik perpotongan antara garis sales dengan total cost, yang menunjukkan Tingkat produksi dimana sales akan sama dengan total cost. Beberapa komponen yang merupakan komponen total production cost, digunakan untuk mencari BEP yang dinyatakan dalam *Fixed Cost (FC)*, *Variabel Cost (VC)* dan *Semi Variable Cost (SVC)*. Dari lampiran E diperoleh BEP sebesar 45,23 %

1. Fixed Cost (FC)

Tabel 10. 6 Komponen Biaya *Fixed Charges (FC)*

No	Komponen Biaya	Biaya
1	Depresiasi	Rp13.818.374.211,91
2	Pajak	Rp13.818.374.211,91
3	Asuransi	Rp27.636.748.423,82
4	Bunga	Rp14.509.292.922,50
	Total FC	Rp 69.782.789.770,14

2. Variabel Cost (VC)

Variabel Cost merupakan komponen biaya yang mengalami perubahan sesuai dengan jumlah hasil produksi. Semakin meningkat jumlah produksi, semakin meningkat pula biaya yang harus dikeluarkan.

Tabel 10. 7 Komponen Biaya *Variabel Cost* (VC)

No	Komponen Biaya	Biaya
1	Bahan Baku	Rp 163.224.488.782,08
2	Utilitas	Rp 18.073.751.131,87
3	Royalti	Rp 3.614.750.226,37
Total VC		Rp 254.695.779.910,47

3. Semi Variable Cost (SVC).

Semi Variable Cost merupakan biaya yang sifatnya sebagian tetap dan sebagian lagi variabel. Biaya semi variabel ini berubah tidak sebanding dengan perubahan jumlah produksi.

Tabel 10. 8 Komponen Biaya *Variabel Cost* (VC)

No	Komponen Biaya	Biaya
1	Gaji Karyawan	Rp 10.768.800.072,00
2	Pemeliharaan dan Perbaikan	Rp 41.455.122.635,73
3	Pasokan operasi	Rp 27.636.748.423,82
4	Laboratorium	Rp 1.615.320.010,8
5	Plant Overhead Cost	Rp 54.221.253.395,62
Total SVC		Rp 135.697.244.537,96

4. Total Penjualan (S)

Total penjualan produk NaOH per tahun berdasarkan lampiran E diperoleh sebesar Rp 593.993.897.323,200

10.2.5 Shutdown Point (SDP)

Shutdown Point adalah suatu titik atau suatu penentuan aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain adalah variable cost yang terlalu tinggi atau karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - (0,7 \text{ SVC}) - VC} \times 100 \\ &= \frac{0,3 \times \text{Rp } 135.697.244.537,96}{\text{Rp } 593.993.897.323,200 - (0,7 \times 135.697.244.537,96) - \text{Rp } 254.695.779.910,47} \times 100 \\ &= 16,66 \% \end{aligned}$$

10.2.6 Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return berdasarkan *discounted cash flow* adalah suatu tingkat bunga tertentu dimana seluruh penerimaan akan tepat menutup seluruh jumlah pengeluaran modal.

Apabila IRR ternyata lebih besar dari bunga ril yang berlaku, maka pabrik akan menguntungkan akan tetapi apabila IRR lebih kecil dari bunga *ril* yang berlaku maka pabrik dianggap rugi. Berdasarkan perhitungan Lampiran E diperoleh IRR sebesar 50,068 %, harga IRR yang diperoleh lebih dari bunga deposito bank 15% per tahun, maka dapat dikatakan bahwa pabrik layak untuk didirikan.

BAB XI KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan Pra-Rancangan Pabrik Natrium Hidroksida dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan mempertimbangkan beberapa aspek antara lain:

a. Aspek Lokasi

Pabrik ini didirikan di Jl.Salodong, Kec. Biringkanaya, Makassar, Sulawesi Selatan. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Daerah ini cukup strategis karena berada pada daerah dengan ketersediaan bahan baku yang memadai dan dapat memudahkan pemasaran karena akses transportasi dekat dengan pelabuhan.
- Lokasi yang dipilih cukup baik karena ketersediaan sumber daya yang diperlukan dekat dengan pendirian pabrik ini seperti air, tenaga kerja dan energi

b. Aspek Sosial

Pendirian pabrik natrium hidroksida ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena menciptakan peluang kerja bagi masyarakat setempat baik dalam konstruksi maupun operasional jangka panjang dan dengan adanya pabrik ini, masyarakat sekitar dapat merasakan peningkatan pendapatan yang akan meningkatkan kualitas hidup.

c. Aspek Ekonomi

Berdasarkan hasil analisa ekonomi, Pra-Rancangan pabrik Natrium Hidroksida cukup menguntungkan dengan data sebagai berikut:

- *Return of Invesment* : 67,31 %
- *Pay Out Time* : 1,6 tahun
- *Break Event Point* : 45,75 %
- *Shut down Point* : 16,66 %
- *Interest Rate of Return* : 50,06 %

DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, R., & Jofani, A. (2020). Prarancangan Pabrik Kimia Sodium Hydroxide dari Limbah Brine dan kapur tohor dengan kapasitas 20.000 ton/tahun. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Ammal, R. (2022). Pra Rancangan Pabrik Garam Farmasi dari Garam Rakyat dengan Kapasitas 2.000 Ton/Tahun. Makassar: Universitas Bosowa.
- Aries, R. S., & Newton, R. D. (1955). *Chemical Engineering Cost Estimation*. New York: Library Of Congress Catalog Card.
- Azhaar, D. H., & Hawazin. (2018). Pabrik Natrium Hidroksida dari Garam NaCl dengan Proses Elektrolisis Sel Membran. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Azhari, K. I., & Albana, F. H. (2022). Pra Rancangan Pabrik Natrium Hidroksida dari Natrium Klorida dengan kapasitas 75.000 ton/tahun. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- BPS. (2024). Kebutuhan Ekspor dan Impor Sodium Hydroxide dan Sodium Chloride. <https://www.bps.go.id/>.
- Brownell, L. E., & Young, E. H. (1959). *Proses equipment Desing*. Jhon wilei & Sons INC.
- Coulson, J., & Richardson, J. (Ed: Vol 6). *Chemical Engineering Desing (R. K Sinnot)*.
- Darmawan, A. (2023). Prarancangan Pabrik Natrium Hidroksida (NaOH) Dari Natrium Karbonat (Na₂CO₃) Dan Kalsium Hidroksida (Ca(OH)₂) Dengan Kapasitas 35.000 Ton/Tahun. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Geankoplis, C. J. (1978). *Transport Processes and Unit Operations Third Edition*. USA, Mexico: Pretince-Hall International.
- Godici, N. P. (2001). Purification of caustic soda. *United States Patent*, 4-5.
- Google Earth. (2024). Peta Lokasi Desa Salodong, Biringkanaya, Makassar. (Online), (<https://earth.google.com>), diakses 10 Maret 2024.
- Hamid, N. (2019). Konsep PIK Pembuatan garam dapur, Soda dan Asam Khlorida.

- Hugot, E. (1986). *Handbook of Canne Sugar Engineering*. Amsterdam-Oxford: University of Queensland (retired).
- Indonetwork. (2024). Daftar perusahaan jual garam industri NaCl di Indonesia. <https://www.indonetwork.co.id>.
- Islam, M., & Shahinoor. (2007). A Study For Enchancing Yield of Caustic Soda in Causticization Reaction for Industrial Application. Dhaka: Bangladesh: University of Engineering and Techology.
- Kementrian Perindustrian. (2024). Daftar industri produsen NaCl di Indonesia. (Online), (<https://tkdn.kemenperin.go.id>), diakses 13 Maret 2024.
- Kern, D. Q. (1965). *Proses Heat Transfer*. Mc Graw-Hill.
- Kusnarjo. (2010). *Desain Pabrik Kimia*. Surabaya: Institut teknologi Sepuluh November.
- MSDS. (2015). *Hydrogen, compressed, Lembar data dan Keselamatan Bahan. No:F/CFR/1910 Rev.04. PT.Smart-LAB INDONESIA.*
- MSDS. (2019). *Sodium Carbonate Anhydrous, Lembar data dan Keselamatan Bahan. No:F/QLC/008 Rev.01. PT.Smart-LAB INDONESIA.*
- MSDS. (2019). *Sodium Chloride, Lembar Data Keselamatan Bahan. No:F/QCL/008 Rev.01. PT. Smart-LAB INDONESIA.*
- MSDS. (2019). *Sodium Hydrooxide. Lembar data dan Keselamatan Bahan No:F/QCL/008 Rev.01. PT.Smart-LAB INDONESIA.*
- O'Brien, T. F., Bommaraju, T., & Hine, F. (2005). *Handbook of Chlor-Alkali Technology Volume 1 Fundamentals*. United States of America, Springer Science And Bussines Media, Inc.
- Perindustrian, K. (n.d.). Daftar Produsen NaCl di Indonesia. (Online), (<https://tkdn.kemenperin.go.id>), diakses 13 Maret 2024. 2024.
- Perry, R. H. (1997). *Perry's Chemical Engineer's Handbook (7 th edition)*. McGraw-Hill Company.
- Peter, M. S., & Timmerhause, K. D. (1991). *Plant Desing For Chemical Engineers Fourth Edition*. Mexico: McGraw-Hill.
- Powel, S. T. (1954). *Water Conditioning For Industry*. McGraw-Hill Company.

- PT Garam Perero. (2024). Informasi Produk. (Online), (<https://www.ptgaram.com>), diakses 12 April 2024.
- Pujiastuti. (2019). Removal Impurities Garam Dengan Metode Pertukaran Ion Secara Batch. *Journal of research and Technology*, 2-3.
- Setiabudi, A. (2022). Pra Rencana Pabrik Natrium Hidroksida dari Garam NaCl dengan Proses Elektrolisis Sel Membran. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
- Suledatu, D. K. (2023). Pra Rancangan Pabrik Natrium Hidroksida (NaOH) Dari Natrium Klorida (NaCl) Menggunakan Proses Elektrolisis Sel Membran Dengan Kapasitas Produksi 60.000 Ton/Tahun. Makassar: Universitas Bosowa.
- Timmerhaus, K. D., & Peters, M. S. (2004). *Plant design and Economics for Chemical Engineer 4 th Ed.* McGraw-Hill Inc: Singapur For Chemical Engineers.
- Ulrich, G. (1984). *A Guide To Chemical Engineering Proses Design and Economics.* University Of New Hampshir.
- Walas, S. M. (1988). *Chemical Proses equipment selection and design (H. Banner, Ed).* USA.Inc.
- Wulandari, F. A. (2022). Pra Rancangan Pabrik Natrium Hidroksida Dari Garam Industri Dengan Proses Elektrolisa Dengan Kpasitas 70.000 Ton/Tahun. Malang : ITN Malang.
- Yaws, C. (1999). *Chemical Properti Handbook, Physical, Thermodynamic, Enviromental, Transport, Safety, and Health Related Proper for Organic and Inorganic Chemicals.* United States Of America: Mc. Graw- Hills Companies.
- Yulianto, S. I., & Lubis, M. D. (2020). Pra Desain Pabrik Natrium Hidroksida dari Garam Industri Dengan Metode Membran Electrolisis. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

