

**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA *SODIUM*  
*HYDROXIDE* DARI LIMBAH *BRINE* DAN KAPUR  
TOHOR KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia



Oleh :

Nama : Annisah Jofani

Nama : Rizky Alfianto

No.Mahasiswa : 16521064

No.Mahasiswa : 16521171

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2020**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL**  
**PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA SODIUM HYDROXIDE DARI LIMBAH**  
**BRINE DAN KAPUR TOHOR DENGAN**  
**KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN**

**Saya yang bertanda tangan di bawah ini :**

Nama : Annisah Jofani Nama : Rizky Alfianto  
No.Mahasiswa : 16521064 No.Mahasiswa : 16521171

**Yogyakarta, 10 Oktober 2020**

Menyatakan bahwa seluruh hasil Pra Rancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Td. Tangan  
  
Annisah Jofani  
16521064

Td. Tangan  
  
Rizky Alfianto  
16521171

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA SODIUM HYDROXIDE DARI  
LIMBAH BRINE DAN KAPUR TOHOR DENGAN  
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Oleh :

Nama : Annisah Jofani

Nama : Rizky Alfianto

No.Mahasiswa : 16521064

No.Mahasiswa : 16521171

Yogyakarta, 14 Oktober 2020

Pembimbing,

Pembimbing I

Pembimbing II



Farham H. M. Saleh, Dr., Ir., MSIE.

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng

# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK KIMIA *SODIUM HYDROXIDE* DARI  
LIMBAH BRINE DAN KAPUR TOHOR DENGAN  
KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

Oleh :

Nama : Rizky Alfianto

No.Mahasiswa: 16521171

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Januari 2021

Tim Penguji,

Farham H. M. Saleh, Dr., Ir., MSIE.  
Penguji 1



Achmad Chafidz M.S., S.T., M.Sc  
Penguji 2



Dyah Retno Sawitri S.T., M.Eng  
Penguji 3



Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Tekonologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



(Dr.Suharno Rusdi)

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Puji dan Syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu Wata'ala* Yang melimpahkan rahmat, karunia dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pra Rancangan Pabrik Kimia Sodium Hydroxide dari Limbah Brine dan Kapur Tohor dengan Kapasitas 20.000 Ton/Tahun”** dengan baik dan tepat waktu. Tidak lupa Shallawat serta salam penulis sampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW beserta para sahabat, Tabi'in dan keluarganya.

Tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat wajib untuk memperoleh gelar Strata-1 sesuai dengan kurikulum yang telah ditetapkan oleh program studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengalami banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi, namun penulis dapat melewatinya berkat adanya bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak baik secara moral ataupun spiritual. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang memberikan rahmat dan kelimpahan hidayahnya, serta yang selalu memberikan nikmat Kesehatan, memberikan petunjuk disetiap masalah yang dihadapi oleh penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
2. Kedua Orang tua dan keluarga yang telah mendukung dan memberikan doa selama mengenyam Pendidikan sebagai mahasiswa Teknik kimia universitas islam indonesia

3. Bapak Prof. Fathul Wahid, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Rektor Universitas Islam Indonesia dan segenap jajarannya yang telah memberikan dukungan bagi mahasiswa untuk mencari ilmu yang bermanfaat.
4. Bapak Dr. Suharno Rusdi, selaku ketua prodi Teknik kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Farham H. M. Saleh, Dr., Ir., MSIE. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan serta peulisan tugas akhir.
6. Ibu Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan serta peulisan tugas akhir.
7. Seluruh Dosen Pengajar jurusan Teknik kimia Universitas Islam Indonesia yang telah memotivasi serta memberikan ilmu yang bermanfaat kepada mahasiswa.
8. Sahabat bebal selama penulis berada di Yogyakarta yaitu Augusta Alda P, M.Dolli Yusufa, Dwiko C.N.
9. Semua teman-teman teknik kimia 2016, terutama kepada Nopia Denvil, Lazuardiansyah Ilman yang telah memberikan dukungan dalam pengerjaan tugas akhir ini.
10. mobile legend dan netflix yang sudah menemani penulis bergadang hingga pagi demi menjemput sebuah mimpi.
11. Demo yang jatuh pada tanggal 8 oktober 2020, sudah mampu membakar semangat saya kembali dalam menjalankan kewajibannya ini.



12. Farida Imtiyaz penyemangat hidup di detik-detik terakhir demi menyelesaikan kewajiban tugas akhir ini dan melanjutkan kewajiban kewajiban lainnya yang sudah menunggu di depan sana.
13. Partner Tugas Akhir Annisah Jofani yang telah menjadi teman berdiskusi serta membantu menyelesaikan tugas akhir ini dengan semangat , ikhlas dan sabar.
14. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu selama pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran untuk membangun penulisan selanjutnya penulis sangat harapkan. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua baik pembaca dan penulis. Aamiin.

*Wasalamualaikum Wr. Wb.*

Yogyakarta, 10 Oktober 2020

Penulis

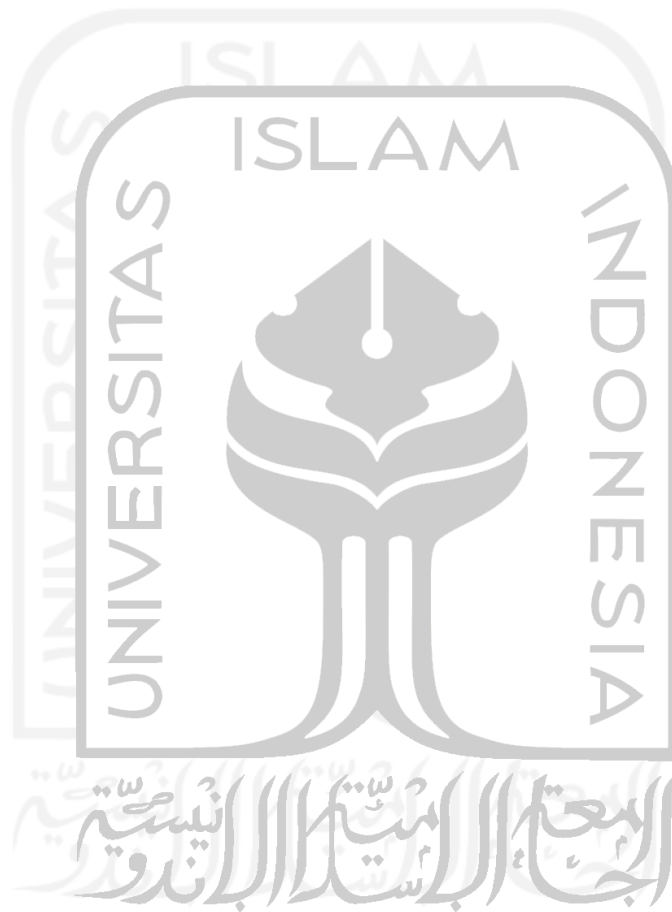
## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
ABSTRAK .....	xiv
ABSTRACK .....	xv
BAB I .....	16
PENDAHULUAN .....	16
1.1. Latar Belakang .....	16
1.2. <i>Sodium Hydroxide</i> (NaOH) .....	17
1.3. Kapasitas Rancangan .....	19
1.4. Tinjauan Pustaka .....	21
1.5. Jenis-Jenis Proses .....	22
a. Proses Kellner-Castener .....	22
b. Proses Loewig .....	23
c. Proses Lesueur .....	24
d. Proses dari Produksi CSG (Coal Seam Gas) .....	25
1.6. Pemilihan Proses .....	26
BAB II .....	1
PERANCANGAN PRODUK .....	1
2.1. Spesifikasi Bahan Baku .....	1
2.1.1 Limbah Brine .....	1
2.1.2 Kalsium Oksida .....	2
2.2. Spesifikasi Produk .....	3
2.2.1 <i>Sodium Hydroxide</i> .....	3
2.3. Spesifikasi Produk Samping .....	3
2.3.1 Natrium Clorida .....	3
2.3.2 Kalsium Karbonat .....	4
2.4. Pengendalian Kualitas .....	4



2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	5
2.4.2. Pengendalian Kualitas Proses .....	5
2.4.3. Pengendalian Kualitas Produk .....	6
BAB III .....	7
PERANCANGAN PROSES .....	7
3.1. Uraian Proses .....	7
3.1.1. Persiapan Bahan Baku.....	7
3.1.2. Unit Proses Pembentukan Produk.....	8
3.1.3. Unit finishing .....	9
3.2. Spesifikasi Alat .....	10
BAB IV .....	39
PERANCANGAN PABRIK.....	39
4.1. Lokasi pabrik.....	39
4.1.1. Faktor-Faktor Utama Penentu Lokasi Pabrik.....	39
4.1.2. Faktor-Faktor Penunjang Penentu Lokasi Pabrik .....	42
4.2. Tata Letak Pabrik (Plant Layout).....	43
4.3. Tata Letak Mesin.....	45
4.4. Alir Proses Material .....	50
4.4.1. Neraca Massa .....	50
4.4.2. Neraca Panas .....	56
4.5. Perawatan .....	63
4.6. Pelayanan Teknik (Utilitas) .....	65
4.6.1. Unit penyediaan dan pengolahan air (water treatment) .....	65
4.6.2. Unit Pembangkit Steam (Steam Generation) .....	76
4.6.3. Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System).....	76
4.6.4. Unit Penyediaan Udara Tekan .....	79
4.6.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	79
4.7. Organisasi Perusahaan .....	80
4.7.1. Bentuk Perusahann.....	80
4.7.2. Struktur Organisasi Perusahaan .....	81
4.7.3. Tugas dan Wewenang .....	85
4.7.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji.....	90
4.7.5. Pembagian jam Kerja Karyawan.....	90
4.7.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	92

4.8. Analisa Ekonomi.....	97
4.8.1. Penaksiran Harga peralatan.....	98
4.8.2. Analisa Kelayakan .....	103
BAB V.....	114
PENUTUP.....	114
DAFTAR PUSTAKA .....	117
LAMPIRAN.....	119



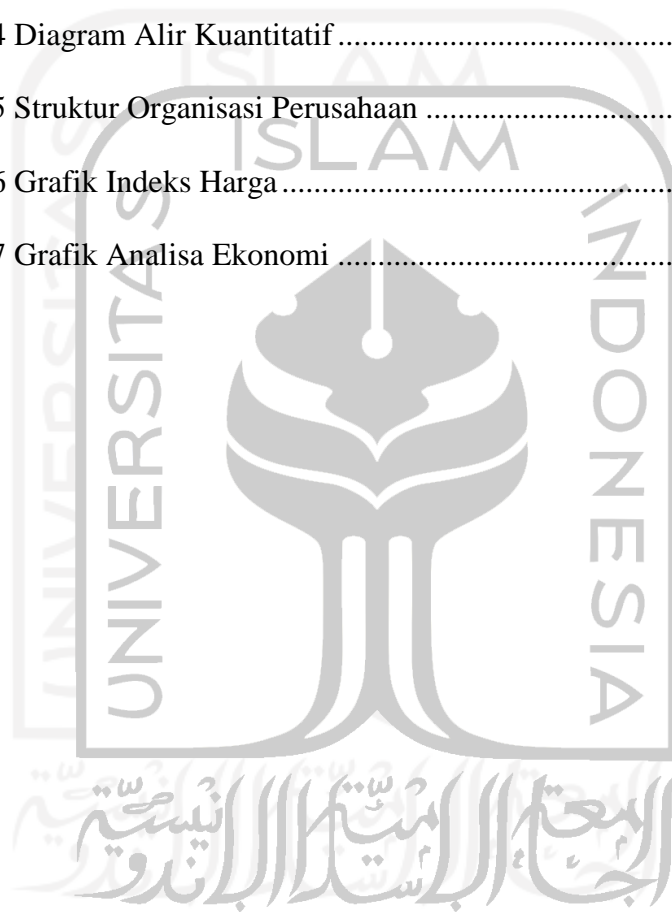
## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor <i>Sodium Hydroxide</i> (NaOH) .....	19
Tabel 1. 2 Data Ekspor <i>Sodium hydroxide</i> (NaOH).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 1. 3 Perusahaan dan Kapasitas Pabrik <i>Sodium Hydroxide</i> di Indonesia .....	20
Tabel 3. 1 Spesifikasi Pompa .....	26
Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik .....	45
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total .....	50
Tabel 4. 3 Neraca Massa Mixer .....	51
Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor .....	51
Tabel 4. 5 Neraca Massa Settler .....	52
Tabel 4. 6 Neraca Massa Evaporator .....	52
Tabel 4. 7 Neraca Massa Crystallizer .....	53
Tabel 4. 8 Neraca Massa Centrifuge .....	53
Tabel 4. 9 Neraca Massa Dryer .....	54
Tabel 4. 10 Neraca Massa Crystallizer .....	54
Tabel 4. 11 Neraca Massa Centrifuge .....	55
Tabel 4. 12 Neraca Massa Dryer .....	55
Tabel 4. 13 Neraca Panas Mixer .....	56
Tabel 4. 14 Neraca Panas Reaktor .....	56
Tabel 4. 15 Neraca Panas Evaporator .....	57
Tabel 4. 16 Neraca Panas Crystallizer .....	57
Tabel 4. 17 Neraca Panas Centrifuge .....	58
Tabel 4. 18 Neraca Panas Dryer .....	58
Tabel 4. 19 Neraca Panas Crystallizer .....	59
Tabel 4. 20 Neraca Panas Centrifuge .....	59
Tabel 4. 21 Neraca Panas Dryer .....	60
Tabel 4. 22 Kebutuhan Air Proses .....	72
Tabel 4. 23 Kebutuhan Air Steam .....	73

Tabel 4. 24 Kebutuhan Air Pendingin .....	74
Tabel 4. 25 Kebutuhn Air Layanan Umum.....	75
Tabel 4. 26 Total Kebutuhan Air .....	75
Tabel 4. 27 Kebutuhan Listrik untuk Proses.....	76
Tabel 4. 28 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas .....	77
Tabel 4. 29 Total Kebutuhan Listrik .....	78
Tabel 4. 30 Jadwal Pembagian Kerja Karyawan .....	91
Tabel 4. 31 Penggolongan Jabatan.....	92
Tabel 4. 32 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji.....	94
Tabel 4. 33 Indeks Harga Alat pada Berbagai Tahun .....	99
Tabel 4. 34 Harga Alat Proses .....	101
Tabel 4. 35 Harga Alat Utilitas .....	101
Tabel 4. 36 <i>Physical Plant Cost</i> .....	107
Tabel 4. 37 <i>Fixed Capital Investment</i> .....	107
Tabel 4. 38 <i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	108
Tabel 4. 39 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	108
Tabel 4. 40 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	109
Tabel 4. 41 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	109
Tabel 4. 42 <i>Working Capital</i> .....	109
Tabel 4. 43 <i>General Expenses</i> .....	110
Tabel 4. 44 <i>Total Production Cost</i> .....	110

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kebutuhan Impor <i>Sodium Hydroxide</i> (NaOH) di Indonesia.....	20
Gambar 4. 1 Layout Pabrik <i>Sodium Hydroxide</i> skala 1:1000.....	48
Gambar 4. 2 Lay Out Proses Pabrik <i>Sodium Hydroxide</i> skala 1:1000 .....	49
Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif .....	61
Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif .....	62
Gambar 4. 5 Struktur Organisasi Perusahaan .....	84
Gambar 4. 6 Grafik Indeks Harga.....	100
Gambar 4. 7 Grafik Analisa Ekonomi .....	113



## ABSTRAK

Pra rancangan pabrik *Sodium Hydroxide* bertujuan untuk memenuhi kebutuhan *sodium hydroxide* atau NaOH dalam negeri dan juga mengurangi impor *sodium hydroxide*. *Sodium hydroxide* diperoleh dari percampuran limbah *brine* dengan *calcium hydroxide*. Reaksi antara limbah *brine* dan *calcium hydroxide* terjadi di Reaktor. Reaktor yang digunakan adalah jenis reaktor alir tangki berpengaduk dengan suhu 90°C.

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi *Sodium Hydroxide* membutuhkan *Calcium Oxide* 327,886 kg/jam dan air 2.950,97 kg/jam untuk menghasilkan *Calcium hydroxide* (Ca(OH)<sub>2</sub>) serta membutuhkan limbah *brine* 95.121,08 kg/jam. Utilitas guna pendukung proses pada pra rancangan pabrik *Sodium Hydroxide* meliputi Air proses sebanyak 4.873,06 kg/jam, kebutuhan *steam* sebanyak 586.936,831 kg/jam, kebutuhan air pendingin sebanyak 194,71 kg/jam, bahan bakar sebanyak 134,89 Liter/jam dan Listrik sebesar 2.611 Kw yang diperoleh dari PLN. Pabrik ini akan didirikan di Dauan tengah, Kecamatan Cikampek Kabupaten Kerawang, Jawa Barat dengan jumlah karyawan 150 orang.

Modal Tetap didapatkan sebesar Rp 294.363.986.496,05 Modal Kerja sebesar Rp. 466.814.817.605,91. Hal ini menghasilkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 104.437.206.649 dan keuntungan setelah pajak Rp. 81.461.021.186. *Persent Return of Investment* (ROI) sebesar 27,67%. *Pay Out Time* (POT) sebesar 2,8 Tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 44,10%. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 26,67 %.

Pabrik *Sodium hydroxide* ini termasuk pabrik yang beresiko rendah karena beroperasi pada kondisi operasi yang rendah. Dari hasil yang didapatkan, disimpulkan bahwa pabrik *Sodium Hydroxide* dari limbah *brine* dan Kapur tohor dengan Kapasitas 20.000 ton/tahun cukup menarik untuk dikaji lebih lanjut.



## ABSTRACT

*The pre-designed Sodium Hydroxide plant aims to meet domestic demand for sodium hydroxide or NaOH and also reduce imports of sodium hydroxide. Sodium hydroxide is obtained by mixing waste brine with calcium hydroxide. The reaction between waste brine and calcium hydroxide takes place at the Reactor. The reactor used is a stirred tank flow reaktor with a temperature of 90°C*

*The raw material used to produce Sodium Hydroxide requires Calcium Oxide 327,886 kg/hour and water 2.950,97kg/hour to produce Calcium hydroxide (Ca(OH)<sub>2</sub>) and brine waste of 95.121,08 kg/hour. Utilities to support the process in the pre-designed of Sodium Hydroxide factory include process water is 4.873,06 kg/hour, steam requirements is 596.936,831 kg/hour, cooling water needs is 194,71 kg/hour, the fuel is 134,89 Liters/hour and electricity is 2.611 Kw obtained from PLN. This factory will be built in Dauan Tengah, Cikampek District, Kerawang Regency, West Java, with 150 employees.*

*From the economic analysys, Fixed capital is Rp. 294.363.986.496,05 Working capital is Rp. 466.814.817.605,91. This resulted in a profit before tax of Rp. 104.437.206.649 and profit after tax of Rp. 81.461.021.186. The percentage of Return of Investment (ROI) is 27,67%. Pay Out Time (POT) is 2,8 years. Break Even Point (BEP) is 44,10%. Shut Down Point (SDP) is 26,77%.*

*This Sodium hydroxide plant is a low-risk factory because it operates in low operating conditions. From the results obtained, the conclusion of the Sodium Hydroxide factory from brine and quicklime waste with a capacity of 20.000 tons/year is quite interesting for further study (feasible to built)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia semakin hari semakin meningkat, baik dilihat dari sisi jenis keanekaragamannya maupun jumlahnya. Oleh sebab itu ketersediaan dan kebutuhan bahan baku mengalami peningkatan, ditambah lagi dengan bahan pendukung untuk memenuhi kebutuhan proses yang akan diinginkan. Pendirian pabrik kimia Sodium Hydroksida atau sering disebut dengan Natrium Hidroksida bertujuan agar hasil dari pendirian pabrik NaOH dapat memenuhi kebutuhan pasar dan upaya ini salah satu usaha untuk mengurangi jumlah impor *Sodium hydroxide*. Kebutuhan akan NaOH di dalam negeri didapat dari impor dan produksi dalam negeri. Tetapi kapasitas yang diproduksi dalam negeri masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri yang dapat dilihat dari data impor *sodium hydroxide* di Indonesia.

Keuntungan pendirian pabrik kimia *Sodium Hydroxide* :

1. Memperlancar Perekonomian di Indonesia
2. Mengurangi ketergantungan dari Negara lain dan menghemat biaya impor *sodium hydroxide*
3. Menciptakan lapangan pekerjaan dalam negeri
4. Memenuhi kebutuhan *sodium hydroxide* dalam negeri.

## 1.2. *Sodium Hydroxide* (NaOH)

*Sodium hydroxide* atau yang sering dikenal dengan nama Natrium Hidroksida (NaOH), soda *caustic*, soda api merupakan jenis basa logam kaustik. *Sodium hydroxide* terbentuk dari oksida basa natrium oksida yang dilarutkan dalam air yang akan membentuk larutan alkalin. Larutan alkalin akan tinggi jika dilarutkan ke dalam air.

*Sodium hydroxide* mempunyai banyak jenis, umumnya yang sering ditemukan yaitu *sodium hydroxide* solid dan *sodium hydroxide* liquid. *Sodium hydroxide* yang mempunyai bentuk kristal dan berwarna putih disebut dengan NaOH anhidrat. *Sodium hydroxide* mempunyai sifat dapat menyerap karbon dioksida dari udara bebas. *Sodium hydroxide* dapat dilarutkan dengan air dan akan melepaskan panas jika dilarutkan. Proses ini dikarenakan *sodium hydroxide* memiliki sifat eksotermis. *Sodium hydroxide* juga mempunyai sifat mudah larut terhadap etanol dan methanol. (Dewi et al., 2010).

Dalam bidang industri *sodium hydroxide* digunakan sebagai salah satu bahan untuk produksi kertas, sabun, detergen. *Sodium hydroxide* sendiri sering digunakan dalam laboratorium kimia. Seyawa ini tergolong kedalam *heavy chemical* industri yang penting bagi segi ekonomi. *Heavy chemical* merupakan bahan kimia baku yang diproduksi dalam volume besar dengan harga rendah dengan konsumennya adalah pasar. *Sodium hydroxide* (NaOH) mudah di dapatkan dan sering dibutuhkan oleh

industri-industri, laboratorium maupun instansi. Berikut adalah macam-macam contoh industri yang menggunakan NaOH

- *Industry Textile*

Dalam industri textile *sodium hydroxide* atau *caustic soda* digunakan untuk pemrosesan kapas serta proses pewarnaan serat sintetik seperti contohnya *polyester* dan *nylon*.

- Industri Sabun dan Detergen

Di bidang industri sabun dan detergen NaOH digunakan untuk proses saponifikasi yang nantinya proses ini akan mereaksikan konversi minyak nabati menjadi sabun. Selain proses saponifikasi NaOH juga digunakan untuk pembuatan surfaktan anionic yang merupakan salah satu komponen terpenting pada produk pembersih dan produk detergen.

- Industri Kertas

Salah satu industri yang menggunakan *sodium hydroxide* terbesar yaitu industri kertas. *Caustic soda* ini akan digunakan sebagai bahan baku dalam proses bleaching dan pembentukan *pulp*. *Caustic soda* juga dapat digunakan dalam proses pendaur ulangan kertas yang sudah tidak terpakai, prosesnya itu ialah “*de-inking*”

- Industri Minyak dan Gas Bumi

Industri minyak dan Gas Bumi menggunakan *Caustic soda* yaitu pada tahap eksplorasi. NaOH difungsikan untuk menghilangkan

bau yang biasanya berasal dari Hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) ataupun mercaptan

- Netralisasi Minyak

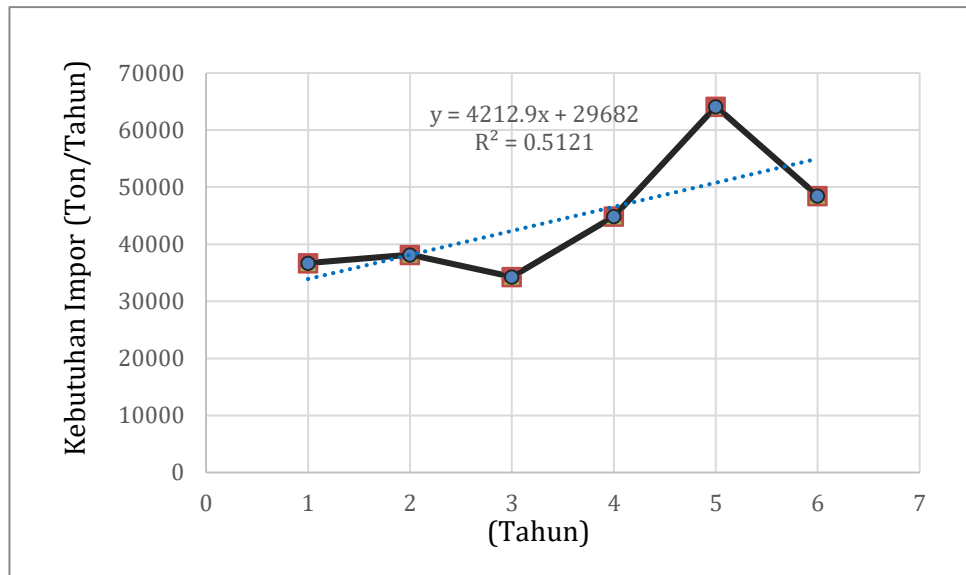
Netralisasi minyak menggunakan *caustic soda* sudah tidak asing lagi bagi skala industri. Karena harga *caustic soda* lebih mudah didapatkan dan mempunyai harga yang murah dibandingkan dengan metode netralisasi lainnya. Selain kegunaan netralisasi *caustic soda* juga membantu untuk menghilangkan kotoran seperti lender dalam minyak ataupun getah dan kegunaan *caustic soda* juga dapat mengurangi zat warna.

### 1.3. Kapasitas Rancangan

Berikut adalah data impor dan ekspor *Sodium hydroxide* yang diambil dari Badan Pusat Statistik. Data ini bertujuan untuk menghitung Kapasitas pabrik yang dibutuhkan dan berharap agar mencukupi kebutuhan NaOH di dalam negeri.

**Tabel 1. 1 Data Impor *Sodium Hydroxide* (NaOH)**

Tahun	Kapasitas (Ton)
2014	36686,006
2015	38142,187
2016	34278,018
2017	44864,797
2018	64113,382
2019	48476,044



**Gambar 1. 1 Kebutuhan Impor *Sodium Hydroxide* (NaOH) di Indonesia**

Untuk menghitung suatu kebutuhan impor *sodium hydroxide* menggunakan persamaan garis lurus atau sering disebut dengan *least square*. Menentukan kapasitas suatu rancangan didasari oleh kebutuhan pasar dan di dasari oleh kapasitas pabrik yang sudah didirikan didalam negeri dan beroperasi secara komersial. Indonesia sendiri mempunyai beberapa pabrik yang memproduksi/penghasil NaOH :

**Tabel 1. 2 Perusahaan dan Kapasitas Pabrik *Sodium Hydroxide* di Indonesia**

No.	Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
1	PT. Asahimas Chemical	700.000
2	PT. Sulfindo Adiusaha	215.000
3	PT. Industri Soda Indonesia	52.800
4	PT. Soda Sumatera	6400



PT Asahimas Chemical yang mempunyai kapasitas produksi sebesar 700.000 ton/tahun, dan PT. Sulfindo Adiusaha mempunyai kapasitas produksi sebesar 215.000 ton/tahun merupakan industri yang memproduksi *Sodium hydroxide* berskala besar.

Dari grafik diatas maka didapatkan persamaan  $y = 4212.9x - 29682$ . Dimana  $y$  merupakan kebutuhan impor *Sodium hydroxide* di Indonesia dalam Ton/Tahun dan  $x$  merupakan tahun ke-. Dengan demikian dapat diestimasikan kebutuhan impor *sodium hydroxide* pada tahun ke 12 di tahun 2025 yang akan datang yaitu sebesar 20.000 ton/tahun. Hal ini diambil kapasitas ekonomis sebesar 25% dari total kebutuhan yang seharusnya 80236,8 ton/tahun.

$$y = 4212.9x + 29682$$

$$y = 4212.9(12) + 29682$$

$$y = 80236,8$$

#### 1.4. Tinjauan Pustaka

*Coal Seam Gas* (CSG) merupakan suatu bentuk gas alam yang berasal dari batu bara, *coal seam gas* sering disebut dengan *coal bed Methane* dikarenakan gas yang terkandung pada batu bara sekitar 90% gas *methane*. Produksi CSG ini menghasilkan limbah yang biasa disebut dengan limbah *Brine*. Limbah *brine* yang dihasilkan dari produksi *coal seam gas* mengandung beberapa komponen yaitu natrium bikarbonat,

natrium karbonat, natrium klorida, magnesium, kalium , dan kalsium silika. Presentase dari setiap kandungan yang terdapat pada limbah *brine* berbeda beda, sebagai contoh kandungan natrium klorida pada limbah *brine* sekitar 40-60%, kandungan natrium karbonat dan natrium bikarbonat pada limbah *brine* sekitar 10-60%, dan kandungan magnesium, kalium , dan kalsium silika pada limbah *brine* sekitar 2%.  
(John Hugh Worsley, 2015)

### 1.5. Jenis-Jenis Proses

Berikut jenis-jenis proses yang dapat memproduksi *sodium hydroxide* :

#### a. Proses Kellner-Castener

Proses Kellner castener pada prinsipnya memproduksi NaOH dengan metode elektrolisis larutan NaCl. Sel Kellner Castener merupakan tangki baja yang berbentuk persegi Panjang dan mempunyai ebonit didalamnya. (Anwar, Thohari 2016)

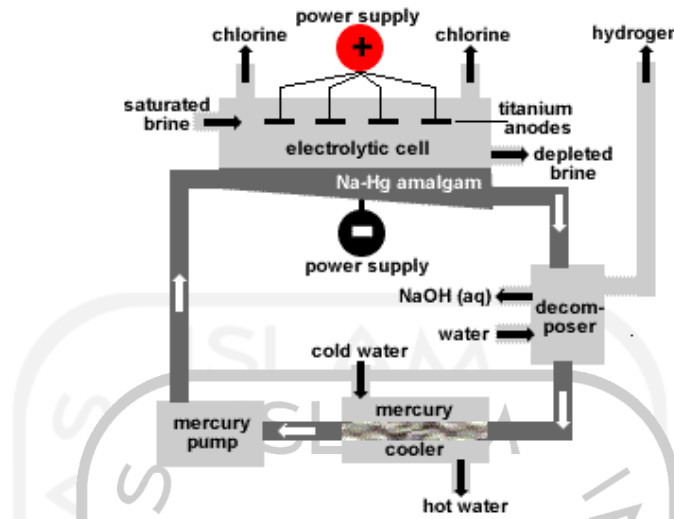


- Reaksi di katoda :  $2\text{Na}^+ \quad \textcircled{R} \quad 2e + 2\text{Na}$

(Na membentuk amalgam)

$\text{Na} + \text{Hg} \quad \textcircled{R} \quad \text{Na} / \text{Hg}$  ion  $\text{Na}^+$  terbentuk kembali karena adanya ion  $\text{H}^+$  di atas tegangan tinggi.

- Reaksi pada anoda :  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$



Kelebihan dari Proses Kellner Castener : NaOH yang akan dihasilkan mempunyai kemurnian yang tinggi.

Kekurangan dari Proses Kellner Castener : proses yang dianjurkan untuk memperoleh NaOH cukup Rumit

#### b. Proses Loewig

Proses Loewig tergantung pada natrium ferrate ( $\text{Na}_2\text{FeO}_4$ ) yang akan diuraikan dengan air. Pada prosesnya cairan soda akan dicampur dengan oksida besi, dan akan diuapkan sampai kering. saat proses kalsinasi, reaksi antara natrium karbonat dan oksida besi akan menghasilkan karbon dioksida dilepaskan ke udara dan menyisakan ditungku adalah natrium ferrate. Massa dicuci menggunakan air dingin sampai yang larut hilang. Selanjutnya dilewatkan air suhu 90

celcius pada natrium ferrate. Soda kaustik (NaOH) terbentuk karena adanya dekomposisi. Dan oksida besi diperbaharui lagi yang akan dikembalikan ke proses kalsinasi. Untuk pemilihan bijih besi yang dipakai yaitu bijih besi alami yang terbebas dari kotoran. Karena jika menggunakan biji besi yang kotor maka saat proses kalsinasi akan menghasilkan endapan hidroksida besi. Daan endapan ini tidak baik karena akan menyebabkan produk NaOH sulit untuk diputihkan. (Anwar, Thohari 2016)

**c. Proses Lesueur**

Proses lesueur menggunakan alat Lunge. Pada katoda, kawat besi kasa ditempatkan miring yang di atasnya terdapat diafragma yang mempunyai dua bagian, yaitu selembur kertas perkamen dan lembar ganda abses disemen berasamaan dengan albumin darah, kemudian digumpalkan dan dikeraskan dengan kalium karbonat. Bel gerabah tertutup di anoda, yang terbuat dari timah, batang karbon dicelupkan kedalam larutan garam. Soda kaustik (NaOH) akan terbentuk dalam larutan luar bel. Posisi miring dari katoda diharapkan hydrogen dapat dilepaskan dengan mudah sehingga mencegah proses polarisasi. Kenyataanya dalam mempraktekan proses ini loceng gerabah hancur oleh larutan soda kaustik, sedangkan hidrogen dibebaskan. Diafragma lebih cepat hancur dan hanya berlangsung 24 jam sampai 48 jam.

Kelemahan dari proses ini yaitu tidak efisiennya prosesnya dan menghasilkan larutan kaustik mengandung 10% NaOH.

**d. Proses dari limbah CSG (Coal Seam Gas)**

Pembuatan *Sodium Hydroxide* (NaOH) dari aliran limbah *brine* yang mempunyai kandungan Natrium Klorida (NaCl), Natrium Karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), Natrium Bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>). Metode ini akan mereaksikan natrium karbonat dan natrium biokarbonat dengan kapur tohor (CaO) untuk terbentuknya *sodium hydroxide* (NaOH). NaOH yang terbentuk akan dipisahkan dengan CaCO<sub>3</sub> untuk menghasilkan produk yang lebih murni. Dan NaOH akan mengalami proses pemekatan agar terjadinya pembentukan kristal *sodium hydroxide* (NaOH). Proses ini juga akan menghasilkan produk samping yang berupa Natrium klorida (NaCl).

Reaksi yang terjadi :

1.  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
2.  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3$
3.  $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{NaOH} + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Keuntungan penggunaan proses ini yaitu hanya menggunakan bahan baku kapur tohor dan menggunakan bahan baku yang sudah tidak terpakai lagi yaitu limbah brine. Jadi pengolahan limbah brine sendiri dapat menghasilkan produk yang berguna dan dapat dipakai.

## 1.6. Pemilihan Proses

Proses yang dipilih untuk pembuatan *Sodium Hydroxide* yaitu pembuatan *sodium hydroxide* dari produksi CSG (aliran limbah *Brine*). Hal ini dipilih karena limbah brine sudah tidak terpakai lagi dan akan didapatkan secara mudah karena tidak memiliki nilai jual yang tinggi. jika menggunakan metode yang lainnya akan mengeluarkan biaya yang cenderung mahal. Seperti contoh proses castner-Kellener mempunyai proses yang rumit serta mahal biayanya. Sedangkan proses Proses Lesueur hasil produknya menghasilkan *sodium hydroxide* yang kecil kemurniannya.

Proses ini akan mereaksikan limbah *brine* dengan kalsium hidroksida. Mereaksikan 2 komponen ini agar menghasilkan keluaran Sodium hydroxide (NaOH) , dan Natrium Hydroxide (NaCl) . proses ini dapat dilakukan secara kontinyu maupun batch dengan konversi 97%. Proses ini menggunakan komposisi limbah *brine* 14% NaCl, 3,12% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, 1,5% NaHCO<sub>3</sub> , 0,01% CaCO<sub>3</sub> dan 81,37% H<sub>2</sub>O ari umpan *Coal Seam Gas*. (Chiloride, 2015)



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas Produk yang sesuai dengan target. Maka adanya mekanisme pembuatan *sodium hydroxide* yang dirancang berdasarkan variable utama yaitu : spesifikasi bahan baku, spesifikasi produk, spesifikasi produk samping dan pengendalian kualitas.

#### 2.1. Spesifikasi Bahan Baku

##### 2.1.1 Limbah *Brine*

###### 2.1.1.1. Natrium Karbonat

###### a. Sifat fisika

Rumus Molekul	: Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Fase	: Padat
Warna	: Putih
Berat Molekul	: 105,99 g/mol
Titik Lebur (C)	: 852 °C
Kelaruta	: 70 gr/L
Densitas	: 2,54 g/cm <sup>3</sup>

### 2.1.1.2. Natrium Bikarbonat

#### a. Sifat fisika

Rumus Molekul	: NaHCO <sub>3</sub>
Fase	: Padat
Warna	: Putih
Berat Molekul	: 84,007 g/mol
Titik Lebur (C)	: 270 °C
Densitas	: 2,159 g/cm <sup>3</sup>

### 2.1.2 Kalsium Oksida

#### a. Sifat fisika

Rumus Molekul	: CaO
Fase	: Padat
Warna	: Putih
Bau	: Tidak berbau
Berat Molekul	: 56,0774 g/mol
Titik Lebur (C)	: 2613 °C, 2886 K, 4735 °F
Titik Didih (C)	: 2850 °C, 3123 K (100 hPa)
Densitas	: 3,34 g/cm <sup>3</sup>
Kelarutan dlm air	: 1,19 g/L (25 °C), 0,57 g/L (100 °C), reaksi eksotermis

## 2.2. Spesifikasi Produk

### 2.2.1 *Sodium Hydroxide*

a. Sifat fisika

Rumus Molekul	: NaOH
Fase	: Padat
Warna	: Putih
Warna	: Tidak Berwarna
Berat Molekul	: 39,9971 g/mol
Titik Lebur (C)	: 318 °C (591 K)
Titik Didih (C)	: 1390 °C (1663 K)
Suhu Kritis (atm)	: 249,998 atm
Densitas	: 1090,41 kg/m <sup>3</sup>
Kemurnian	: 97%

## 2.3. Spesifikasi Produk Samping

### 2.3.1 Natrium Clorida

a. Sifat fisika

Rumus Molekul	: NaCl
Fase	: Padat
Warna	: Putih
Berat Molekul	: 58.443 g/mol
Titik Lebur (C)	: 800,7 °C (1473,3 °F; 1073,8 K)
Titik Didih (C)	: 1465 °C (2669 °F; 1738 K)

Densitas	: 2.17 g/cm <sup>3</sup>
Kemurnian	: 97%
Kelarutan dlm air	: 360 g/L

### 2.3.2. Kalsium Karbonat

#### a. Sifat fisika

Rumus Molekul	: CaCO <sub>3</sub>
Fase	: Padat
Warna	: Tidak berbau
Berat Molekul	: 100.0869 g/mol
Titik Lebur (C)	: 825 °C
Titik Didih (C)	: mengurai
Densitas	: 2.83 g/cm <sup>3</sup>

### 2.4. Pengendalian Kualitas

Pengendalian Kualitas merupakan cara untuk memonitorkan hasil output, membandingkan dengan standart, mengetahui perbedaan dan mengambil Tindakan untuk menyesuaikan Kembali proses proses hingga sesuai dengan standar (*Buffa 1999 : 109*)

Pengendalian kualitas di pabrik *Sodium Hydroxide* meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses , pengendalian kualitas produk.

#### **2.4.1. Pengendalian Kualitas Bahan Baku**

Pengendalian kualitas bahan baku ini bertujuan untuk mengetahui kualitas bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan *sodium hydroxide* dengan kemurnian 97%. Pengendalian kualitas bahan baku ini sendiri dilihat dari spesifikasi yang telah ditentukan dan standar untuk dimasukkan kedalam proses selanjutnya. Cara ini dilakukan untuk memperoleh reaksi yang sesuai serta menghasilkan mutu produk standar yang telah dirancaang.

#### **2.4.2. Pengendalian Kualitas Proses**

Beberapa alat control yang akan dijalankan, Alat kontrol yang akan di set pada kondisi tertentu antara lain :

1. *Level controller (LC)*

Merupakan instrumentasi yang berfungsi untuk mengamati ketinggian cairan dalam suatu alat. ketika mengalami perubahan, LC akan otomatis memberikan isyarat berupa suara dan nyala lampu jika ketinggian cairan didalam alat/tangi tidak sesuai dengan kondisi yang sudah ditetapkan.

2. *Temperature controller (TC)*

Merupakan instrumentasi yang berfungsi untuk mengamati temperature suatu alat. Ketika mengalami perubahan temperature, TC akan otomatis memberikan isyarat berupa suara dan nyala lampu.

### 3. *Flow Rate Controller (FC)*

Merupakan instrumentasi yang berfungsi untuk mengamati laju alir cairan atau larutan yang melalui suatu alat, jika terjadi perubahan akan melakukan pengendalian

### 4. *Pressure Controller (PC)*

Merupakan instrumentasi yang berfungsi untuk mengamati tekanan operasi suatu alat. Jika mengalami perubahan tekanan, PC akan otomatis memberikan isyarat berupa suara dan nyala lampu.

### 5. *Weight Controller (WC)*

Merupakan instrumentasi yang berfungsi untuk mengatur massa padatan pada suatu alat.

#### **2.4.3. Pengendalian Kualitas Produk**

Pada pengendalian kualitas produk disini bertujuan untuk menghasilkan produk *sodium hydroxide* sesuai dengan rancangan. Untuk mengetahui bahwa produk yang dihasilkan sesuai standar diperlukannya laboratorium untuk menganalisa kemurnian yang dihasilkan yaitu sebesar 99% *sodium hydroxide*. Adapun Pengendalian kualitas ini mengawasi produk *sodium hydroxide* yang akan dipindahkan dari *storage tank* ke *container*.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

Perancangan pabrik *sodium hydroxide* diperlukan adanya perancangan proses, hal ini bertujuan untuk mencapai kualitas produk yang diinginkan dan dapat memilih proses yang tepat agar produksi lebih efisien dan efektif.

#### 3.1. Uraian Proses

Pembuatan NaOH menggunakan bahan baku kapur tohor (CaO) dan limbah *brine*. Proses pembuatan NaOH dari CaO dan limbah *brine* ini diperoleh dari studi Pustaka dan mempertimbangkan beberapa unit proses. Unit proses sendiri dibagi menjadi beberapa macam yaitu: unit persiapan bahan baku, unit proses pembentukan Produk, dan unit *finishing*. Cara ini digunakan agar dapat menerangkan secara singkat dan jelas dalam menjelaskan proses pembuatan *sodium hydroxide*.

##### 3.1.1. Persiapan Bahan Baku

Pembuatan *sodium hydroxide* yang ber-bahan utama limbah *brine* dan kapur tohor. Limbah *brine* sendiri terdapat di PT. IHI Cooperation dan Kapur Tohor terdapat di PT. Sukses Agra Kampar. Bahan baku limbah *brine* ini mengandung natrium karbonat dan natrium bikarbonat. Limbah *brine* dalam bentuk cair akan disimpan didalam Bak dengan tekanan 1 atm dan suhu 30°C. sedangkan kapur tohor dalam bentuk padatan akan disimpan di Hopper (H-01) pada tekanan 1 atm dan suhu 30°C. sebelum bahan baku limbah *brine* dan kapur tohor direaksikan pada reaktor (R-01), kapur tohor dan air akan diumpankan ke dalam mixer untuk membentuk Ca(OH)<sub>2</sub>. Hasil keluaran mixer akan diumpankan ke reaktor (R-01)

namun sebelum diumpankan ke reaktor,  $\text{Ca(OH)}_2$  harus dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *heat exchanger* (HE-01). Suhu yang di inginkan sebelum masuk kedalam reaktor yaitu  $90^\circ\text{C}$ . limbah *brine* akan diumpakan juga kedalam reaktor dan sebelum masuk kedalam reaktor limbah *brine* mendapat perlakuan yang sama yaitu akan dipanaskan menggunakan *heat exchanger* (HE-02) sampai suhu mencapai  $90^\circ\text{C}$ .

### 3.1.2. Unit Proses Pembentukan Produk

Setelah pembentukan  $\text{Ca(OH)}_2$  di pada unit persiapan bahan baku, selanjutnya  $\text{Ca(OH)}_2$  akan diumpankan ke reaktor. Di dalam reaktor (R-01) dan (R-02) akan terjadi reaksi antara limbah *brine* dan kalsium hidroksida. Reaktor yang digunakan pada rancangan ini yaitu Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB). Reaksi pada reaktor RATB ini yaitu reaksi hidrasi dan akan menimbulkan reaksi endotermis. Reaksi hidrasi yaitu reaksi kimia yang dikombinasikan dengan air. Reaktor mempunyai kondisi operasi pada suhu  $90^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm. Hasil keluaran reaktor akan didinginkan di *cooler* (CL-01). Proses pendinginan ini akan merubah suhu dari  $90^\circ\text{C}$  menjadi  $40^\circ\text{C}$  dengan tekanan 1 atm. Selanjutnya produk akan diumpankan settler (SL-01), settler bertujuan untuk mengendapkan padatan yang terbentuk dari reaktor. Endapan yang dihasilkan dari settler yaitu berupa kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang akan mengendap dibawah settler dan akan diteruskan ke UPL (unit pengolahan limbah) sedangkan hasil atas dari settler berupa larutan campuran natrium karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), natrium bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ), natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ), natrium hidroksida ( $\text{NaOH}$ ), dan air. Hasil atas settler akan diumpankan ke evaporator. Evaporator (EV-01) bertujuan untuk memekatkan



produk hasil atas settler. Jenis evaporator yang digunakan yaitu long tube vertical evaporator. Dipilih jenis evaporator long tube vertical dikarenakan mempunyai transfer panas yang lebih besar serta waktu pembersihan lebih pendek.

### **3.1.3. Unit finishing**

Evaporator long tube vertical akan menghasilkan produk Natrium klorida (NaCl), natrium klorida ini merupakan produk samping yang dapat dimanfaatkan. Hasil ini akan diumpankan ke crystallizer (CR-01), crystallizer ini bertujuan untuk mengristalkan natrium klorida (NaCl). Keluaran crystallizer akan diumpankan ke centrifuge (CF-01), centrifuge disini bertujuan untuk memisahkan padatan natrium klorida dan larutan natrium hidroksida. NaCl keluaran dari hasil bawah centrifuge yang akan diteruskan untuk proses pengeringan lebih lanjut menggunakan dryer (D-01). Produk keluaran dryer berupa NaCl padatan yang akan disimpan di Hopper (H-02) dengan kondisi temperature 30°C dan kondisi tekanan 1 atm.

Hasil atas dari Centrifuge (CF-01) akan menghasilkan produk utama *sodium hydroxide* (NaOH). Hasil atas ini akan diumpankan ke crystallizer (CR-02) yang bertujuan untuk mengkristal NaOH. Produk keluaran crystallizer akan diumpankan ke centrifuge (CF-02) untuk memisahkan padatan *sodium hydroxide* dan air. Setelah itu hasil centrifuge akan masuk ke dryer (D-02) untuk pengeringan lebih lanjut dari padatan *sodium hydroxide*. Produk akhir dari dryer akan disimpan kedalam tangki penyimpanan Hopper (H-03) dengan kondisi temperature 30°C dan kondisi tekanan 1 atm

### 3.2. Spesifikasi Alat

#### 1. Mixer (M-01)

Tugas	: Melarutkan CaO dengan H <sub>2</sub> O untuk menghasilkan Ca(OH) <sub>2</sub>
Jenis	: tangki berpengaduk
Kondisi operasi	
Suhu	: 52°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 1,56 m
Tinggi	: 1,643 m
Volume total mixer	: 2,657 m <sup>3</sup>
Volume cairan dibadan mixer	: 2,11 m <sup>3</sup>
Tinggi cairan dibadan mixer	: 1,457 m
Dipilih tebal shell	: 3/16 in
Dipilih tebal head	: 3/16 in
Diameter pengaduk	: 0,454 m
Tinggi cairan dalam pengadukan	: 1,589 m
Lebar baffle	: 0,077 m
Tenaga motor	: 1 HP
Jenis bahan	: stainless steel 304
Harga	: US\$ 37.800

## 2. Reaktor (R-01 dan R-02)

Tugas	: Mereaksikan limbah brine dengan $\text{Ca(OH)}_2$ untuk menghasilkan NaOH
Jenis	: Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)
Jumlah Reaktor	: 2
Kondisi operasi	
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: $90^\circ\text{C}$
Diameter	: 1,04 m
Tinggi	: 1,685 m
Vol. cairan dalam head	: $0,002 \text{ m}^3$
Vol. cairan di badan Reaktor	: $1,42 \text{ m}^3$
Tinggi cairan di badan Reaktor	: 1,26 m
Tebal shell	: 3/16 in
Tebal head	: 3/16 in
Diameter pengaduk	: 0,347 m
Tinggi pengaduk	: 0,069 m
Lebar pengaduk	: 0,087 m
Tenaga motor	: 100 HP
Jenis bahan	: Stainless steel SA 167 grade C
Harga	: US\$ 309.700

### 3. Settler (SL-01)

Tugas	: Mengendapkan CaCO <sub>3</sub>
Jenis	: Baffle settling tank
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 40°C
Luas penampang	: 985,16 m <sup>2</sup>
Panjang bak	: 5 m
Lebar	: 1,5 m
Jarak antar plat	: 0,05 m
Tinggi plat	: 1 m
Tebal plat	: 20
Kemiringan plat	: 60°
Jenis bahan	: Stainless steel
Harga	: US\$ 179.000

### 4. Evaporator (EV-01)

Tugas	: Memekatkan larutan
Jenis	: long tube vertical
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 103°C
Beban panas	: 690.455,89 Kj/j
Luas transfer panas	: 263,08 ft <sup>2</sup>

Spesifikasi

Jumlah tube	: 68
Diameter	: 2,770 ft
Tinggi	: 40 ft
Jenis Bahan	: Stainless steel
Harga	: US\$ 141.300

5. Crystallizer (CR-01)

Tugas	: Mengkristalkan NaCL
Jenis	: Continuous Stirred Tank Crystallizer (CSTC)
Kondisi operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 80 °C
Beban Panas	: 212.694,08 kj/jam
Diameter	: 7.02 m
Tinggi	: 9.60 m
Tebal Shell	: 1/2 in
Tebal Head	: 1/2 in
Volume	: 27,40 m <sup>3</sup>
Jenis Bahan	: Stainless steel
Harga	: US\$ 205.400

## 6. Crystallizer (CR-02)

Tugas : Mengkristalkan NaOH  
Jenis : Continous Stired Tank Crystallizer  
(CSTC)

Kondisi operasi

Tekanan : 1 atm  
Temperature : 80 °C  
Beban Panas : 94.196,38 kj/jam  
Diameter : 0.86 m  
Tinggi : 2.41 m  
Tebal Shell : 3/16 in  
Tebal Head : 3/16 in  
Volume : 0.50 m<sup>3</sup>  
Jenis Bahan : Stainless steel  
Harga : US\$ 58.500

## 7. Centrifuge (CF-01)

Tugas : Memisahkan antara padatan NaCl  
dengan larutan yang keluar dari CR-  
01

Jenis : knife – discharge bowl centrifuge

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Temperature	: 80 °C
Diameter bowl	: 63,5 cm
Panjang	: 7,39 m
Luas	: 0,089 m <sup>2</sup>
Kecepatan terminal partikel	: 0.016 m/s
Daya Motor	: 100 Hp
Jenis Bahan	: Stainless steel
Harga	: US\$ 131.200

#### 8. Centrifuge (CF-02)

Tugas	: Memisahkan antara padatan NaOH dengan larutan yang keluar dari CR-02
Jenis	: knife – discharge bowl centrifuge
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Temperature	: 80 °C
Diameter bowl	: 50,8 cm
Panjang	: 4,256 m
Luas	: 1,568 m <sup>2</sup>
Kecepatan terminal partikel	: 0,00021 m/s
Daya Motor	: 50 Hp
Jenis Bahan	: Stainless steel
Harga	: US\$ 101.000

### 9. Dryer (D-01)

Tugas : Meringkan NaCl yang keluar  
dari CF-01

Jenis : Rotary Dryer

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 110°C

Luas Transfer panas : 546,15 ft<sup>2</sup>

Diameter : 2,784 m

Panjang : 7,89 m

Putaran : 8,43 rpm

Daya Motor : 150 HP

Jenis Bahan : stainless steel

Harga : US\$ 501.700

### 10. Dryer (D-02)

Tugas : Meringkan NaOH yang keluar  
dari CF-02

Jenis : Rotary Dryer

Kondisi Operasi

Tekanan : 1 atm

Suhu : 110°C

Luas Transfer panas : 177,28 ft<sup>2</sup>



Diameter	: 4,58 m
Panjang	: 3,16 m
Putaran	: 1,90 rpm
Daya Motor	: 150 HP
Jenis Bahan	: stainless steel
Harga	: US\$ 239.400

#### 11. Hopper (H-01)

Tugas	: Menyimpan Bahan Baku Kapur Tohor (CaO)
Jenis	: Tangki Silinder Vertical dengan Conical Bottom Head
Jumlah	: 1
Volume	: 18,081 m <sup>3</sup>
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30°C
Diameter	: 2,703 m
Tinggi Tangki + Head	: 4,054 m
Tebal Dinding	: 0,011 m
Jenis Bahan	: Carbon steel SA 283 Grade C
Harga	: US\$ 12.100

## 12. Hopper (H-02)

Tugas	:Menyimpan Produk samping Natrium Klorida (NaCl)
Jenis	: Tangki Silinder Vertical dengan Conical Bottom Head
Jumlah	: 1
Volume	: 524,710 m <sup>3</sup>
Tekanan	: 1 atm
Suhu	: 30°C
Diameter	: 8,306 m
Tinggi Tangki + Head	: 12,458 m
Tebal Dinding	: 0,011 m
Jenis Bahan	: Carbon steel SA 283 Grade C
Harga	: US\$ 104.4000

## 13. Hopper (H-03)

Tugas	: Menyimpan Produk utama <i>Sodium Hydroxide</i> (NaOH)
Jenis	: Tangki Silinder Vertical dengan Conical Bottom Head
Jumlah	: 1
Volume	: 265,710 m <sup>3</sup>
Tekanan	: 1 atm

Suhu	: 30°C
Diameter	: 6,620 m
Tinggi Tangki + Head	: 9,931 m
Tebal Dinding	: 0,011 m
Jenis Bahan	: stainless steel
Harga	: US\$190.600

#### 14. Heat Exchanger (HE-01)

Tugas	: Memanaskan umpan $\text{Ca(OH)}_2$ untuk masuk ke reaktor dari suhu 52°C menjadi suhu 90°C dengan pemanas steam jenuh pada suhu 130°C
Jenis	: Double Pipe
Jumlah Outer pipe	: 3
Jumlah Inner pipe	: 2
Beban Panas	: 147.327,11 KJ/jam
Kondisi Operasi	
Tekanan	: 1 atm
Luas Transfer Panas	: 65,75 ft <sup>2</sup>
Flow area Hot Fluid	: 3.35 in <sup>2</sup>
OD	: 3.5 in

Cold Fluid, Annulus

OD pipe : 0.2917 ft

ID annulus : 0.3491 ft

Harga : : US\$ 1.500

### 15. Heat Exchanger (HE-02)

Tugas : Memanaskan limbah brine 30°C masuk ke dalam reaktor 90°C dengan pemanas steam jenuh pada

suhu 130°C

Jenis : Shell and Tube

Jumlah Tube : 137

Beban Panas : 12.202.532,61 Kj/jam

Tekanan : 1 atm

Luas Transfer Panas : 321,18 ft<sup>2</sup>

Shell Side

Fluida Panas : Steam

ID : 12

Passes : 1

Baffle Space : 6 in

Tube Side

Fluida Dingin : Limbah brine

Panjang : 12 in

OD : 0,75 in

BWG	: 16
ID	: 0,62 in
Passes	: 1
Pitch	: 1,3125
Harga	: US\$ 42.200

#### 16. Heat Exchanger (CL-01)

Tugas	: Mendinginkan keluaran reaktor dari suhu 90 C menjadi 40 C
Jenis	: Shell and Tube
Jumlah Tube	: 108
Beban Panas	: 597.681,53 Kj/jam
Tekanan	: 1 atm
Luas Transfer Panas	: 254,74 ft <sup>2</sup>
Shell Side	
Fluida Panas	: air
ID	: 12
Passes	: 1
Baffle Space	: 6 in
Tube Side	
Fluida Dingin	: Limbah brine
Panjang	: 12 in
OD	: 0,75 in

BWG	: 16
ID	: 0,62 in
Passes	: 1
Pitch	: 1,3125
Harga	: US\$ 33.500

#### 17. Screw conveyer (SC-01)

Tugas	: Mengangkut Serbuk Kapur Cao menuju Mixer
Jenis	: Screw Conveyor
Volume	: 0,212 ton/jam
Diameter pipa	: 9 in
Diameter Flights	: 2 ½ in
Panjang	: 4,572 m
Jenis Bahan	: steel
Speed	: 40 RPM
Daya Motor	: 0,5 HP
Harga	: US\$ 3.800

#### 18. Screw conveyer (SC-02)

Tugas	: Mengangkut produk bawah dari Settler menuju UPL
Jenis	: Screw Conveyor

Volume : 6,253 ton/jam

Diameter pipa : 10 in

Diameter Flights : 2 ½ in

Panjang : 4,572 m

Jenis Bahan : steel

Speed : 55 RPM

Daya Motor : 1 HP

Harga : US\$ 5.700

**19. Screw conveyor (SC-03)**

Tugas : Mengangkut NaCl dan Ca(OH)<sub>2</sub> padat dari Centrifuge 01 menuju Dryer 01

Jenis : Screw Conveyor

Volume : 13.669 ton/jam

Diameter pipa : 10 in

Diameter Flights : 2 ½ in

Panjang : 4,572 m

Jenis Bahan : steel

Speed : 55 RPM

Daya Motor : 1 HP

Harga : US\$ 5.700

## 20. Screw conveyor (SC-04)

Tugas	: Mengangkut NaCl dari Dryer 01 ke Hopper
Jenis	: Screw Conveyor
Volume	: 13.025 ton/jam
Diameter pipa	: 10 in
Diameter Flights	: 2 ½ in
Panjang	: 4,572 m
Jenis Bahan	: steel
Speed	: 55 RPM
Daya Motor	: 1 HP
Harga	: US\$ 5.700

## 21. Screw conveyor (SC-05)

Tugas	: Mengangkut NaOH dari Centrifuge II menuju Dryer
Jenis	: Screw Conveyor
Volume	: 2.650 ton/jam
Diameter pipa	: 9 in
Diameter Flights	: 2 ½ in
Panjang	: 4,572 m
Jenis Bahan	: steel
Speed	: 40 RPM



Daya Motor : 0,5 HP  
Harga : US\$ 3.800

## 22. Screw conveyor (SC-06)

Tugas : Mengangkut NaOH dari Dryer menuju Hopper II

Jenis : Screw Conveyor  
Volume : 2.252 ton/jam  
Diameter pipa : 9 in  
Diameter Flights : 2 ½ in  
Panjang : 4,572 m  
Jenis Bahan : steel  
Speed : 40 RPM  
Daya Motor : 0,5 HP  
Harga : US\$ 3.800



## 23. Pompa

**Tabel 3. 1 Spesifikasi Pompa**

	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05
Tugas	Mengalirkan H <sub>2</sub> O dari bak utilitas menuju M-01	Mengalirkan Ca(OH) <sub>2</sub> dari M-01 menuju R-01	Mengalirkan limbah brine menuju R-01	Mengalirkan hasil R-01 menuju S-01	Mengalirkan hasil S-01 menuju E-01
Type alat	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal
IPS	1	0.75	1	2	2
Sch.No	40	40	40	40	40
OD (In)	1,32	1,05	6,63	6,63	6,63
ID (In)	1,049	0,824	6,065	6,065	6,065
Kapasitas (GPM)	9,847	7,840	31,716	33,81	31,55
Friction head (lbm.ft/lbf.dt2)	0,353	7,572	0,885	9,32	8,69
Pressure head (ft.lbf/lbm)	0	0	0	0	0
Kecepatan putar (RPM)	1750	1750	1750	1750	1750
Motor standard (Hp)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Harga (Rp)	US\$ 14.800	US\$ 2.000	US\$ 12.700	US\$ 11.500	US\$ 11.500

	P-06	P-07	P-08	P-09
Tugas	Mengalirkan hasil bawah E-01 menuju CR-01	Mengalirkan CR-01 menuju CF-01	Mengalirkan CF-01 menuju CR-02	Mengalirkan CR-02 menuju CF-02
Type alat	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal	Centrifugal
IPS	0,75	0,50	0,25	1,25
Sch.No	40	40	40	40
OD (In)	6,63	2,38	2,38	1,66
ID (In)	6,065	2,067	2,067	1,380
Kapasitas (GPM)	71,139	48,928	22,152	12,725
Friction head (lbm.ft/lbf.dt2)	32,174	2,459	3,801	1,254
Pressure head (ft.lbf/lbm)	0	0	0	0
Kecepatan putar (RPM)	1750	1750	1750	1750
Motor standard (Hp)	0,5	4	0,5	4
Harga (Rp)	US\$ 2.400	US\$ 9.100	US\$ 8.300	US\$ 8.300

الجامعة الإسلامية  
الاستد بالاندونيسي

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1. Lokasi pabrik**

Lokasi pabrik adalah tempat kedudukan dimana pabrik berada. Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh yang besar terhadap system produksi yang ekonomis, lokasi pabrik harus dialokasikan sedemikian rupa sehingga mempunyai biaya produksi dan distribusi seminimal mungkin serta memiliki kemungkinan yang baik agar dapat dikembangkan.

Dalam pendirian pabrik juga berpengaruh dalam kelangsungan operasi pabrik, jenis-jenis pertimbangan yang utama dalam menentukan lokasi pabrik yaitu: letak pabrik dengan sumber bahan baku dan bahan pembantu, letak pabrik dengan pasar penunjang, tenaga kerja, transportasi, kondisi iklim, kondisi social dan lain-lain. Oleh karena itu pemilihan lokasi pabrik yang sesuai merupakan factor yang penting dalam perencanaan suatu pabrik. Berdasarkan pertimbangan diatas Pendirian pabrik *Sodium hydroxide* ini berlokasi di daerah Cikampek, Dauan Tengah, kec. Cikampek , kab. Kerawang Jawa Barat. Berikut adalah factor-faktor yang menjadi dasar dalam penentuan lokasi pabrik:

##### **4.1.1. Faktor-Faktor Utama Penentu Lokasi Pabrik**

Faktor utama penentu lokasi pabrik yaitu faktor-faktor yang pasti diperlukan oleh semua jenis industri. Dan faktor utama ini mempengaruhi secara

langsung tujuan utama pabrik yaitu baik sisi produksi dan distribusi produk. faktor-faktor utama antara lain :

### **1. Sumber Bahan Baku**

Sumber bahan baku merupakan salah satu hal yang penting untuk menekan biaya penyediaan bahan baku. Bahan baku yang digunakan untuk perancangan Pabrik *Sodium hydroxide* yaitu limbah *brine* dan kapur tohor. Bahan baku ini diperoleh dari PT. Sukses Agro Kampar , sehingga lokasi pabrik *sodium hydroxide* akan didirikan dekat dengan sumber bahan baku.

### **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 didalam negeri khususnya untuk industri-industri dalam negeri yang membutuhkan bahan baku NaOH. Untuk pemasaran dapat dilakukan menggunakan transportasi jalur laut maupun jalur darat.

### **3. Utilitas**

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.

### **3. 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. Tersedianya sarana baik darat dan laut diharapkan dapat memperlancar kegiatan proses produksi dan pemasaran internasional maupun pemasaran domestic.

### **4. 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 factor kedisiplinan serta pengalaman kerja juga menjadi prioritas dalam penerimaan tenaga kerja, sehingga dapat memperoleh tenaga kerja berkualitas serta paham tentang pabrik.

### **5. Keadaan Iklim dan Geografis**

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. Bencana alam seperti gempa bumi, tanah longsor maupun banjir besar jarang terjadi sehingga operasi pabrik dapat berjalan lancar.

#### 4.1.2. Faktor-Faktor Penunjang Penentu Lokasi Pabrik

Faktor penunjang penentu lokasi pabrik tidak sepenuhnya berpengaruh pada proses industri namun faktor penunjang lokasi pabrik akan sangat berpengaruh dalam kelancaran proses produksi. Faktor-Faktor penunjang penentu lokasi pabrik meliputi :

##### 1. Perluasan Area Pabrik

Perluasan pabrik atau sering disebut penambahan lahan dan bangunan di masa yang akan datang merupakan pertimbangan yang harus dipertimbangkan saat awal pendirian pabrik. Sehingga pabrik sudah mempunyai daerah khusus jika suatu saat adanya perluasan pabrik. bila suatu saat dimungkinkan pabrik menambah peralatan yang bertujuan memperbesar kapasitas pabrik maka pabrik akan menggunakan lahan yang sudah dipersiapkan.

##### 2. Perijinan

Lokasi pabrik dipilih disekitar kawasan industri, hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam perijinan pendirian pabrik. Tata letak pabrik juga hal yang penting dalam proses pendirian pabrik, adapu hal hal yang harus diperhatikan yaitu :

- a) Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan atau pemindahan maupun perbaikan peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- b) Keamanan kerja terpenuhi

- c) Pengefektifan atau pemanfaatan area tanah atau lahan
- d) Transportasi yang efisien

### 3. Prasarana dan Fasilitas Sosial

Adanya Prasarana seperti jalan dan transportasi lainnya dibutuhkan karena untuk memperlancar aktivitas industri, demikian juga fasilitas sosial seperti sarana ibadah, Kesehatan, pendidikan, hiburan, Bank dan perumahan sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup.

#### 4.2. Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*)

Tata letak pabrik merupakan lokasi dari bagian-bagian pabrik yang antara lain tempat bekerja karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan produk, tempat penyimpanan bahan baku, utilitas dan tempat parkir. Tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

1. Daerah administrasi/perkantoran, laboratorium dan fasilitas pendukung
  - a) Daerah Administrasi

merupakan pusat kegiatan administrasi dan keuangan pabrik yang bertugas mengatur kelancaran pabrik.

- b) Laboratorium

merupakan pusat pengendalian kuantitas dan pengendalian kualitas bahan yang akan diproses dan juga produk yang akan dipasarkan.



c) Fasilitas pendukung

Fasilitas pendukung disini dimaksudkan fasilitas untuk karyawan seperti kantin, aula, masjid, poliklinik

2. Daerah Proses dan Ruang Kontrol

Daerah proses dan ruang kontrol disini yaitu tempat alat-alat proses yang ditempatkan dan proses yang berlangsung. Ruang control difungsikan sebagai pusat pengontrolan/pengendalian berlangsungnya proses.

3. Daerah pergudangan, umum, bengkel, dan garasi

Daerah pergudangan umum, bengkel, dan garasi digunakan untuk menyimpan alat dan tempat untuk pemeliharaan alat

4. Daerah Utilitas dan Pemadam kebakaran

Daerah utilitas dan pemadam kebakaran ini salah satu daerah yang penting. Dikarenakan daerah ini digunakan untuk kegiatan penyediaan air, air pendingin, steam, dan tenaga listrik untuk menunjang jalannya proses produksi dan sebagai sarana unit pemadam kebakaran.

**Tabel 4. 1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik**

No	Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Kantor Pusat	900
2	Kantor Teknik dan Proses	700
3	Gedung Pertemuan	300
4	Poliklinik	100
5	Pos Keamanan ( 3 pos )	60
6	Bengkel	225
7	Tempat Ibadah	225
8	Parkir Utama dan taman	1000
9	Parkir Belakang	540
10	Pemadam Kebakaran	1000
11	Kantin	150
12	Area Proses	1600
13	Area Utilitas	1200
14	Gudang peralatan	150
15	Area Tangki 1	880
16	Area Tangki 2	880
17	Laboratorium	400
18	Control room	400

#### **4.3. Tata Letak Mesin**

ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata letak mesin atau tata letak peralatan proses pada pabrik :

##### **1. Aliran Bahan Baku dan Produk**

Alur aliran bahan baku dan produk yang sesuai akan menghasilkan keuntungan ekonomis yang besar, dan berguna untuk menunjang keamanan dan kelancaran produksi.

## **2. Aliran Udara**

Aliran Udara yang berada disekitar area proses baik di dalam dan di luar, harus diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

## **3. Pencahayaan**

Pencahayaan pada lokasi pabrik harus memadai dan dikhususkan pada tempat-tempat yang berbahaya dan beresiko tinggi diperlukannya pencahayaan/penerangan tambahan.

## **4. Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan**

Dalam perancangan lay out peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

## **5. Pertimbangan Ekonomi**

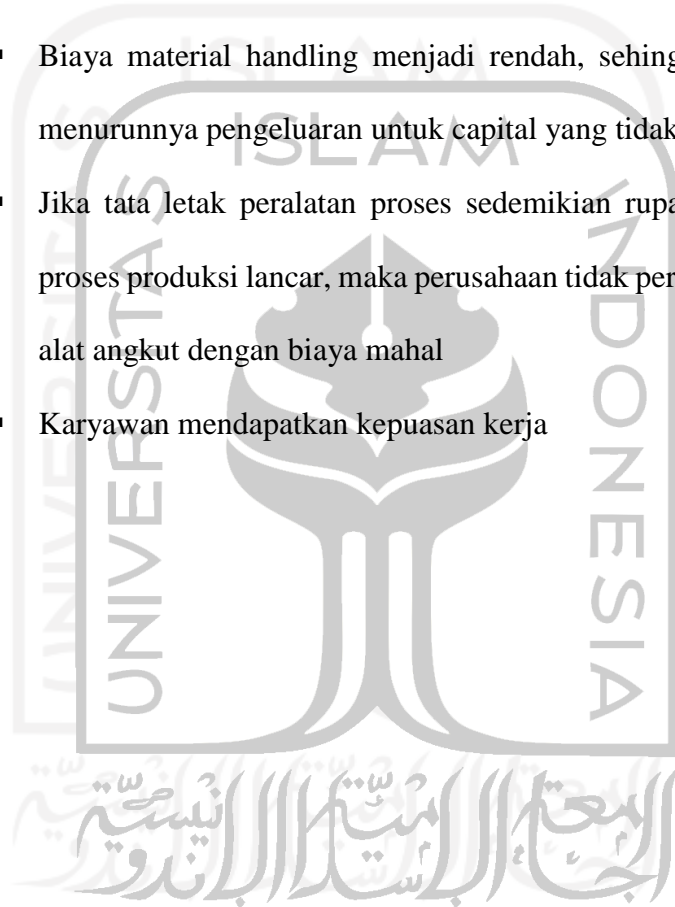
Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar menjamin kelancaran, keamanan, serta dapat menekan biaya operasi. Hal ini bertujuan untuk menguntungkan pabrik dari segi ekonomi.

## **6. Jarak antar Alat Proses**

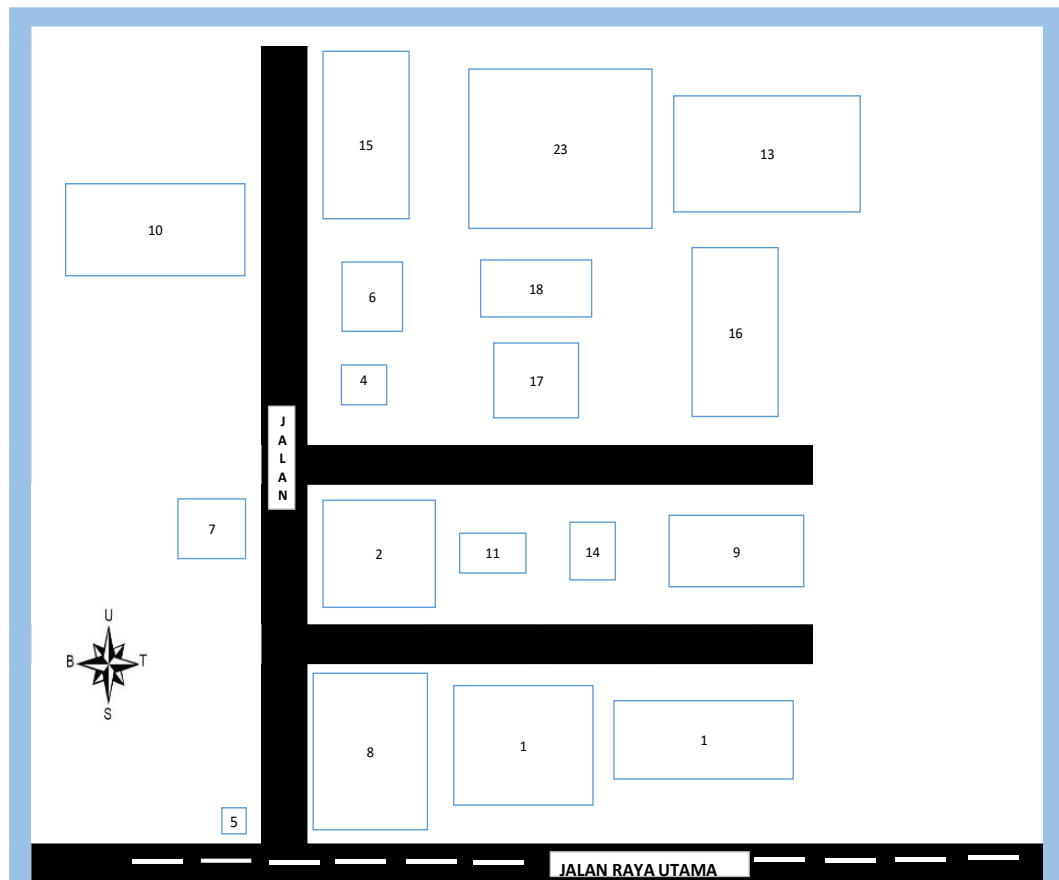
Pada alat proses yang memiliki tekanan dan temperature operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi

ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, maka tidak akan membahayakan alat-alat proses lainnya. Tata letak proses harus dirancang sedemikian rupa sehingga:

- Kelancaran proses produksi dapat terjamin
- Dapat mengoptimalkan penggunaan luas lantai
- Biaya material handling menjadi rendah, sehingga menyebabkan menurunnya pengeluaran untuk capital yang tidak penting
- Jika tata letak peralatan proses sedemikian rupa sehingga urutan proses produksi lancar, maka perusahaan tidak perlu untuk memakai alat angkut dengan biaya mahal
- Karyawan mendapatkan kepuasan kerja



## LAY OUT PABRIK SODIUM HYDROXIDE

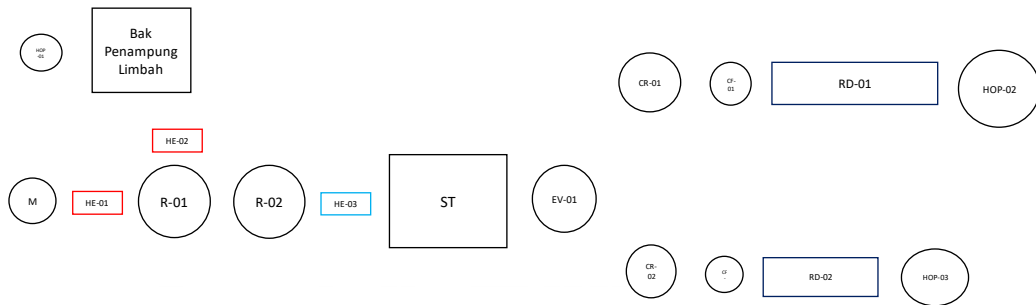


Gambar 4. 1 Layout Pabrik *Sodium Hydroxide* skala 1:1000

### Keterangan Gambar :

- |                             |                       |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. Kantor Pusat             | 10. Pemadam Kebakaran |
| 2. Kantor Teknik dan Proses | 11. Kantin            |
| 3. Gedung Pertemuan         | 12. Area Proses       |
| 4. Poliklinik               | 13. Area Utilitas     |
| 5. Pos Keamanan             | 14. Gedung Peralatan  |
| 6. Bengkel                  | 15. Area Tangki 1     |
| 7. Tempat Ibadah            | 16. Area Tangki 2     |
| 8. Parkir Utama dan Taman   | 17. Laboratorium      |
| 9. Paarkir Karyawan         | 18. Control room      |

### *Lay out Proses Sodium Hydroxide*



**Gambar 4. 2 Lay Out Proses Pabrik *Sodium Hydroxide* skala 1:1000**

#### Keterangan Gambar :

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1. Mixer (M)            | 10. Rotary Dryer (RD-02) |
| 2. Reaktor (R)          | 11. Hopper 01 (Hop-01)   |
| 3. Settler (ST)         | 12. Hopper 02 (Hop-02)   |
| 4. Evaporator (EV)      | 13. Hopper 03 (Hop-03)   |
| 5. Crystallizer (CR-01) | 14. Heater 01 (HE-01)    |
| 6. Crystallizer (CR-02) | 15. Heater 02 (HE-02)    |
| 7. Centrifuge (CF-01)   | 16. Cooler (CL-01)       |
| 8. Centrifuge (CF-02)   | 17. Bak Penampung Brine  |
| 9. Rotary Dryer (RD-01) |                          |

#### 4.4. Alir Proses Material

##### 4.4.1. Neraca Massa

##### 4.4.1.1. Neraca Massa Total

**Tabel 4. 2 Neraca Massa Total**

komponen	No. Arus (kg/jam)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NaCl	0	0	17312.02	17312.02	346.24	16965.78	16965.78	0	16965.78	0	16,931.85	33.93	16931.85	-	33.93	0	33.93	-	0	0.00
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	0	3858.11	115.74	2.31	113.43	113.43	0	113.43	0	0	113.43	0.00	0	113.43	0	113.43	0	0	0.00
NaHCO <sub>3</sub>	0	0	1854.86	55.65	1.11	54.53	54.53	0	54.53	0	0	54.53	0.00	0	54.53	0	54.53	0	0	0.00
Ca(OH) <sub>2</sub>	0	4262.51	0.00	65.03	5684.64	64.38	64.38	0	64.38	0	63.09	1.29	63.09	-	1.29	0	1.29	0	0	0.00
CaCO <sub>3</sub>	0	0	12.37	5684.64	73.62	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0.00
NaOH	0	0	0.00	3681.12	2020.11	3607.50	3607.50	0	3607.50	2,969.56	-	3,607.50	0.00	0	3,607.50	0	1082.25	2,525.25	2,525.25	0.00
H <sub>2</sub> O	3,836.26	0	100619.93	101005.44	0.65	98985.33	4949.27	94036.07	4949.27	0	1,845.09	6,073.74	73.80	1,771.28	6,073.74	3,036.87	7835.12	1,275.49	51.02	1224.47
CaO	426	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0	0.00	0	0	0.00
TOTAL	4262.51	4262.51	123657.28	127919.64	8128.69	119790.95	25754.89	94036.07	25754.89	2969.56	18840.03	9884.42	17068.74	1771.28	9884.42	3036.87	9120.55	3800.74	2576.27	1224.47

#### 4.4.1.2 Neraca Massa per alat

##### 4.4.1.2.1 Mixer (M-01)

**Tabel 4. 3 Neraca Massa Mixer**

komponen	arus 1		arus 2	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
CaO	426.25	7.61	426.25	
H <sub>2</sub> O	3,836.26	213.13	3,836.26	
Ca(OH) <sub>2</sub>			4,262.51	57.60
TOTAL	4,262.51		4,262.51	

##### 4.4.1.2.2 Reaktor alir Tangki berpengaduk (R-01)

**Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor**

komponen	arus 3		arus 2		arus 4	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	17,312.02	295.93			17,312.02	295.93
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3,858.11	36.40			115.74	1.09
NaHCO <sub>3</sub>	1,854.86	22.08			55.65	0.66
Ca(OH) <sub>2</sub>			4,262.51	57.60	65.03	0.88
CaCO <sub>3</sub>	12.47	0.12			5,684.64	56.72
NaOH					3,681.12	92.03
H <sub>2</sub> O	100,619.33	5,590			101,005.44	21.42
Total	123,657.28		4,262.51		127,919.79	
	127,919.79				127,919.79	



4.4.1.2.3. Settler (S-01)

**Tabel 4. 5 Neraca Massa Settler**

komponen	arus 4		arus 6		arus 5	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	17,312.02		16,965.78		346.24	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	115.74		113.43		2.31	
NaHCO <sub>3</sub>	55.65		54.53		1.11	
CaCO <sub>3</sub>	5,684.64				5,684.64	
NaOH	3,681.12		3,607.50		73.62	
H <sub>2</sub> O	100,005.44		98,985.33		2,020.11	
Ca(OH) <sub>2</sub>	65.03		64.38		0.65	
Total	127,919.64		119,790.95		8,128.69	
	127,919.64		127,919.64			

4.4.1.2.4. Evaporator (E-01)

**Tabel 4. 6 Neraca Massa Evaporator**

komponen	arus 6		arus 8		arus 7	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	16,965.78				16,965.78	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	113.43				113.43	
NaHCO <sub>3</sub>	54.53				54.53	
NaOH	3,607.50				3,607.50	
H <sub>2</sub> O	98,985.33		94,036.07		4,949.27	
Ca(OH) <sub>2</sub>	64.38				64.38	
Total	119,790.95		94,036.07		25,754.89	
	119,790.95					

4.4.1.2.5 Crystallizer (CR-01)

**Tabel 4. 7 Neraca Massa Crystallizer**

komponen	arus 7		arus 9	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	16,965.78		16,965.78	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	113.43		113.43	
NaHCO <sub>3</sub>	54.53		54.53	
NaOH	3,607.50		3,607.50	
H <sub>2</sub> O	4,949.27		4,949.27	
Ca(OH) <sub>2</sub>	64.38		64.38	
Total	25,754.89		25,754.89	

4.4.1.2.6. Centrifuge (CF-01)

**Tabel 4. 8 Neraca Massa Centrifuge**

komponen	arus 9		arus 10		arus 12		arus 11	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	16,965.78				33.93		16,931.85	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	113.43				113.43		-	
NaHCO <sub>3</sub>	54.53				54.53		-	
NaOH	3,067.50				3,607		-	
H <sub>2</sub> O	4,949.27		2,969.56		6,073.74		1,845.09	
Ca(OH) <sub>2</sub>	64.38				1.29		63.09	
Total	21,003.59		2,969.56		4,175.10		18,840.03	
	28,724.45				28,724.45			

4.4.1.2.7. Dryer (RD-01)

**Tabel 4. 9 Neraca Massa Dryer**

komponen	arus 11		arus 14		arus 13	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	16,931.85		-		16,931.85	
H <sub>2</sub> O	1,845.09		1,771.28		73.80	
Ca(OH) <sub>2</sub>	63.09				63.09	
Total	18,840.03		1,771.28		17,068.74	
			18,840.03			

4.4.1.2.8. Cristallizer (CR-02)

**Tabel 4. 10 Neraca Massa Cristallizer**

komponen	arus 12		arus 15	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	33.93		33.93	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	113.43		113.43	
NaHCO <sub>3</sub>	54.53		54.53	
NaOH	3,607.50		3,607.50	
H <sub>2</sub> O	6,073.74		6,073.74	
Ca(OH) <sub>2</sub>	1.29		1.29	
Total	9,884.42		9,884.42	

4.4.1.2.9. Centrifuge (CF-02)

**Tabel 4. 11 Neraca Massa Centrifuge**

komponen	arus 15		arus 16		arus 17		arus 18	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	33.93		-		33.93		-	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	113.43		-		113.43		-	
NaHCO <sub>3</sub>	54.53		-		54.53		-	
NaOH	3,607.50		-		1,082.25		2.525,25	
H <sub>2</sub> O	6,073.74		3,036.87		7,835.12		1,275.49	
Ca(OH) <sub>2</sub>	1.29				1.29			
Total	9,884.42		3,036.87		9,120.55		3,800.74	
	12,921.29				12,921.29			

4.4.1.2.10. Dryer (RD-02)

**Tabel 4. 12 Neraca Massa Dryer**

komponen	arus 18		arus 20		arus 19	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaOH	2,525.25				2,2525.25	
H <sub>2</sub> O	1,275.49		1,224.47		51.02	
Total	3,800.74		1,224.47		2,576.27	
	3,800.74				3,800.74	

#### 4.4.2. Neraca Panas

##### 4.4.2.1. Mixer

**Tabel 4. 13 Neraca Panas Mixer**

Komponen	Qin (kj/jam)	Qout (kj/jam)
	arus 1	arus 2
CaO	52,953.96	52,953.96
H <sub>2</sub> O	526,325.35	526,325.35
Total	579,279.31	579,279.31

##### 4.4.2.2. Reaktor

**Tabel 4. 14 Neraca Panas Reaktor**

Komponen	Qin (kj/jam)		Qout (kj/jam)
	arus 2	ARUS 3	ARUS 7
NaCl		207,551.87	207,551.87
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		264,971.88	7,949.16
NaHCO <sub>3</sub>		125,722.48	3,77.167
Ca(OH) <sub>2</sub>	327,608.64		4,998.04
CaCO <sub>3</sub>		6.71	3,076.05
NaOH			355,918.53
H <sub>2</sub> O		363,349.74	1,392.13
Qreaksi	199.693.61		
QSERAP			904,247.47
Total	1,488,904.92		1,488,904.92

#### 4.4.2.3. Evaporator

**Tabel 4. 15 Neraca Panas Evaporator**

Komponen	Qin (kj/jam)	Qout (kj/jam)	
	arus 6	arus 8	arus 7
NaCl	46,938.65		244,081.00
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1,797.73		9,348.21
NaHCO <sub>3</sub>	853.95		4,440.55
NaOH	80,492.34		418,560.19
H <sub>2</sub> O	82,487.78	407,489.62	21,446.82
Ca(OH) <sub>2</sub>	1,141.86		5,937.67
Q steam	897,591.74		
total	1,111,304.06	497,489.62	703,814.44
		1,111,304.06	

#### 4.4.2.4. Cristallizer (CR-01)

**Tabel 4. 16 Neraca Panas Cristallizer**

komponen	Q in kj/jam	Q out kj/jam
	arus 7	arus 9
NaCl	234,693.27	172,108.40
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8,988.66	6,951.69
NaHCO <sub>3</sub>	4,269.76	3,131.16
NaOH	402,461.72	295,138.59
H <sub>2</sub> O	20,621.94	604.91
Ca(OH) <sub>2</sub>	5,709.30	4,186.82
Q dingin		193,983.09
Total	676,744.66	676,744.66

#### 4.4.2.5. Centrifuge (CF-01)

**Tabel 4. 17 Neraca Panas Centrifuge**

Komponen	Qin (kJ/jam )		Qout (kJ/jam)	
	arus 9	arus 11	arus 12	arus 13
NaCl	198,394.04	-	197,997.26	396.79
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7,598.42	-	-	7,598.42
NaHCO <sub>3</sub>	3,609.37	-	-	3,609.37
NaOH	340,214.31	-	-	340,214.31
H <sub>2</sub> O	697.30	976.22	389.93	1,283.58
Ca(OH) <sub>2</sub>	4,826.26	-	4,729.74	96.53
Total	555,339.70	976.22	203,116.92	353,198.99
	556,315.91		556,335.91	

#### 4.4.2.6. Dryer (RD-01)

**Tabel 4. 18 Neraca Panas Dryer**

Komponen	Qin (kj/jam)	Qout (kj/jam)	
	arus 12	arus 15	arus 14
NaCl	265,453.73		35,519.89
H <sub>2</sub> O	522.77	137,85	2.88
Ca(OH) <sub>2</sub>	6,341.13		872.38
panas yang diambil		234,784.64	
total	272,317.64	272,317.64	

4.4.2.7. Crystallizer (CR-02)

**Tabel 4. 19 Neraca Panas Crystallizer**

komponen	Qin kj/jam		Qout kj/jam	
	arus 13		arus 16	
NaCl	469.39		688.43	
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8,988.66		13,183.37	
NaHCO <sub>3</sub>	4,269.76		6,262.32	
NaOH	402,461.72		383,680.17	
H <sub>2</sub> O	1,518.43		260.50	
Ca(OH) <sub>2</sub>	114.19		167.47	
Qp			13,579.88	
Total	417,822.15		417,822.15	

4.4.2.8. Centrifuge (CF-02)

**Tabel 4. 20 Neraca Panas Centrifuge**

Komponen	Qin (kJ/jam)		Qout (kJ/jam)	
	arus 17	aruss 18	arus 19	arus 20
NaCl	366.79	-	-	396.79
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7,598.42	-	-	7,598/42
NaHCO <sub>3</sub>	3,609.37	-	-	3,609.37
NaOH	340,214.31	-	238,150.01	102,064.29
H <sub>2</sub> O	231.05	281.07	62.62	384.68
Ca(OH) <sub>2</sub>	96.53	-	-	96.53
Total		281.07	238,212.64	114,150.07
	352,362.71		352,362.71	



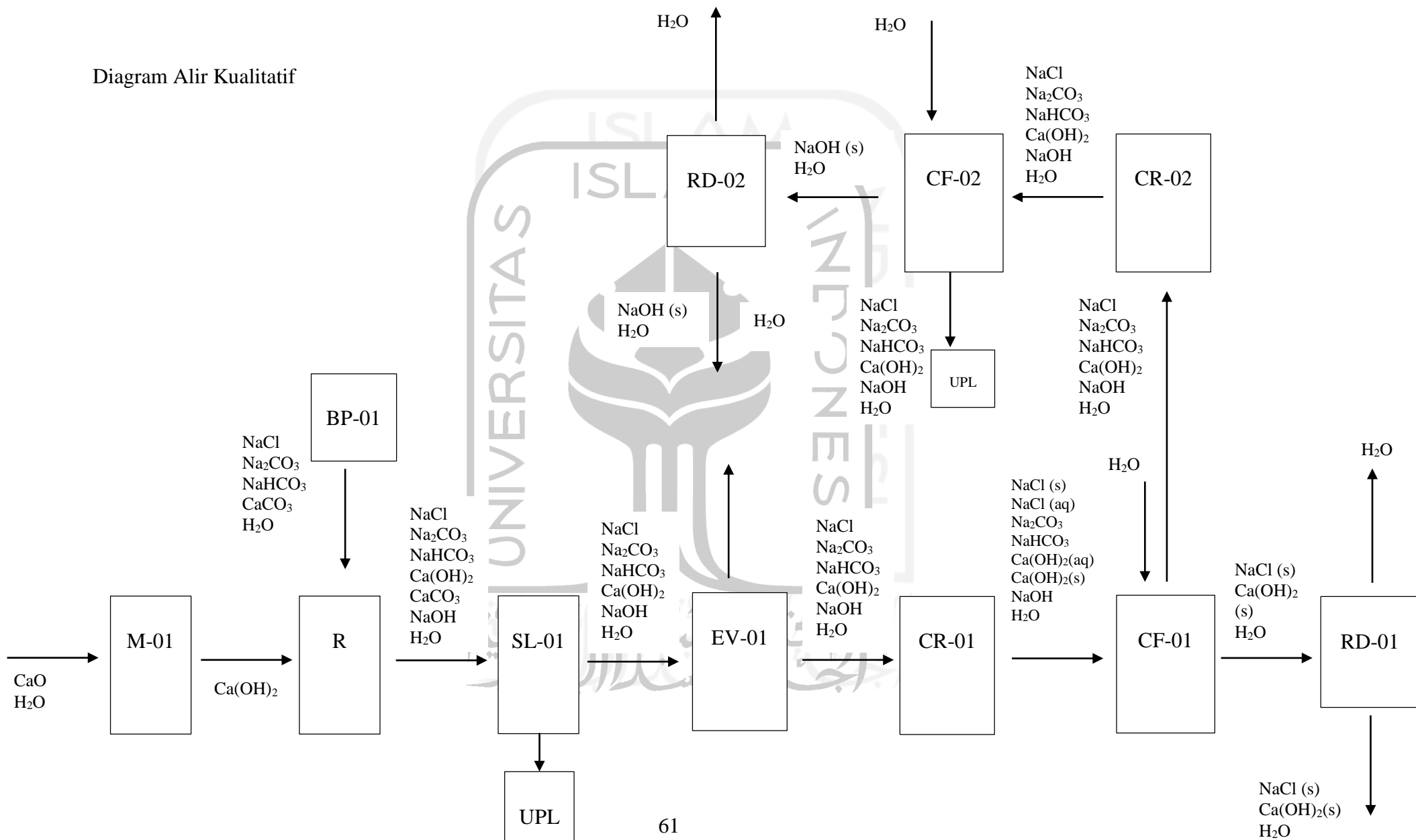
4.4.2.9. Dryer (RD-02)

**Tabel 4. 21 Neraca Panas Dryer**

Komponen	Qin (kj/jam)	Qout (kj/jam)	
	arus 19	arus 22	arus 21
NaOH	319,286.30		57,103.70
H <sub>2</sub> O	83.96	1.20	367.44
panas yang diambil		261,897.91	
Total	319,370.25	319,370.25	

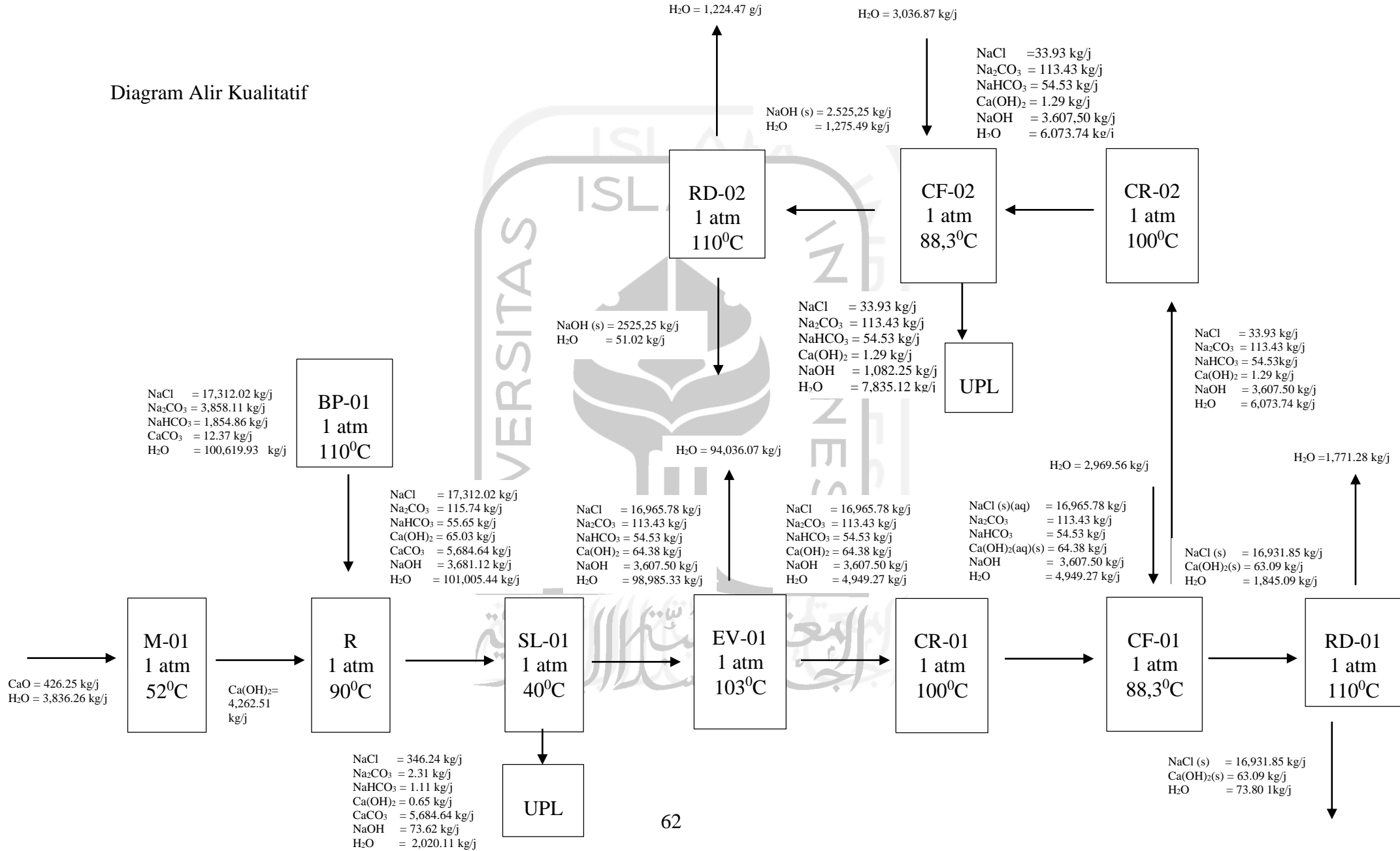


Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 3 Diagram Alir Kualitatif

Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 4 Diagram Alir Kuantitatif

#### 4.5. Perawatan

*Maintenance* merupakan suatu fungsi menjaga sarana dan fasilitas perlatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan. Cara ini bertujuan agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan tingginya produktifitas sehingga akan mencapai target spesifikasi produk yang diinginkan.

Perawatan *preventif* dilakukan setiap hari, hal ini bertujuan menjaga kebersihan lingkungan sekitar serta lingkungan alat dan menjaga dari adanya kerusakan alat. Perawatan *periodic* dilakukan sesuai jadwal yang sudah ditetapkan di buku petunjuk. Penjadwalan dibuat agar alat-alat mendapat perawatan dengan baik secara bergantian, sehingga meminimalisir kerusakan berat. Alat-alat berproduksi secara kontinyu namun akan berhenti jika sewaktu-waktu mengalami kerusakan. Perawatan alat-alat dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat diketahui dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta leveling alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan. Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a) Umur alat

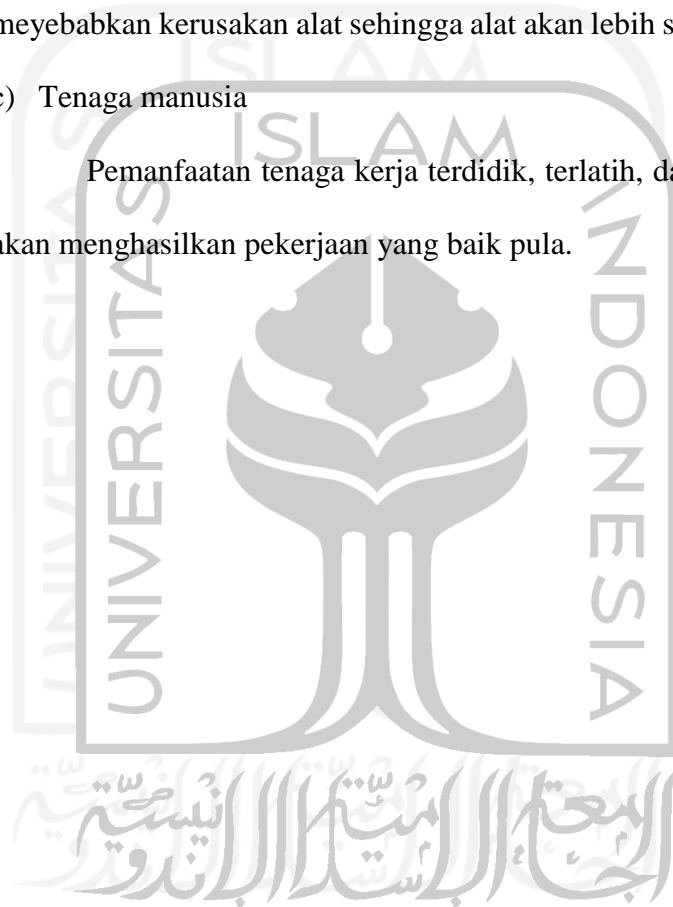
Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b) Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan meyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c) Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih, dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.



#### **4.6. Pelayanan Teknik (Utilitas)**

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik maka adanya sarana penunjang yang penting demi lancarnya proses produksi. Sara penunjang yaitu sarana lain yang diperlukan selain bahan baku produksi dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai. Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu adanya penyedia utilitas. Berikut unit-unit yang ada pada utilitas :

- 1) Unit penyediaan dan pengolahan air (*water treatment*)
- 2) Unit pembangkit steam (*steam generation system*)
- 3) Unit pembangkit listrik (*power plant system*)
- 4) Unit penyedia udara instrumen (*instrument air system*)
- 5) Unit penyediaan bahan bakar

##### **4.6.1. Unit penyediaan dan pengolahan air (*water treatment*)**

###### **4.6.1.1. Unit Penyediaan Air**

Untuk memenuhi kebutuhan air pada industri, umumnya menggunakan air sumur, air laut, air sungai, maupun air danau sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik *Sodium Hydroxide*, sumber air yang digunakan berasal dari Sungai yang dekat dengan lokasi pabrik. Penggunaan air sungai sebagai sumber air dilihat dari beberapa pertimbangan :

- Jumlah air sungai lebih banyak dibandingkan dengan air sumur
- lokasi sungai berada dekat dengan lokasi pabrik dibandingkan lokasi laut

- air sungai mempunyai kontinuitas relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari
- pengolahan air sungai relative mudah dibandingkan dengan proses pengolahan laut, dikarenakan proses pengolahan air laut lebih rumit dan biaya pengolahannya lebih besar.

***Jenis-jenis air yang diperlukan untuk kebutuhan pabrik yaitu :***

### **1) Air Pendingin**

Pada umumnya 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.

### **2) Air umpan boiler (*boiler feed water*)**

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut:

- a) Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub> masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- b) Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika.

- c) Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada boiler karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalitas tinggi.

### 3) Air Domestik (Air Sanitasi)

Air domestik adalah air yang akan digunakan untuk keperluan domestik. Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran, laboratorium, masjid. Air domestik harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- a) Syarat fisika, meliputi:

Suhu : Di bawah suhu udara

Warna : Jernih

Rasa : Tidak berasa

Bau : Tidak berbau

- b) Syarat kimia, meliputi:

Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air serta tidak mengandung bakteri terutama bakteri yang bersifat patogen



#### 4.6.1.2. Unit Pengolahan Air

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air adalah sebagai berikut :

1) Penghisapan

Pengambilan air dari sungai dilakukan dengan cara pemompaan yang kemudian dialirkan ke penyaringan (*screening*) dan langsung dimasukkan ke dalam *reservoir*.

2) Penyaringan (*screening*)

Pada *screening*, partikel-partikel padat yang besar akan tersaring tanpa bantuan bahan kimia. Sedangkan partikel-partikel yang lebih kecil akan terikut bersama air menuju unit pengolahan selanjutnya. Penyaringan dilakukan agar kotoran-kotoran bersifat kasar atau besar tidak terikut ke sistem pengolahan air, maka sisi isap pompa di pasang saringan (*screen*) yang dilengkapi dengan fasilitas pembilas apabila screen kotor.

3) Penampungan (*reservoir*)

Air dalam penampungan di *reservoir*, kotorannya seperti lumpur akan mengendap.

4) Koagulasi dan Flokulasi

Koagulasi merupakan proses penggumpalan akibat penambahan zat kimia atau bahan koagulan ke dalam air. Koagulan yang digunakan biasanya adalah tawas atau Aluminium Sulfat ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), yang merupakan garam yang berasal dari basa lemah dan asam kuat, sehingga dalam air yang mempunyai suasana basa akan mudah terhidrolisa. Untuk memperoleh sifat alkalis agar proses flokulasi dapat berjalan efektif, sering ditambahkan

kapur ke dalam air. Selain itu kapur juga berfungsi untuk mengurangi atau menghilangkan kesadahan karbonat dalam air untuk membuat suasana basa sehingga mempermudah penggumpalan.

5) Bak Pengendap I dan II

Flok dan endapan dari proses koagulasi diendapkan dalam bak pengendap I dan II.

6) Proses *Filtrasi*

Air yang keluar dari bak pengendap II yang masih mengandung padatan tersuspensi selanjutnya dilewatkan *filter* untuk difiltrasi.

7) Bak Penampung Air Bersih

Air dari proses *filtrasi* merupakan air bersih, ditampung di dalam bak penampung air bersih. Air bersih tersebut kemudian digunakan secara langsung untuk air pendingin dan air layanan (*service water*). Air bersih kemudian digunakan juga untuk air domestik yang terlebih dahulu di desinfektanisasi, dan umpan boiler terlebih dahulu di demineralisasi.

8) Demineralisasi

Air untuk umpan ketel (*boiler*) pada reaktor harus murni dan bebas dari garam-garam terlarut yang terdapat didalamnya, Untuk itu perlu dilakukan proses demineralisasi. Alat demineralisasi terdiri atas penukar kation (*cation exchanger*) dan penukar anion (*anion exchanger*). Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan *silica* lebih kecil dari 0,02 ppm. Unit ini berfungsi

untuk menghilangkan mineral-mineral yang terkandung dalam air seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan lain-lain dengan menggunakan resin. Air yang diperoleh adalah air bebas mineral yang akan diproses lebih lanjut menjadi air umpan *boiler*.

Proses *Cation Exchanger* dan *Anion Exchanger* berlangsung pada Resin *Mixed-Bed*. Resin *Mixed-Bed* adalah kolom resin campuran antara resin kation dan resin anion. Air yang mengandung kation dan anion bila dilewatkan ke Resin *Mixed-Bed* tersebut, kation akan terambil oleh resin kation dan anion akan terambil oleh resin anion. Saat resin kation dan anion telah jenuh oleh ion-ion, resin penukar kation dan anion akan diregenerasi kembali.

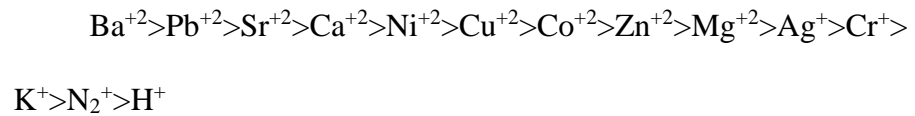
Adapun tahap - tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

**a. *Cation Exchanger***

*Cation Exchanger* ini berisi resin penukar kation dengan formula  $\text{RSO}_3\text{Na}$  dimana pengganti kation – kation yang dikandung dalam air diganti dengan ion  $\text{Na}^+$  sehingga air yang akan keluar dari *Cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $\text{Na}^+$ . Reaksi penukar kation:



Ion  $\text{Mg}^{+2}$  dapat menggantikan ion  $\text{H}^+$  yang ada dalam resin karena selektivitas  $\text{Mg}^{+2}$  lebih besar dari selektivitas  $\text{H}^+$ . Urutan selektivitas kation adalah sebagai berikut:



Saat resin kation jenuh, maka resin penukar kation akan diregenerasi kembali. Larutan untuk meregenerasi yang digunakan adalah NaCl. Reaksi Regenerasi :



#### b. *Anion Exchanger*

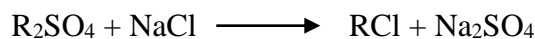
*Anion Exchanger* berfungsi untuk mengikat ion –ion negatif (anion) yang larut dalam air dengan resin yang bersifat basa, yang mempunyai formula RCl, sehingga anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut. Reaksi Penukar Anion:



Ion  $\text{SO}_4^{2-}$  dapat menggantikan ion  $\text{Cl}^-$  yang ada dalam resin karena selektivitas  $\text{SO}_4^{2-}$  lebih besar dari selektivitas  $\text{Cl}^-$ . Urutan selektivitas anion adalah sebagai berikut:



Saat resin anion telah jenuh, maka resin penukar anion akan diregenerasi kembali. Larutan untuk meregenerasi yang digunakan adalah NaOH. Reaksi Regenerasi:



#### 9) *Deaerator*

Air yang telah mengalami demineralisasi masih mengandung gas-gas terlarut terutama  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$ . Gas tersebut dihilangkan lebih dahulu, karena

dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa *Hydrazine* ( $N_2H_4$ ) yang berfungsi menghilangkan sisa-sisa gas yang terlarut terutama oksigen sehingga tidak terjadi korosi.

*Deaerator* berfungsi untuk memanaskan air yang keluar dari alat penukar ion (*ion exchanger*) dan kondensat bekas sebelum dikirim sebagai air umpan ketel, Pada deaerator ini, air dipanaskan hingga  $90^\circ C$  supaya gas-gas yang terlarut dalam air, seperti  $O_2$  dan  $CO_2$  dapat dihilangkan. Karena gas-gas tersebut dapat menimbulkan suatu reaksi kimia yang menyebabkan terjadinya bintik-bintik yang semakin menebal dan menutupi permukaan pipa-pipa dan hal ini akan menyebabkan korosi pada pipa-pipa ketel. Pemanasan dilakukan dengan menggunakan koil pemanas di dalam *deaerator*.

#### 4.6.1.3. Kebutuhan Air

##### 1. Air Proses

**Tabel 4. 22 Kebutuhan Air Proses**

Nama alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
MIXER	M-01	3,836.26
CENTRIFUGE I	CF-01	2,969.56
CENTRIFUGE II	CF-02	3,036.87
TOTAL		9,842.69

## 2. Air Utilitas

### a) Air Steam

**Tabel 4. 23 Kebuuhan Air Steam**

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
REAKTOR	R-01	17.389,36
EVAPORATOR	EV-01	25.572,39
HEAT EXCHANGER I	HE-01	3.683,17
HEAT EXCHANGER II	HE-02	530.062,25
TOTAL		576,707.17

Kebutuhan *steam* perancangan dibuat *over design* 20%

- Kebutuhan *Steam* =  $1,2 \times 576,707.17 \text{ kg/jam}$   
= 692,048.60 kg/jam
- *Blowdown* =  $15\% \times \text{Steam}$   
Kebutuhan =  $15\% \times 692,048.60 \text{ kg/jam}$   
= 103.807 kg/jam
- *Steam Trap* =  $5\% \times \text{kebutuhan steam}$   
=  $5\% \times 692,048.60 \text{ kg/jam}$   
= 34.602 kg/jam
- Kebutuhan air makeup untuk *steam*  
  
*Make up* = *blowdown* + *steam trap*  
= 138,41 kg/jam

b) Air Pendingin

**Tabel 4. 24 Kebutuhan Air Pendingin**

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah (kg/jam)
COOLER	CL-01	194.71
CRISTALLIZER-01	CR-01	63.52
CRISTALLIZER-02	CR02	47.78
TOTAL		306,01

Kebutuhan air pendingin perancangan dibuat over design 20%,

- Kebutuhan air pendingin =  $20\% \times 306,01 \text{ kg/jam}$   
= 367.21 kg/jam
- Kebutuhan *Make Up Water* = 26.79 kg/jam

c) Kebutuhan Air Domestik (Air Sanitasi)

Penyediaan Keperluan Air Domestik Meliputi:

- Air Kantor

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan Air Karyawan} &= 150 \text{ Orang} \times 100 \text{ kg/hari} \\ &= 15.000 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Air Layanan Umum

**Tabel 4. 25 Kebutuhn Air Layanan Umum**

Kebutuhan Air Layanan umum	jumlah(kg/hari)
Bengkel	200 kg/hari
Pemadam kebakaran	1.000 kg/hari
Laboratorium	500 kg/hari
Kantin, mushola, kebun dan lain-lain	2.000 kg/hari
Poliklinik	300 kg/hari
Total kebutuhan air Service	4.000 kg/hari

- Air Rumah Tangga

Diperkirakan perumahan dengan jumlah 50 rumah dan masing-masing rumah rata-rata dihuni 3 orang, maka kebutuhan air di perumahan tersebut sekitar:

Jumlah rumah = 50 rumah

Kapasitas tiap rumah = 4 orang

Kebutuhan air tiap orang = 200 kg/hari

Total Kebutuhan Air Rumah Tangga = 40.000 kg/hari

Sehingga Kebutuhan Air Domestik = 59000 kg/hari

= 2.458,333 kg/jam

**Tabel 4. 26 Total Kebutuhan Air**

No	Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
1	Air Proses	9,842.69
2	<i>Make up Steam Water</i>	138.41
3	<i>Make up Air Pendingin</i>	26.79
4	Air Domestik (Air Sanitasi)	2.458,33
TOTAL		10,010.35



#### 4.6.2. Unit Pembangkit Steam (Steam Generation)

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, hal dengan cara menyediakan ketel Uap atau biasa disebut dengan *Boiler* yang mempunyai spesifikasi

Jenis : *Water Tube Boiler*

Kapasitas : kg/jam

Jumlah : 1 buah

Kebutuhan steam pada pabrik *sodium hydroxide* digunakan untuk alat-alat penukar panas. Digunakan *boiler* jenis *water tube Boiler* karena memiliki kelebihan sebagai berikut :

- Mampu menghasilkan Kapasitas Steam yang cukup besar
- Mempunyai *effisiensi* pembakaran tinggi
- Tungku mudah dijangkau untuk pemeriksaa
- Tekanan operasional tinggi

#### 4.6.3. Unit Pembangkit Listrik (Power Plant System)

a. Kebutuhan Listrik untuk Proses

**Tabel 4. 27 Kebutuhan Listrik untuk Proses**

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
MIXER	M-01	0.5	372,850
REAKTOR	R-01	100	74.570
CRISTALIZZER	CR-01	200	149.140
	CR-02	50	37.285
CENTRIFUGE	CF-01	100	74.570
	CF-02	50	37.285
DRYER	RD-01	150	111.855
	RD-02	150	111.855
POMPA	P-01	0,5	372,850
	P-02	0,5	372,850
	P-03	0,5	372,850
	P-04	0,5	372,850
	P-05	0,5	372,850

	P-06	0,5	372,850
	P-07	4,0	2.982,800
	P-08	0.5	372,850
	P-09	4,0	2.892,800
SCREW CONVEYOR	SC-01	0,5	372,850
	SC-02	1,0	745,700
	SC-03	1,0	745,700
	SC-04	1,0	745,700
	SC-05	0,5	372,850
	SC-06	0,5	372,850
Total		816,5	216.253

b. Kebutuhan Listrik untuk Utilitas

**Tabel 4. 28 Kebutuhan Listrik untuk Utilitas**

Alat	Kode Alat	Daya	
		Hp	Watt
COOLING TOWER	CT-01	100	74.570
UDARA TEKAN	UT-01	5	3.728,5
POMPA	P-01	100	74.570
	P-02	100	74.570
	P-03	100	74.570
	P-04	0,5	372,85
	P-05	100	74.570
	P-06	100	74.570
	P-07	100	74.570
	P-08	100	74.570
	P-09	0,5	372,85
	P-10	0,1	37,285
	P-11	0,5	372,85
	P-12	1	745,7
	P-13	0,1	37,285
	P-14	0,1	93,213
	P-15	100	74.570
	P-16	100	74.570
	P-17	10	7.457
	P-18	100	74.570
	P-19	100	74.570
	P-20	0,5	372,85
	P-21	100	74.570

<b>Total</b>	712,725	983.000,38
--------------	---------	------------

c. Kebutuhan Listrik untuk Perumahan

Jumlah rumah = 50 rumah

Subsidi setiap rumah = 1000 watt

Kebutuhan listrik perumahan = 50 x 1000 watt

= 50.000 watt

50 Kw

d. Kebutuhan listrik Alat Control, Penerangan, Kantor dan Bengkel

- Alat control diperkirakan sebesar 25% dari kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor = 299,813 Kw
- Penerangan diperkirakan sebesar 15% dari kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor = 179,89 Kw
- Kantor diperkirakan sebesar 15% dari kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor peralatan kantor berupa AC, computer dan lain-lain = 179,89 Kw
- Peralatan Bengkel dan Laboratorium diperkirakan 15% dari kebutuhan listrik untuk menggerakkan motor = 179,89 Kw

**Tabel 4. 29 Total Kebutuhan Listrik**

No	Keperluan	Kebutuhan (Kw)
1	a. Kebutuhan Plant Proses	216.253
	b. Kebutuhan Plant Utilitas	983
2	a. Alat kontrol	299,813
	b. Listrik Penerangan	179,89
	c. Peralatan kantor	179,89
	d. Perlatan bengkel & Lab	179,89

3	Listrik Perumahan	50
<b>Total</b>		<b>2.088,731</b>

Jumlah kebutuhan listrik total = 2.088,731 Kw

Efisiensi Daya diperkirakan 80% = 2.610,913 Kw

Kebutuhan listrik diperoleh dari PLN, namun adanya generator sebagai cadangan kerkekuatan sebesar 2.611 Kw, hal ini bertujuan jika listrik padam atau pasokan listrik berkurang.

Spesifikasi Generator:

Daya yang dibangkitkan, P = 2.611 kW  
= 2.611 kW x 3.600 Kj/jam kW  
= 9.399.600 Kj/Jam

#### 4.6.4. Unit Penyediaan Udara Tekan

Unit penyediaan udara tekan berfungsi sebagai penggerak alat-alat control yang sedang bekerja secara pneumatic. Kebutuhan udara tekan yaitu diperkirakan sebesar 45,87 m<sup>3</sup>/jam

#### 4.6.5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit penyediaan bahan bakar bertujuan menyediakan bahan bakar untuk boiler dan generator. Bahan bakar generator yang digunakan yaitu jenis (*Fuel Oil*) sebanyak 134,89 Liter/jam yang diperoleh dari *Refenery Unit VI, Balongan*.

## 4.7. Organisasi Perusahaan

Organisasi Perusahaan dibentuk untuk mempersatukan arah dan kepentingan semua unsur yang berkaitan dengan kepentingan perusahaan. Adanya pengaturan organisasi perusahaan yang baik, konsisten dan teratur maka akan terciptanya sumber daya manusia yang baik.

### 4.7.1. Bentuk Perusahann

Pabrik *Sodium hydroxide* dari limbah brine dan kapur tohor dengan kapasitas 20.000 ton/tahun yang akan didirikan pada tahun 2021 di daerah cikampek dengan bentuk perusahaan berupa Perseroan Terbatas (PT). Perseroan terbatas merupakan suatu badan hukum untuk menjalankan usaha yang memiliki modal terdiri dari saham-saham. Saham merupakan tanda penyertaan modal seseorang atau pihak (badan usaha) dalam suatu perusahaan atau perseroan terbatas. Dalam perseroan terbatas pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap-tiap. Alasan memilih bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) didasarkan dari beberapa faktor yaitu :

- Mudah untuk mendapatkan modal , yaitu dengan cara menjual saham perusahaan ke masyarakat.
- Lapangan usaha lebih luas. Adanya penjualan saham, usaha dapat dikembangkan secara luas
- Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin dikarenakan tidak adanya pengaruh jika adanya pemegang saham , direksi , karyawan, dan staff berhenti kontrak pada perusahaan

- Tanggung jawab pemegang saham terbatas , sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpina perusahaan.
- *Effisiensi* manajemen karena pemegang saham dapat memilih seseorang sebagai dewan komesaris, direktur dan karyawan yang berpengalaman dan berkualitas.
- Mudah mendapatkan kredit dari Bank dengan Jaminan perusahaan

Ciri-ciri Perseroan Terbatas antara lain:

- ◆ Didirikan dengan akta notaris berdasarkan Kitab Undang-Undang Hukum dagang
- ◆ Besarnya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham
- ◆ Pemilik perusahaan adalah para pemegang saham.
- ◆ Pabrik dipimpin oleh seorang Direktur yang dipilih oleh para pemegang saham.
- ◆ Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada Direktur dengan memperhatikan hukum - hukum perburuhan.

#### 4.7.2. Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur Orgnisasi Perusahaan yaitu susunan dari fungsi dan hubungan yang menyatakan sejumlah kegiatan untuk mencapai suatu sasaran. Berdiriya suatu perusahaan harus memiliki struktur organisasi perusahaan yang baik agar memiliki sebuah pembagian tugas dan wewenang yang baik pula. Untuk mendapatkan system / struktur organisai yang baik, adanya pembagian wewenang, pembagian

tugas kerja yang jelas, adanya tanggung jawab system pengontrolan atas pekerjaan yang telah dilaksanakan dan organisasi perusahaan yang *fleksibel*.

Sistem struktur organisasi perusahaan dibagi menjadi 3 jenis yaitu *line*, *line & staff*, dan *system fungsional*. Namun pada umumnya yang banyak digunakan pada perusahaan yaitu system struktur organisasi perusahaan jenis *line* dan *staff*. Pada jenis system ini garis kekuasaan lebih praktis dan sederhana. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi, maka perlu dibentuk staff ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan. Adapun kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan system struktur Organisasi Perusahaan jenis *line* dan *staff* yaitu :

- *Line* merupakan orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- *Staff* merupakan orang-orang yang menjalankan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya dalam hal ini biasanya berfungsi memberikan saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam menjalankan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris. Tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh Direktur yang akan dibantu Kepala Bidang Produksi dan Kepala Bidang keuangan serta Umum. Kepala bidang membawahi beberapa

kepala seksi, yang akan bertanggung jawab membawahi seksi-seksi dalam perusahaan, sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Kepala Bidang Produksi membawahi seksi operasi dan Teknik . sedangkan kepala bidang Keuangan dan umum yang adkan membidangi kelancaran pemasaran, pelayanan serta membawahi seksi umum, seksi pemasaran, dan seksi keuangan & administrasi. Setiap kepala seksi akan mem bawahhi Koordinator Unit atau langsung membawahi karyawan. Unit koordinator untuk mengkoordinasi dan mengawasi karyawan yang ada di unitnya.

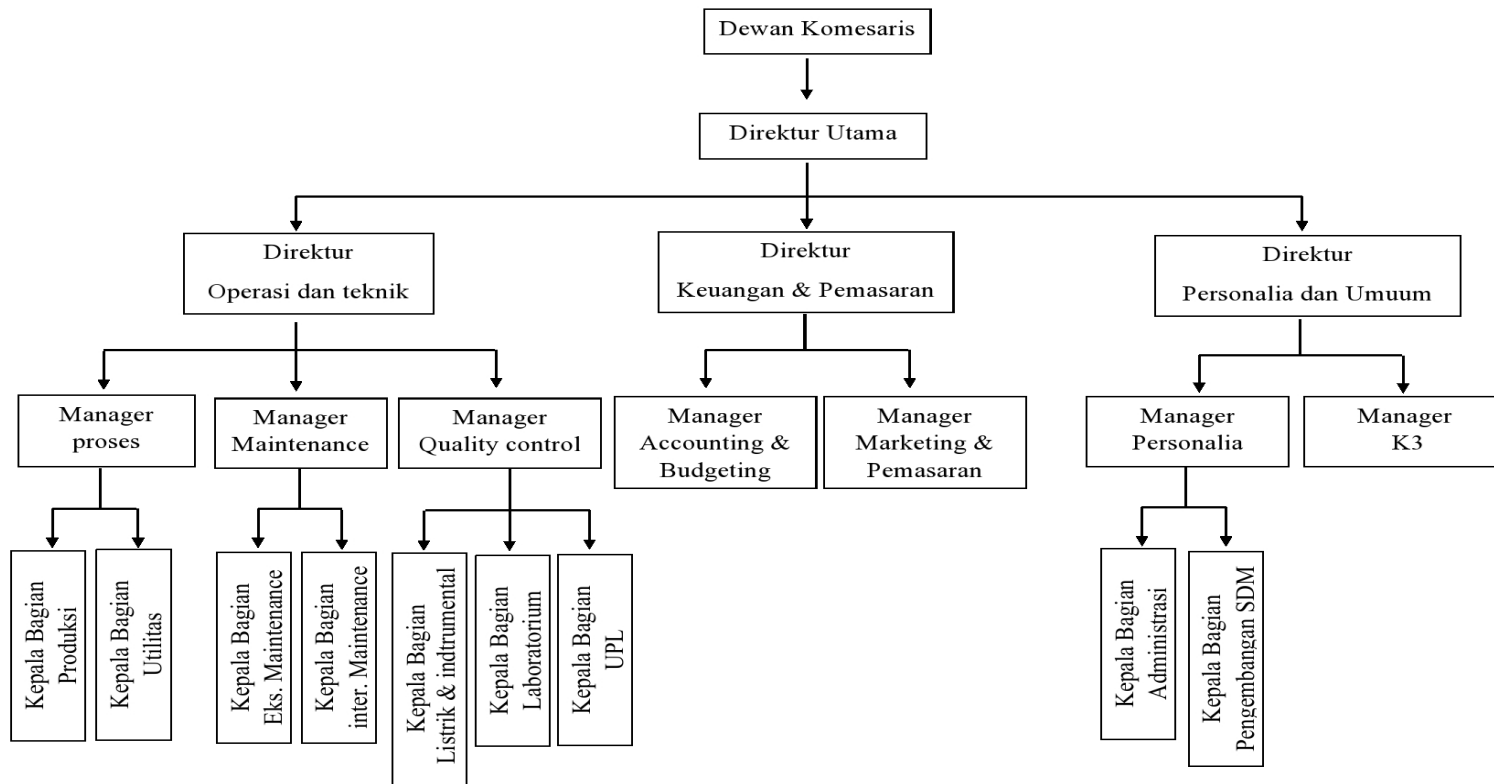
Dengan adanya struktur organisasi pada perusahaan maka akan diperoleh beberapa keuntungan, antara lain:

- ❖ Menjelaskan pembagian wewenang, tugas, tanggung jawab dan lain-lain.
- ❖ Rapinya dalam Menyusun program pengembangan manajemen perusahaan
- ❖ Penempatan pegawai yang lebih tepat
- ❖ Dapat diatur Kembali jika Langkah kerja yang berlaku kurang lancer

Jenjang kepemimpinan dari perusahaan sebagai berikut :

1. Dewan Komesaris
2. Direktur Utama
3. Direktur
4. Manager
5. Kepala Bagian
6. Karyawan dan Operator





**Gambar 4. 5 Struktur Organisasi Perusahaan**

### **4.7.3. Tugas dan Wewenang**

#### **4.7.3.1. Pemegang Saham**

Pemegang saham merupakan sekumpulan orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan yang memiliki bentuk perusahaan perseroan terbatas (PT). Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang berbentuk PT adalah rapat umum pemegang saham (RUPS). Pada rapat umum tersebut para pemegang saham bertugas untuk:

- a. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris.
- b. Mengangkat dan memberhentikan Direktur.
- b. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

#### **4.7.3.2. Dewan Komesaris**

Dewan Komesaris merupakan sebuah dewan yang bertugas untuk melakukan pengawasan dan memberikan nasihat kepada direktur. Dewan komesari juga bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas dewan komesaris sebagai berikut :

- a. Menilai dan menyetujui Direksi tentang kebijakan umum, target laba pemsahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarahannya.
- b. Membantu direksi dalam hal yang penting
- c. Mengawasi tugas direksi

#### 4.7.3.3. Dewan Direksi

Dewan Direksi atau sering disebut dengan Direktur Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundunya perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab pada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, Direktur Keuangan dan Pemasaran serta Direktur Personalia dan Umum. Tugas Direktur Utama antara lain:

- 1) Melakukan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada rapat umum pemegang saham.
- 2) Menjaga kestabilan manajemen perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan dan karyawan.
- 3) Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat untuk pemegang saham.
- 4) Mengkoordinasi kerja sama dengan Direktur Teknik dan Produksi,

Direktur Keuangan dan Pemasaran, serta Personalia dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

- 1) Bertanggung jawab pada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
- 2) Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan *Supervisor* yang dibawahinya.

Tugas Direktur Keuangan dan pemasaran antara lain:

- 1) Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan dan pemasaran
- 2) Mengkoordinasi, mengatur dan mengawasi pelaksanaan *Supervisor* yang dibawahinya.

#### 4.7.3.4. Manager

Manager merupakan seseorang yang bekerja melalui orang lain dengan mengkoordinasikan kegiatan-kegiatan, guna mencapai sasaran organisasi. Manager bertanggung jawab kepada Direktur utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang manager :

- 1) Mempertinggi efisiensi kerja
- 2) Memberikan nasihat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan
- 3) Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.

#### 4.7.3.5. Kepala Bagian

##### 1. Kepala Bagian Produksi

Tugas Kepala bagian Produksi bertanggung jawab kepada *manager* Proses dalam bidang mutu dan kelancaran proses produksi.

Tugas seksi proses antara lain:

- Mengawasi jalannya proses dan produksi dan

- Menjalankan tindakan sepenuhnya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan sebelum diperbaiki oleh bagian yang berwenang.

## **2. Kepala Bagian Laboratorium**

Tugas Kepala bagian laboratorium bertanggung jawab kepada *Manager Quality Control* dalam hal pengawasan dan analisa produksi.

Tugas seksi Laboratorium antara lain:

- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu,
- ◆ Mengawasi dan menganalisa mutu produksi,
- ◆ Melakukan riset guna mempertinggi mutu suatu produk
- ◆ Membuat laporan berkala kepada *Manager Proses*.

## **3. Kepala Bagian Pengolahan Limbah**

Tugas Kepala bagian laboratorium bertanggung jawab kepada *Manager Quality Control* dalam hal pengolahan limbah sisa-sisa buangan dari proses produksi.

## **4. Kepala Bagian *Inetrnal Maintenance***

Tugas Kepala bagian *Internal Maintenance* bertanggungjawab kepada *Manager maintenance* dalam bidang pemeliharaan peralatan, inspeksi dan keselamatan proses dan lingkungan pabrik, ikut memberikan bantuan teknik kepada bagian produksi dan utilitas.

Tugas bagian *Internal Maintenance* merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

#### **5. Kepala Bagian *External Maintenance***

Tugas kepala bagian *external maintenance* bertanggungjawab kepada *Manager maintenance* dalam bidang pemeliharaan, inspeksi dan keselamatan kendaraan operasional

Tugas bagian *external maintenance* merencanakan dan melaksanakan pemeliharaan fasilitas kendaraan operasional serta memperbaiki kerusakan fasilitas kendaraan operasional

#### **6. Kepala Bagian Utilitas**

Tugas kepala bagian utilitas adalah bertanggungjawab kepada *Manager* Proses dalam hal utilitas.

Tugas bagian Utilitas adalah melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, kebutuhan air, uap air dan tenaga kerja.

#### **7. Kepala Bagian Pengembangan SDM**

Tugas Kepala bagian pengembangan SDM bertanggung jawab kepada *Manager Personalia* dalam hal sumber daya manusia.

Tugas bagian pengembangan SDM antara lain:

- ◆ Mengelola sumber daya manusia dan manajemen.
- ◆ Membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya

- ◆ Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis, serta
- ◆ Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

## 8. Kepala Bagian Administrasi

Tugas Kepala bagian administrasi bertanggung jawab kepada *Manager* Personalia dalam hal hubungan administrasi pabrik

Tugas bagian administrasi adalah mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan serta mengatur masalah kepegawaian.

### 4.7.4. Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada system pegawaian pabrik *Sodium Hydroxide* dibagi menjadi dua bagian jadwal kerja yaitu jadwal kerja pabrik (*shift*) dan jadwal kerja kantor (*non-shift*). Sistem gaji karyawan yang akan didapatkan berdasarkan dengan tingginya jabatan, pengalaman kerja, tingkat Pendidikan dan resiko kerja.

### 4.7.5. Pembagian jam Kerja Karyawan

#### 1. Jadwal Non-*shift*

Jadwal ini berlaku untuk karyawan kantor (*office*), pada karyawan kantor merupakan karyawan yang tidak berhubungan langsung dngan proses produksi. dalam satu minggu jam kerja kantor adalah 40 jam dengan perincian sebagai berikut:

- Senin-Kamis : 08.00 - 16.00 WIB
- Istirahat Senin-Kamis : 12.00 - 13.00 WIB
- Istirahat Jumat : 11.00 - 13.00 WIB
- Sabtu : 08.00 - 14.00 WIB
- Minggu : libur

## 2. Jadwal *Shift*

Jadwal shift ini berlaku bagi karyawan yang berhubungan langsung dengan proses produksi, contohnya laboratorium mekanik, bagian produksi, kelistrikan dan instrumentasi. Jadwal kerja pabrik dibagi menjadi 3 yaitu :

- *Shift* I : 07.00 - 15.00 WIB
- *Shift* II : 15.00 - 23.00 WIB
- *Shift* III : 23.00 - 07.00 WIB

Jadwal pembagian shift pada karyawan yaitu pada dua hari masuk *shift* I, dua hari *shift* III, dan dua hari *shift* II. kemudian karyawan akan mendapatkan libur 2 hari

**Tabel 4. 30 Jadwal Pembagian Kerja Karyawan**

Karyawan	Hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	II	II	-	-	I	I	III	III
2	III	III	II	II	-	-	I	I
3	I	I	III	III	II	II	-	-
4	-	-	I	I	III	III	I	I



#### 4.7.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

##### 4.7.6.1. Penggolongan Jabatan

**Tabel 4. 31 Penggolongan Jabatan**

No	Jabatan	Pendidikan
1	Direktur Utama	S-2 (Teknik Kimia)
2	Direktur Teknik dan Operasi	S-1 (Teknik kimia/Mesin)
3	Direktur Keuangan dan Pemasaran	S-1 (Ekonomi)
4	Direktur SDM dan Umum	S-1 (Ekonomi/Hukum)
5	Manager Maintenance	S-1 (Teknik Mesin/Kimia)
6	Manager Proses	S-1 (Teknik kimia/Mesin)
7	Manager Quality Control	S-1 (Teknik Kimia)
8	Manager Budgeting dan Accounting	S-1 (Ekonomi)
9	Manager Marketing dan Pemasaran	S-1 (Ekonomi)
10	Manager K3	S-1 (Teknik kimia/Mesin)
11	Manager Personalia	S-1 (Teknik Mesin/Teknik Kimia/ Teknik industri/ Ekonomi/ Hukum)
18	Ka. Bag. Maintenance	S-1 (Teknik Mesin/Kimia)
19	Ka. Bag. Produksi	S-1 (Teknik Mesin/Kimia)
20	Ka. Bag. Utilitas	S-1 (Teknik Mesin/Kimia)
21	Ka. Bag. Listrik dan Instrumentasi	S-1 (Teknik Elektro)
22	Ka. Bag. Laboratorium	S-1/D3 (Teknik Kimia/Ilmu Kimia/ Analisis Kimia/ Farmasi)
23	Ka. Bag. UPL	S-1 (Teknik Kimia/Teknik Lingkungan/Teknik Sipil)
24	Ka. Bag. Pengembangan SDM	S-1 (Ekonomi/ Hukum/ Psikologi)
25	Ka. Bag. Administrasi	S-1 (Ekonomi)
26	Karyawan Maintenance	S-1/D3(Teknik Mesin/ Teknik Kimia/ Teknik Elektro)
27	Karyawan Produksi	S-1/ D3(Teknik Mesin/ Teknik Kimia)
28	Karyawan Utilitas	S-1/D3(Teknik Mesin/ Teknik Kimia)

29	Karyawan Listrik dan Instrumentasi	S-1 Teknik Elektro
30	Karyawan Litbang	S-1(Teknik Kimia/ Kimia/ Teknik Perminyakan)
31	Karyawan Pengolahan Limbah	S-1/D3 (Teknik Kimia/ Teknik Lingkungan/ Biologi/ Ilmu Kimia)
32	Karyawan Kas/Anggaran	S-1/D3 (Ekonomi)
33	Karyawan Pemasaran/Penjualan	S-1/D3 (Ekonomi)
34	Karyawan SDM	S-1/D3(Teknik Mesin/ Teknik Kimia/ Ekonomi)
35	Karyawan Administrasi	S-1/D3 (Ekonomi)
36	Sekretaris	S-1 (Manajemen)
37	Dokter	S-1 Pendidikan Dokter
38	Perawat	S-1/D3 Keperawatan
39	Supir	STM/SMA Sedrajat
40	Cleaning Service	STM/SMA Sedrajat

#### 4.7.6.2. Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji

Sistem gaji perusahaan ini dibagi menjadi 3 golongan yaitu:

1) Gaji Bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap dan besarnya gaji sesuai dengan peraturan perusahaan.

2) Gaji Harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

3) Gaji Lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja yang telah ditetapkan dan besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan

**Tabel 4. 32 Perincian Jumlah Karyawan dan Gaji**

No	Jabatan	Jumlah	Gaji/Bulan	Total Gaji
1	Direktur Utama	1	Rp 30,000,000	Rp 30,000,000
2	Direkter	3	Rp 20,000,000	Rp 60,000,000
3	Manager	7	Rp 15,000,000	Rp 105,000,000
4	Kepala Bagian	8	Rp 12,500,000	Rp 100,000,000
5	Karyawan	76	Rp 9,000,000	Rp 670,000,000
6	Operator	42	Rp 9,000,000.00	Rp 378,000,000.00
7	Sekretaris	4	Rp 6,000,000	Rp 24,000,000
8	Dokter	3	Rp 8,000,000	Rp 24,000,000
9	Perawat	5	Rp 4,500,000	Rp 22,500,000
10	Supir	10	Rp 4,000,000	Rp 40,000,000
11	Cleaning Service	7	Rp 3,500,000	Rp 24,500,000
		166		Rp 1,478,000,000

#### 4.7.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Semua karyawan dan staff di perusahaan ini akan mendapat:

##### 1. Salary

- a. Salary/bulan
- b. Bonus per tahun untuk staff, min 2 kali *basic salary*
- c. THR per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
- d. Natal per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*
- e. Jasa per tahun untuk semua staff, 1 kali *basic salary*

2. Jaminan Sosial dan Pajak Pendapatan

a. Pajak pendapatan semua karyawan menjadi tanggungan perusahaan

b. Jamsostek :

3,5 % kali *basic salary*

1,5% tanggungan perusahaan

2 % tanggungan karyawan

3. *Medical*

a. *Emergency*: tersedia poliklinik pengobatan gratis

b. Tahunan: pengobatan untuk staff dan keluarganya bebas, ditanggung perusahaan.

4. Perumahan

Untuk *staff* disediakan mess

5. Rekreasi dan olahraga

a. Rekreasi: Setiap 1 tahun sekali karyawan + keluarga bersama-sama mengadakan tour atas biaya perusahaan

b. Olahraga: tersedia lapangan tennis dan bulu tangkis

6. Kenaikan gaji dan promosi

a. Kenaikan gaji dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan besarnya inflasi, prestasi kerja dan lain-lain.

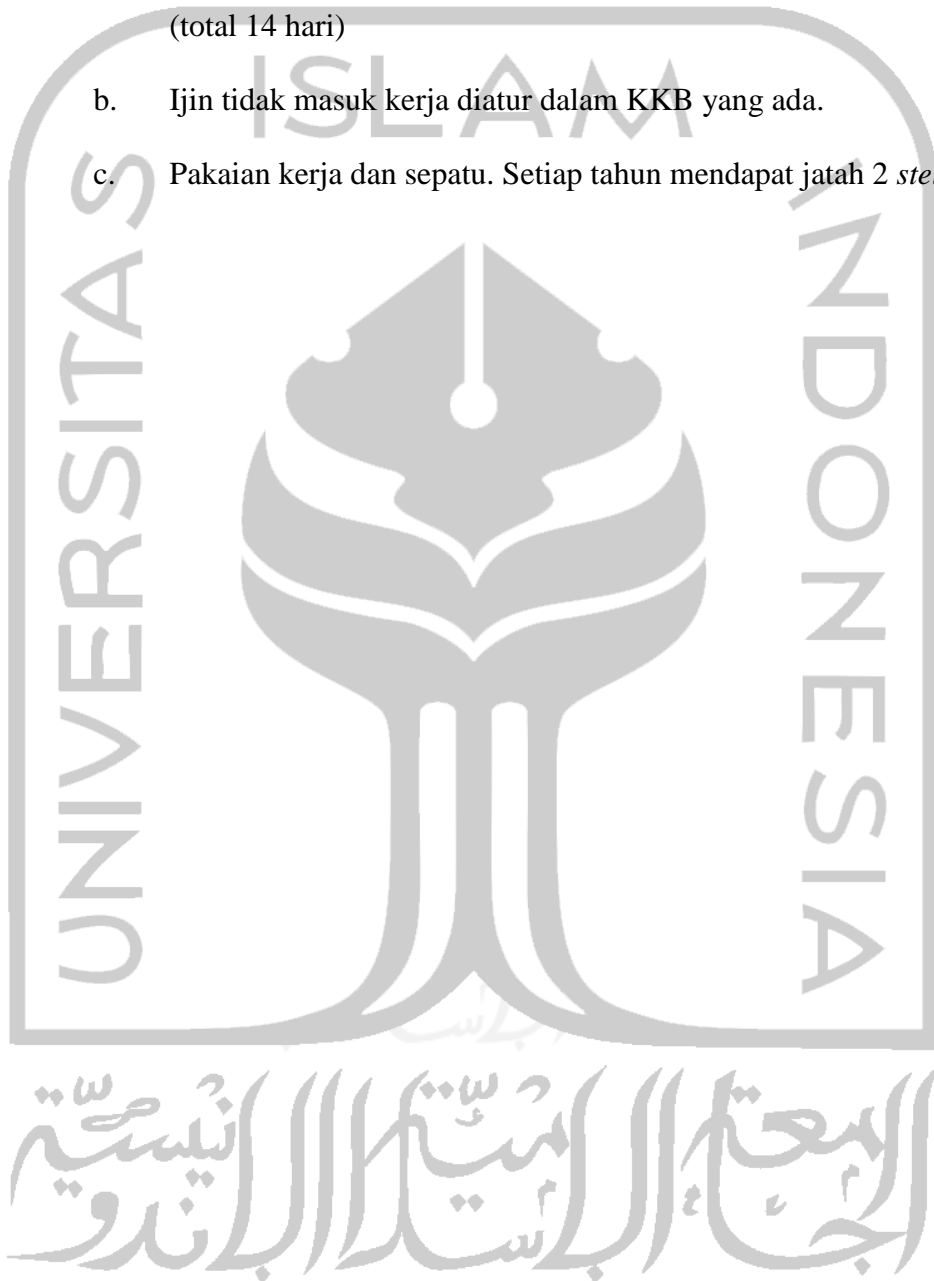
b. Promosi dilakukan setiap akhir tahun dengan memperhatikan pendidikan, prestasi kerja, dan lain-lain.

7. Hak cuti dan ijin

- a. Cuti tahunan: setiap karyawan mendapatkan cuti setiap tahun selama 12 hari setelah tahun kelima mendapat tambahan 2 hari (total 14 hari)

b. Ijin tidak masuk kerja diatur dalam KKB yang ada.

c. Pakaian kerja dan sepatu. Setiap tahun mendapat jatah 2 *stell*



#### 4.8. Analisa Ekonomi

Analisa Ekonomi merupakan cara untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau sebaliknya. Penentuan kelayakan ekonomi pada prarancangan pabrik kimia *Sodium Hydroxide* diperlukannya estimasi profitabilitas. Berikut adalah factor-faktor yang ada pada estimasi profitabilitas :

1. *Return On Investement* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Break Event Point* (BEP)
4. *Shut Down Point* (SDP)
5. *Discount Cash Flow Rate* (DCFR)

Adapun beberapa Analisa sebelum melakukan estimasi profitabilitas, Analisa tersebut yaitu penaksiran modal industri dan penentuan biaya produksi

##### a. Penaksiran Modal Industri

- Modal Tetap (*Fixed Capital*)
- Modal Kerja (*Working Capital*)

##### b. Penentu Biaya Produksi

- Biaya Pengeluaran Umum (*General Expense*)
- Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)

c. Pendapatan Modal

Sebelum menghitung nilai BEP, harus ada beberapa point yang harus diperkirakan yaitu :

- Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- Biaya Variabel (*Variabel Cost*)
- Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

#### 4.8.1. Penaksiran Harga peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan setiap tahun tergantung pada kondisi ekonomi yang ada. Untuk mengetahui harga peralatan yang ada sekarang, dapat ditaksir dari harga tahun lalu berdasarkan indeks harga. Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan pada saat seakrang adalah:

$$E_x = E_y \frac{N_x}{N_y} \quad (\text{Aries \& Newton P.16, 1955})$$

Dimana :

$E_x$  = harga alat pada tahun X

$E_y$  = harga alat pada tahun Y

$N_x$  = nilai indeks tahun X

$N_y$  = nilai indeks tahun Y

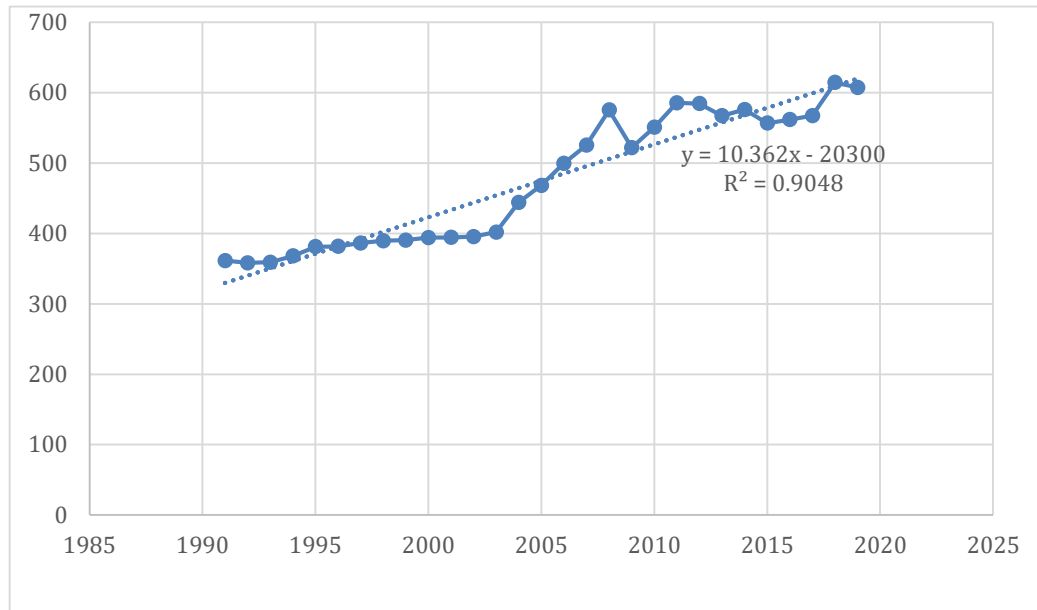
Jenis indeks yang digunakan adalah *Chemical Engineering Plant Cost Index*

dari Majalah "*Chemical Engineering*".

**Tabel 4. 33 Indeks Harga Alat pada Berbagai Tahun**

No	Tahun (Xi)	CE Indeks (Yi)
1	1991	361.3
2	1992	358.2
3	1993	359.2
4	1994	368.1
5	1995	381.1
6	1996	381.7
7	1997	386.5
8	1998	389.5
9	1999	390.6
10	2000	394.1
11	2001	394.3
12	2002	395.6
13	2003	402
14	2004	444.2
15	2005	468.2
16	2006	499.6
17	2007	525.4
18	2008	575.4
19	2009	521.9
20	2010	550.8
21	2011	585.7
22	2012	584.6
23	2013	567.3
24	2014	576.1
25	2015	556.8
26	2016	561.7
27	2017	567.5
28	2018	614.6
29	2019	607.5





**Gambar 4. 6 Grafik Indeks Harga**

Untuk jenis alat yang sama tapi kapasitas berbeda, harga suatu alat dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan pendekatan sebagai berikut:

$$Eb = Ea \left( \frac{Cb}{Ca} \right)^x$$

Dimana:

Ea = Harga alat dengan kapasitas diketahui.

Eb = Harga alat dengan kapasitas dicari.

Ca = Kapasitas alat A.

Cb = Kapasitas alat B.

x = Eksponen.

Besarnya harga eksponen bermacam-macam, tergantung dari jenis alat yang akan dicari harganya. Harga eksponen untuk bermacam-macam jenis alat dapat dilihat pada Peter & Timmerhause 2<sup>th</sup> edition, halaman 170.

**Tabel 4. 34 Harga Alat Proses**

<b>Nama Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Harga Total (\$)</b>
Silo CaO	1	12.104,07
Silo NaCl	1	106.190,37
Silo NaOH	1	193.868,62
Mixer	1	110.767,54
Reaktor	2	630.022,15
Settler	1	182.069,69
Evaporator	1	143.723,17
Cristallizer	1	208.922,43
	1	59.503,22
Centrifuge	1	133.449,96
	1	102.732,06
Dryer	1	510.303,70
	1	243.505,49
Heat Exchanger	1	1.525,72
	1	42.923,69
Cooler	1	34.074,49
	2	30.107,61
Pompa	2	4.068,60
	2	25.835,59
	2	23.394,43
	2	23.394,43
	2	4.882,32
	2	18.512,11
	2	16.884,68
	2	16.884,68
	1	3.865,17
	1	5.797,75
Screw Conveyer	1	5.797,75
	1	5.797,75
	1	3.865,17
	1	3.865,17
	1	3.865,17
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>2.908.639,57</b>

**Tabel 4. 35 Harga Alat Utilitas**

<b>Nama Alat</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Harga Total (\$)</b>
Screening	1	20.953,271
Reservoir	1	2.542,873
Bak Koagulasi dan Flokulasi	1	3.051,447

Bak Pengendap I	1	3.051,447
Bak Pengendap II	1	3.051,447
Sand Filter	1	8.137,93
Bak Air Penampung Sementara	1	3.051,447
Bak Air Pendingin	1	5.085,745
Cooling Tower	1	5.085,745
Blower Cooling Tower	1	5.696,035
Deaerator	1	2.136,013
Boiler	1	46.860,059
Tangki Alum	1	15.257,236
Tangki Klorinasi	1	17.901,824
Tangki Kaporit	1	1.017,149
Tangki Air Bersih	1	88.491,972
Tangki Service Water	1	16.477,815
Tangki Air Bertekanan	1	16.477,815
Mixed Bed	1	179.831,961
Tangki NaCl	1	6.814,899
Tangki Air Demin	1	14.036,658
Tangki Hydrazine	1	6.102,895
Pompa 1	2	39.261,955
Pompa 2	2	14.240,087
Pompa 3	2	39.261,955
Pompa 4	2	2.034,298
Pompa 5	2	39.261,955
Pompa 6	2	39.261,955
Pompa 7	2	39.261,955
Pompa 8	2	39.261,955
Pompa 9	2	2.034,298
Pompa 10	2	2.034,298
Pompa 11	2	6.306,324
Pompa 12	2	6.306,324
Pompa 13	2	4.068,596
Pompa 14	2	4.068,596
Pompa 15	2	39.668,815
Pompa 16	2	39.668,815
Pompa 17	2	6.306,324
Pompa 18	2	41.296,253
Pompa 19	2	41.296,253
Pompa 20	2	2.034,298
Pompa 21	2	41.296,253
Tangki Bahan Bakar	1	20.037,837
Kompresor	2	12.205,789
Total	67	991.588,143

## 4.8.2. Analisa Kelayakan

### 4.8.2.1. Dasar Perhitungan

Pada evaluasi ekonomi adanya standar perhitungan yang akan didasarkan sebagai berikut :

- ✓ Kapasitas Produksi : 20.000 Ton/Tahun
- ✓ Tahun Pabrik didirikan : 2021
- ✓ Operasi Pabrik satu Tahun : 330 hari
- ✓ Jumlah Tenaga kerja Indonesia : 95%
- ✓ Jumlah Tenaga kerja asing : 5%
- ✓ Kurs Mata Uang 1 Dolas US : Rp. 15000

### 4.8.2.2. Perhitungan Biaya

#### 4.8.2.2.1. *Capital Investment*

*Capital investment* adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produksi dan untuk menjalankannya. *Capital investment* meliputi:

- *Fixed Capital Investment*

- Biaya/Investasi untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik serta pembuatannya

- *Working Capital*

- Biaya/investasi yang diperlukan untuk menjalankan usaha/modal dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

#### 4.8.2.2.2. *Manufacturing Cost*

*Manufacturing cost* adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect* dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk.

- *Direct Cost*  
pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.
- *Indirect Cost*  
pengeluaran-pengeluaran yang tidak langsung berpengaruh pada jumlah produksi
- *Fixed Cost*  
harga yang berkaitan dengan *fixed capital* dan pengeluaran-pengeluaran yang bersangkutan dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

#### 4.8.2.2.3. *General Expense*

General Expense yaitu pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi-fungsi suatu perusahaan yang tidak termasuk manufacturing cost.

#### 4.8.2.2.4. *Return On Investment (ROI)*

ROI yaitu tingkat keuntungan yang akan didapatkan dari hasil tingkat investasi yang telah dikeluarkan

$$ROI = \frac{\text{Profit (Keuntungan)}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

Syarat untuk ROI sebelum pajak untuk pabrik dengan resiko rendah minimum sebesar 11% sedangkan dengan resiko tinggi maksimal sebesar 44%

(Aries & Newton, 1955)

#### 4.8.2.2.5. Pay Out Time (POT)

*Pay out time* yaitu jumlah waktu pengembalian modal berdasarkan keuntungan yang didapatkan.

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}}{\text{Keuntungan+Depresiasi}}$$

Syarat untuk POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum yaitu 5 tahun dan POT setelah pajak maksimum 5 tahun.

(Aries & Newton, 1955)

#### 4.8.2.2.6. Break Even Point (BEP)

*Break even point* yaitu titik yang menunjukkan dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. BEP menentukan harga jual dan jumlah unit minimum serta menentukan harga perunit untuk dijual agar mendapatkan keuntungan. Pabrik akan mendapatkan Keuntungan jika pabrik beroperasi diatas (BEP) produksi dan sebaliknya pabrik akan mengalami kerugian jika berada dibawah BEP

$$BEP = \frac{Fa+0.3Ra}{Sa-Va-0.7Ra} \times 100\%$$

Dimana:

Fa : *Fixed Capital* pada produksi maksimum per tahun

Ra : *Regulated Expense* pada produksi maksimum

Sa : Penjualan maksimum per tahun

Va : *Variable Expense* pada produksi maksimum pertahun

(Aries & Newton, 1955)

#### 4.8.2.2.7. Shut Down Point (SDP)

*Shut down point* yaitu titik penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Hal ini dikarenakan biaya untuk melanjutkan operasi pabrik lebih tinggi dibandingkan biaya untuk menutup pabrik dan membayar biaya tetap (fixed cost).

$$SDP = \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100\%$$

#### 4.8.2.2.7. Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR)

*Discounted cash flow rate of return* adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada *investor* selama umur pabrik.

$$(FC + WC)(1 + i)^n = C \sum_{tahun=j}^{n=x-1} (1 + i)^n + WC + SV$$

Dimana :

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *salvage Value*

C : *Cash Flow ( profit after taxes + depresiasi + finance)*

n : *Umur Pabrik*

I : *Nilai DCFR*

#### 4.8.2.3 Hasil Perhitungan

##### a. *Physical Plant Cost (PPC)*

**Tabel 4. 36 *Physical Plant Cost***

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	58.503.415.624,86	3.900.227,71
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	14.625.853.906,22	975.056,93
3	<i>Instalasi cost</i>	13.299.776.485,39	886.651,77
4	Pemipaan	15.503.405.140,59	1.033.560,34
5	<i>Instrumentasi</i>	15.327.894.893,71	1.021.859,66
6	Insulasi	2.827.665.088,54	188.511,01
7	Listrik	5.850.341.562,49	390.022,77
8	Bangunan	55.775.000.000	3.718.333,33
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	33.465.000.000	2.231.000
<b><i>Physical Plant Cost</i></b>		<b>215.178.352.701,79</b>	<b>14.345.223,51</b>

##### b. **Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)**

**Tabel 4. 37 *Fixed Capital Investment***

No	Fixed Capital	Biaya (Rp)	Biaya, \$
1	Direct Plant Cost	258.214.023.242,15	17.214.268,22
2	Cotractor's fee	10.328.560.929,69	688.570,73
3	Contingency	25.821.402.324,22	1.721.426,82
<b><i>Fixed Capital Investment</i></b>		<b>294.363.986.496,05</b>	<b>19.624.265,77</b>



c. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

**Tabel 4. 38 Direct Manufacturing Cost**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Raw Material	502.654.076.198,47	33.510.271,75
2	Labor	17.736.000.000,00	1.182.400,00
3	Supervision	1.773.600.000,00	118.240,00
4	Maintenance	5.887.279.729,92	392.485,32
5	Plant Supplies	883.091.959,49	58.872,80
6	Royalty and Patents	10.722.632.853,64	714.842,19
7	Utilities	201.746.705.310,10	13.449.780,35
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>741.403.386.051,62</b>	<b>49.426.892,40</b>

d. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

**Tabel 4. 39 Indirect Manufacturing Cost**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.660.400.000,00	177.360,00
2	<i>Laboratory</i>	1.773.600.000,00	118.240,00
3	<i>Plant Overhead</i>	8.868.000.000,00	591.200,00
4	<i>Packaging and Shipping</i>	53.613.164.268,19	3.574.210,95
<b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>		<b>66.915.164.268,19</b>	<b>4.461.010,95</b>

e. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

**Tabel 4. 40 Fixed Manufacturing Cost**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	23.549.118.919,68	1.569.941,26
2	<i>Propertu taxes</i>	5.887.279.729,92	392.485,32
3	<i>Insurance</i>	2.943.639.864,96	196.242,66
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>32.380.038.514,57</b>	<b>2.158.669,23</b>

f. *Manufacturing Cost (MC)*

**Tabel 4. 41 Fixed Manufacturing Cost**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	741.403.386.051,62	49.426.892,40
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	66.915.164.268,19	4.461.010,95
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	32.380.038.514,57	2.158.669,23
<b><i>Manufacturing Cost (MC)</i></b>		<b>840.698.588.834,37</b>	<b>56.046.572,59</b>

g. *Working Capital (WC)*

**Tabel 4. 42 Working Capital**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	137.087.475.326,86	9.139.165,02
2	<i>Inproses Onventory</i>	1.273.785.740,66	84.919,05
3	<i>Product Inventory</i>	229.281.433.318,46	15.285.428,89

4	<i>Extended Credit</i>	22.744.978.780,44	1.516.331,92
5	<i>Available Cash</i>	76.427.144.439,49	5.095.142,96
<b>Working Capital (WC)</b>		466.814.817.605,91	31.120.987,84

**h. General Expenses(GE)**

**Tabel 4. 43 General Expenses**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	25.220.957.665,03	1.681.397,18
2	<i>Sales Expense</i>	42.034.929.441,72	2.802.328,63
3	<i>Research</i>	29.424.450.609,20	1.961.630,04
4	<i>Finance</i>	30.447.152.164,08	2.029.810,14
<b>General Expenses(GE)</b>		127.127.489.880,03	8.475.165,99

**i. Total Production Cost (TPC)**

**Tabel 4. 44 Total Production Cost**

No	Type of Expenses	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	840.698.588.834,37	56.046.572,59
2	<i>General Expenses(GE)</i>	127.127.489.880,03	8.475.165,99
<b>Total Production Cost (TPC)</b>		967.826.078.714,40	64.521.738,58

#### 4.7.2.4 Keuntungan

Keuntungan : Total penjualan – total biaya produksi

- Total penjualan : Rp. 1.072.263.285.364
- Total biaya produksi : Rp. 967.826.078.714
- a. Keuntungan Sebelum Pajak : Rp. 104.437.206.649
- Pajak keuntungan sebesar 22% : Rp. 22.976.185.463  
(Pajak Korporasi pada tahun 2020)
- b. Keuntungan Setelah Pajak : Rp. 81.461.021.186

#### 4.7.2.5 Analisa Kelayakan

##### A. *Persent Return of Investment (ROI)*

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

➤ ROI sebelum Pajak = 35,48 %

➤ ROI setelah Pajak = 27,67 %

##### B. *Pay Out Time (POT)*

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}} \times 100\%$$

➤ POT sebelum Pajak = 2,3 tahun

➤ POT setelah Pajak = 2,8 tahun

##### C. *Break Even Point (BEP)*

*Fixed Manufacturing Cost (Fa)* = Rp. 32.380.038.515

*Variabel Cost (Va)* = Rp. 768.736.578.630

*Regulated Cost (Ra)* = Rp. 166.709.461.569

Penjualan Produk (Sa) = Rp. 975.261.378.158

$$\text{BEP} = \frac{Fa \times 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$\text{BEP} = 44,10\%$$

**D. Shut Down Point (SDP)**

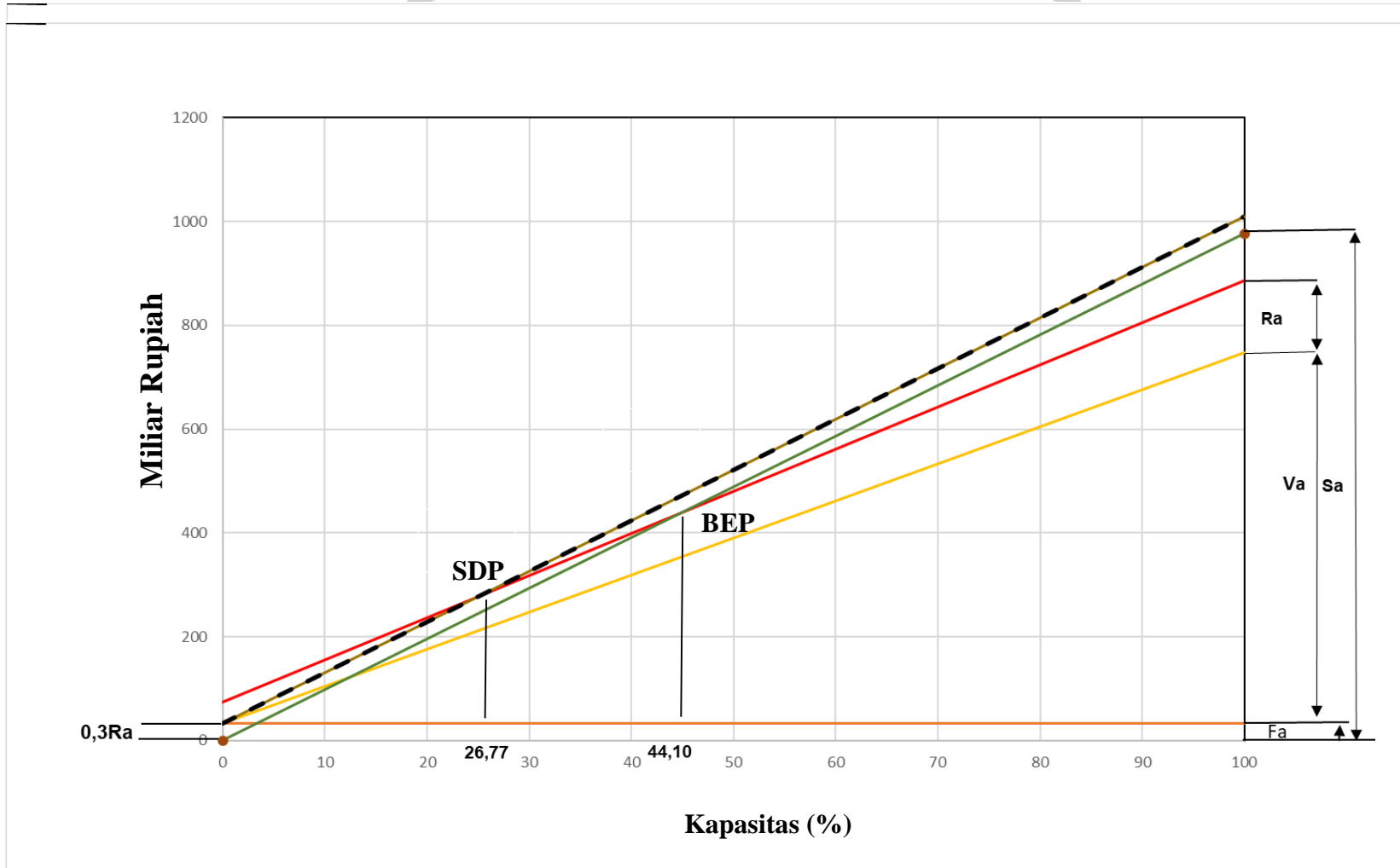
$$\text{SDP} = \frac{0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

$$\text{SDP} = 26,77\%$$

**E. Discounted Cash Flow (DCF)**

Umur Pabrik	= 5 tahun
Fixed Capital (FC)	= Rp 294.363.986.496,0510
Working Capital (WC)	= Rp 466.814.817.605,91
Cash Flow (CF)	= Rp 111.909.743.291,83
Salvage Value (SV)	= Rp 23.549.118.920
DCFR	= 19,50 %
Minimum nilai DCFR	= 1,5 x suku bunga bank
	= 1,5 x 4 % = 6 %
Kesimpulan	= memenuhi syarat

الجمعة الإسلامية الأندونيسية



Gambar 4. 7 Grafik Analisa Ekonomi

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dalam perancangan pabrik *Sodium Hydroxide* dari limbah *brine* dan kapur tohor dengan kapasitas 20.000 ton/tahun dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Pendirian pabrik *Sodium Hydroxide* di Indonesia cukup menarik karena diperkirakan dapat memenuhi kebutuhan *Sodium Hydroxide* dalam negeri sehingga dapat mengurangi jumlah impor dan menambah devisa negara dengan mengekspor keluar negeri serta dapat mengurangi tingkat pengangguran di Indonesia.
2. Berdasarkan tinjauan proses yang berlangsung pada kondisi operasi suhu rendah dan tekanan rendah, serta sifat-sifat bahan baku dan produk mempunyai sifat yang tergolong tidak mudah terbakar dan berbahaya, maka pabrik *Sodium Hydroxide* ini tergolong pabrik beresiko rendah.
3. Dari segi bahan baku, pemasaran dan lingkungan, lokasi pabrik *Sodium Hydroxide* di daerah Cikampek, Jawa Barat cukup menguntungkan karena kemudahan dalam mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, ketersediaan air, listrik dan pendistribusian produk.

4. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

- a) Keuntungan pabrik sebelum pajak diperoleh sebesar Rp.104.437.206.649 Sedangkan keuntungan pabrik setelah pajak (22%) diperoleh sebesar Rp 81.461.021.186
- b) Persen ROI sebelum pajak sebesar 35,48 % dan ROI setelah pajak sebesar 27,67 %. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia resiko rendah minimum adalah 11 % *Aris Newton* (1995).
- c) POT ( *Pay Out Time* ) sebelum pajak adalah 2,3 tahun dan sesudah pajak adalah 2,8 tahun. Nilai ini berada dibawah POT maksimum yang besarnya 5 tahun untuk pabrik beresiko rendah.
- d) Diperoleh nilai BEP ( *Break Even Point* ) sebesar 44,10 %. BEP untuk pabrik di Indonesia umumnya adalah 40 sampai 60 %.
- e) Diperoleh nilai SDP ( *Shut Down Point* ) sebesar 26,77 %.
- f) Nilai DCFR ( *Discounted Cash Flow Rate of Return* ) sebesar 19,50 %.

Dari hasil evaluasi ekonomi diatas dapat disimpulkan bahwa pabrik *Sodium Hydroxide* dengan kapasitas 20.000 ton/tahun ini layak dan menarik untuk dikaji lebih lanjut.



## 5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut :

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan lagi sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Pencarian data-data yang diperlukan sebelum membangun pabrik kimia sangat diperlukan sehingga dengan informasi dan data-data yang lengkap dapat mempermudah suatu perancangan pabrik kimia.
3. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
4. Produk *Sodium Hydroxide* dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

الجمعة، السبت، الأحد  
الجمعة، السبت، الأحد

## DAFTAR PUSTAKA

- Alibaba, 2020, Harga-Harga Bahan Baku, dipublikasikan <https://www.alibaba.com/>
- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, "*Chemical Engineering Cost Estimation*", Mc Graw Hill Handbook Co, Inc, New York.
- Badan Pusat Statistik, 2020, Kebutuhan Ekspor dan Impor *Sodium Hydroxide* dan Sodium Chloride, dipublikasikan <https://www.bps.go.id/>
- Bank Indonesia, 2020, Nilai Suku Bunga, dipublikasika <https://www.bi.go.id/id/Default.aspx>
- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1959, "*Process Equipment Design*", John Wiley and Sons, Inc, New York.
- Chiloride, S. (2015). ( 12 ) Patent Application Publication ( 10 ) Pub . No . : US 2015 / 0086452 A1. 1(19).
- Coulson, J.M., and Richardson, J.F., 1983, "*Chemical Engineering*", Vol 1, Pergamon Internasional Library, New York.
- Holman, J., 1981, "*Heat Transfer*", Mc Graw Hill Book Co, Inc, New York. <https://www.clarke-energy.com/applications/coal-gas/coal-seam-methane/>  
<http://matche.com/equipcost/Agitator.html>
- Kementrian Perindustrian, 2020, Kebutuhan Ekspor dan Impor, dipublikasikan <https://www.kemenperin.go.id/>

Kern, D.Q., 1983, "*Process Heat Transfer*", Mc Graw Hill Book Co, Inc, New York. Keulks, George, W., Rosynek, Michael, P., Daniel, Chelliah,.

*"Bismuth Molybdate*

*Catalysts"*, Department of Chemistry and Laboratory for Surface Studies, University of Wisconsin-Milwaukee, 1971

McCabe, Smith, J.C., and Harriot, 1985, "*Unit Operation of Chemical Engineering*", 4th ed., Mc Graw Hill Book Co, Inc, New York.

Othmer, D.F., Kirk, R.E., 1949, "*Encyclopedia of Chemical Technology*", Volume 5, 5th Edition, ISBN: 978-0-471-48518-6, John Wiley and Son, Inc, New York.

Perry, R.H., and Green, D.W., 1986, *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 6<sup>th</sup> ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York

Speight, James, G., 2002, "*CHEMICAL AND PROCESS DESIGN HANDBOOK*", ISBN 0-07-137433-7, Mc Graw Hill Book Co, Inc, New York.

Wibawanta, Sandra, Anni, Setyowati, "*Catalytic Partial Oxidation of Propylene for Acrolein Production*", Thesis, Tidak diterbitkan, Curtin University of Thecnology, 2011.

Yaws, Carl L., 1998, "*Chemical Properties Handbook*", Mc Graw Hill Book Co, Inc, New York.

## LAMPIRAN

### REAKTOR

Jenis	: Reaktor Alir Tangki Berpengaduk
Fungsi	: Mereaksikan kalsium oksida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) dnegan limbah brine
Kondisi Operasi	: Temperature = $90^\circ\text{C}$ Tekanan = 1 atm = 14.7 psi
Reaksi utama	= $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{CaCO}_3$
Reaksi samping	= $\text{NaHCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{NaOH} + \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

### NERACA MASSA

komponen	LIMBAH BRINE		$\text{Ca(OH)}_2$		ARUS 4	
	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam	kg/jam	kmol/jam
NaCl	17,312.02	295.93			17,312.02	295.93
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	3,858.11	36.40			115.74	1.09
$\text{NaHCO}_3$	1,854.86	22.08			55.65	0.66
$\text{Ca(OH)}_2$			4,262.51	57.60	65.03	0.88
$\text{CaCO}_3$	12.37	0.12			5,684.64	56.72
NaOH					3,681.12	92.03
$\text{H}_2\text{O}$	100,619.93	5,590.00			101,005.44	21.42
TOTAL	123.,657.28		4,262.51		127,919.64	
			127,919.79		127,919.64	

### NERACA PANAS

Nilai Cp masing masing komponenen

NaCl = 10.79 kJ/kmol

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  = 112 kJ/kmol

$\text{NaHCO}_3$  = 87.6 kJ/kmol

$\text{Ca(OH)}_2$  = 87.5 kJ/kmol

$\text{CaCO}_3$  = 0.8343 kJ/kmol

NaOH = 59.5 kJ/kmol

$\text{H}_2\text{O}$  = 75.78 kJ/kmol

1. Entalpi umpan input reaktor :

$$T_{in} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

Komponen	Massa (Kg/Jam)	n,kmol/jam	$\int C_p.dT$ (kj/kmol)	$\Delta H_{in}$ (kj/jam)
NaCl	17,312.02	295.93	701,35	207,551.87
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3,858.11	36.40	7.280,00	264,971.88
NaHCO <sub>3</sub>	1,854.86	22.08	5.694,00	125,722.48
Ca(OH) <sub>2</sub>	4,262.51	57.60	5.687,50	327,608.64
CaCO <sub>3</sub>	12.37	0.12	54,23	6.71
NaOH	-	-	3.867,50	-
H <sub>2</sub> O	100,619.93	5,590.00	65,00	363,349.74
TOTAL				1,289,211.31

2. Entalpi umpan output reaktor :

$$T_{out} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$T_{ref} = 25^{\circ}\text{C}$$

Komponen	Massa (Kg/Jam)	n,kmol/jam	$\int C_p.dT$ (kj/kmol)	$\Delta H_{out}$ (kj/jam)
NaCl	17,312.02	295.93	701,35	207,551.87
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	115.74	1.09	7.280,00	7,949.16
NaHCO <sub>3</sub>	55.65	0.66	5.694,00	3,771.67
Ca(OH) <sub>2</sub>	65.03	0.88	5.687,50	4,998.04
CaCO <sub>3</sub>	5,684.64	56.72	54,23	3,076.05
NaOH	3,681.12	92.03	3.867,50	355,918.53
H <sub>2</sub> O	101,005.44	21.42	65,00	1,392.13
TOTAL			23.349,58	584,657.45

3. Panas Reaksi

Nilai Hf

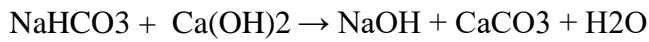
$$\text{NaOH} = -425.6 \text{ (kj/kmol)}$$

$$\text{CaCO}_3 = 1207.6 \text{ (kj/kmol)}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 = -987 \text{ (kj/kmol)}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = -1130.77 \text{ (kj/kmol)}$$

Reaksi :



$$\Delta HR_{298} = \Delta H_f \text{ produk} - \Delta H_f \text{ reaktan}$$

$$= 88,173.70 \text{ KJ/jam}$$

$$\Delta H_r = 199,693.61 \text{ KJ/jam}$$

$$Q \text{ yang diambil} = \Delta H_{in} + \Delta HR - \Delta H_{out}$$

$$= 1,289,211.31 + 199,693.61 - 584,657.45$$

$$= 904,247.47 \text{ kJ/jam}$$

#### 4. Neraca Panas Total

Komponen	Qin (kj/jam)		Qout (kj/jam)
	ARUS 2	ARUS 3	ARUS 7
NaCl		207,551.87	207,551.87
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>		264,971.88	7,949.16
NaHCO <sub>3</sub>		125,722.48	3,771.67
Ca(OH) <sub>2</sub>	327,608.64	-	4,998.04
CaCO <sub>3</sub>		6.71	3,076.05
NaOH		-	355,918.53
H <sub>2</sub> O		363,349.74	1,392.13
Qreaksi	199,693.61		
Qlepas			904,247.47
TOTAL	1,488,904.92		1,488,904.92

#### MENENTUKAN KONSTANTA REAKSI

Komponen	BM (kg/kmol)	rho(kg/l)	input		
			Fm (kmol/jam)	Fw (kg/jam)	Fv (l/jam)
NaCl	58,5	1900	295.93	17,312.02	9.11
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	2540	36.40	3,858.11	1.52
NaHCO <sub>3</sub>	84,007	2200	22.08	1,854.86	0.84
Ca(OH) <sub>2</sub>	74	2152	57.60	4,262.51	1.98
CaCO <sub>3</sub>	100	2710	0.12	12.37	0.00
NaOH	40	1883,1	0	0	0
H <sub>2</sub> O	18	965,7	5,590.00	100,619.93	0.79
TOTAL		14.3508	6,002.13	127,919.79	1.00

$$F_v = F_w/BM$$

$$F_w = F_m/BM$$

$$F_v = F_w/\rho = \text{Volume}$$

Konstanta kecepatan reaksi ditentukan berdasarkan data yang ada di patent 2870073.

Kondisi awal :

- Konversi reaktor ( $X_A$ ) = 97% = 0.97
- Konsentrasi awal pada  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $C_{A0}$ ) = 0.50
- Konsentrasi awal pada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ( $C_{B0}$ ) = 0.49
- Perbandingan konsentrasi (M) = 0.99

NILAI K PADA REAKTOR

Persamaan kecepatan reaksi :  $r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$

Rate of input - Rate of output - Rate of reaction = Rate of accumulation

$$0 - 0 - r_A V = (dC_A \cdot V) / dt$$

$$- r_A \cdot V = (dC_A \cdot V) / dt$$

maka :  $r_A = - dC_A/dt$ , dengan V tetap

Persamaan kecepatan reaksi,  $r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$ , dengan :

$$C_A = C_{A0} (1 - X_A)$$

$$C_B = C_{B0} - (C_{A0} \cdot X_A)$$

dengan harga  $M = C_{B0} / C_{A0} = 0.99$

Substitusi nilai  $C_A$  dan  $C_B$ , persamaan kec. reaksi menjadi :

$$r_A = k \cdot C_{A0} (1 - X_A)(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A)$$

Dari neraca massa dan persamaan reaksi, didapat :

$$r_A = k \cdot C_{A0} (1 - X_A)(C_{B0} - C_{A0} \cdot X_A) = - dC_{A0} (1 - X_A) / dt$$

$$k \cdot (C_{Ao})^2 (1-X_A)(M-X_A) = -C_{Ao} d(1-X_A) / dt$$

$$k \cdot C_{Ao} (1-X_A)(M-X_A) = -d(1-X_A) / dt$$

$$\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)(M-X_A)} = k C_{Ao} \int_0^t dt$$

$$\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)(M-X_A)} = k C_{Ao} (t - 0)$$

$$\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)(M-X_A)} = k C_{Ao} t \dots\dots\dots(1)$$

Dari hasil integral persamaan (1), didapat harga A dan B sebagai berikut :

$$A = 1 / (M-1)$$

$$B = -1 / (M-1)$$

Substitusi nilai A dan B ke persamaan dan berdasarkan persamaan (1), diperoleh:

Substitusi nilai A dan B ke persamaan dan berdasarkan persamaan (1), diperoleh:

$$\int_0^{X_A} \frac{dX_A}{(1-X_A)(M-X_A)} = k C_{Ao} t$$

$$\frac{1}{(M-1)} \int_0^{X_A} \frac{dX}{(1-XA)} - \frac{1}{(M-1)} \int_0^{X_A} \frac{dX}{(M-XA)} = k C_{Ao} t$$

$$\frac{1}{(M-1)} \ln(1-XA) + \frac{1}{(M-1)} \ln(M-XA) = k C_{Ao} t$$

$$-\frac{1}{(M-1)} [\ln(1-XA) - \ln 1] + \frac{1}{(M-1)} [\ln(M-XA) - \ln M] = k C_{Ao} t$$

$$-\frac{1}{(M-1)} [\ln(M-XA) - \ln(1-XA) - \ln M] = k C_{Ao} t$$



maka, persamaan (1) menjadi :

$$\frac{1}{(M-1)} \ln \left[ \frac{(M - X_A)}{(1 - X_A) M} \right] = k C_{A0} t \dots\dots\dots(2)$$

mencari nilai k pada suhu 90°C

$$k = \frac{\frac{1}{(M-1)} \ln \left[ \frac{(M - X_A)}{(1 - X_A) M} \right]}{C_{A0} t}$$

diketahui :

T (K) = 353 ; t (jam) = 3

T (K) = 403. ; t (jam) = 2

Menghitung harga k1 pada t1 = 3 jam

$$k_1 = 30.29 \text{ L/mol.jam}$$

Menghitung harga k2 pada t2 = 2 jam

$$k_2 = 45.43 \text{ L/mol.jam}$$

jadi, diasumsikan bahwa :

T1 = 353 K; t1 = 3 jam; k1 = 30.29 L/mol.jam

T2 = 403 K; t2 = 2 jam; k2 = 45.43 L/mol.jam

menghitung konstanta kecepatan reaksi pada suhu 90°C mengikuti

persamaan Arrhenius :

$$k = A.e^{(-E/RT)}$$

$$\ln k = \ln A.(-E/R.T)$$

Bila  $-E/R = B$

Maka:  $\ln k = \ln A + B/T$

Sehingga :  $\ln k_1 = \ln A + B/T_1 \dots\dots(1)$

$\ln k_2 = \ln A + B/T_2 \dots\dots(2)$

$\ln k_1 - \ln k_2 = (B/T_1) - (B/T_2) \dots\dots(3)$

$(\ln 30.29) - (\ln 45.43) = (B/353) - (B/403)$

$3.41 - 3.82 = 403B - 353B / 142,259.00$

$-0.41 = 50.00 B / 142,259.00$

$B = -1,153.62$

substitusi ke persamaan (1)

$\ln k_1 = \ln A + (B/T_1)$

$\ln 30.29 = \ln A + (-1,153.62/353)$

$3.41 = \ln A - 3.27$

$\ln A = 6.68$

$A = 795.40$

maka konstanta kecepatan reaksinya :

$k = 795.40 e^{(-1,153.62/T)}$

pada suhu  $90^\circ\text{C} = 363 \text{ K}$

$k = 33.14 \text{ L/mol jam}$

Jadi konstanta kecepatan reaksi pada suhu  $90^\circ\text{C} = 33.14 \text{ L/mol jam}$

## PERHITUNGAN VOLUME REAKTOR

Kondisi operasi

- Isothermal tidak adanya perubahan suhu masuk dan suhu keluar umpan
- Volume selama cairan tetap
- Reaksi merupakan orde dua

Maka akan diperoleh volume cairan reaktor :

$$\begin{aligned} V &= \frac{Fv \cdot xa}{k \cdot CA0(1-xa)(M-xa)} \\ &= \frac{(90,50)x(0,97)}{33,14 \times 0,50 \times (1 - 0,97)(1,455 - 0,977)} \\ &= 11,820.65 \text{ lt} \end{aligned}$$

## OPTIMASI JUMLAH REAKTOR

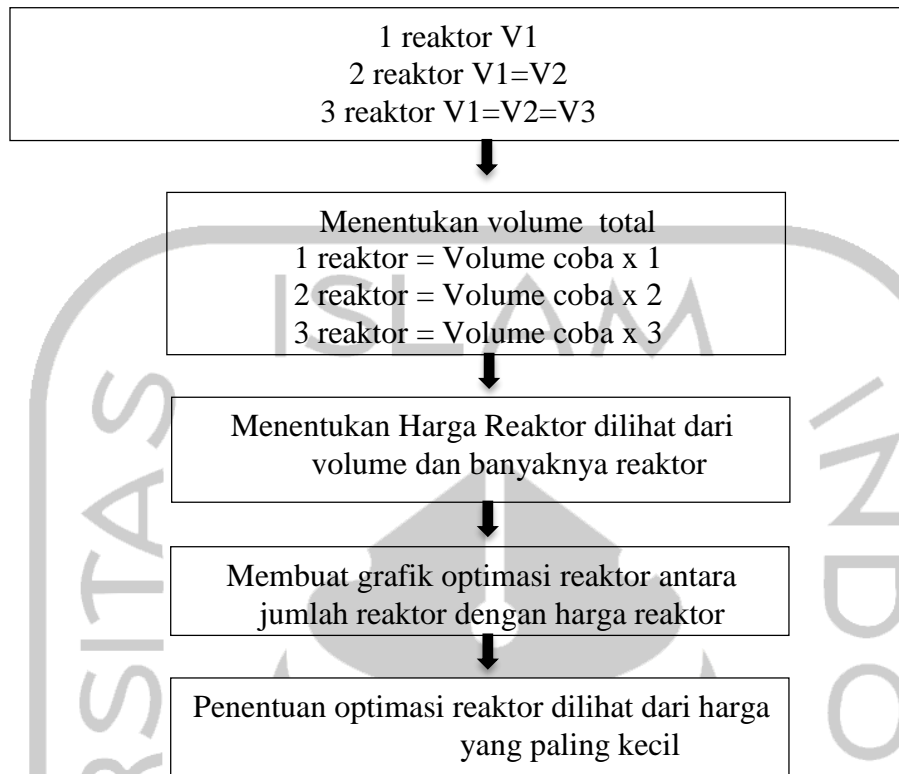
Alogaritma optimasi :

Menentukan nilai  $f_v$ ,  $C_{A0}$ ,  $M$ ,  $k$

Menghitung nilai volume Coba Coba ( $V$ )

Tentukan nilai  $X_1, X_0$  jika 1 reaktor,  
 $X_2, X_1, X_0$  jika 2 reaktor, dan seterusnya menggunakan rumus  
persamaan umum optimasi reaktor

$$X_{An-1} = X_{An} - \frac{V \cdot k \cdot CA_0 \cdot (1 - X_{An})(M - X_{An})}{Fv}$$



Untuk jumlah optimasi reaktor digunakan persamaan umum sebagai berikut:

$$XA_{n-1} = XA_n - \frac{V \cdot k \cdot CA_0(1 - XA_n)(M - XA_n)}{Fv}$$

**Satu reaktor**

k = 33,14 lt/kgmol.jam

Fv = 117.65 lt/j

CAo = 0,50 kgmol/lt

M = 0,99

Volume Coba = 11,820.65 lt = 3.122,685 gallon

X1 = 0,97

$$X0 = 0,97 - \frac{(11,820.65)(33,14) \cdot (0,50)(1 - 0,97)(0,99 - 0,97)}{90,50}$$

= 0

### **Dua Reaktor**

$$k = 33,14 \text{ lt/kgmol.jam}$$

$$F_v = 90,50 \text{ lt/j}$$

$$C_{Ao} = 0,50 \text{ kgmol/lt}$$

$$M = 0,99$$

$$\text{Volume Coba} = 734,976 \text{ liter} = 194,160 \text{ gallon}$$

$$X_2 = 0,97$$

$$X_1 = 0,97 - \frac{(1734,976)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$$

$$= 0,91$$

$$X_0 = 0,91 - \frac{(1734,976)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$$

$$= 0$$

### **Tiga Reaktor**

$$k = 33,14 \text{ lt/kgmol.jam}$$

$$F_v = 90,50 \text{ lt/j}$$

$$C_{Ao} = 0,50 \text{ kgmol/lt}$$

$$M = 0,99$$

$$\text{Volume Coba} = 262,633 \text{ liter} = 69,380 \text{ gallon}$$

$$X_3 = 0,97$$

$$X_2 = 0,97 - \frac{(262,633)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$$

$$= 0,95$$

$$X_1 = 0,95 - \frac{(1734,976)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$$

$$= 0,86$$

$$X_0 = 0,86 - \frac{(1734,976)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$$

$$= 0$$

**Empat Reaktor**

k = 33,14 lt/kgmol.jam

Fv = 90,50 lt/j

CAo = 0,50 kgmol/lt

M = 0,99

Volume Coba = 146,432 liter = 38,683 gallon

X4 = 0,97

X3 = 0,97 -  $\frac{(146,432)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$

= 0,96

X2 = 0,96 -  $\frac{(146,432)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$

= 0,93

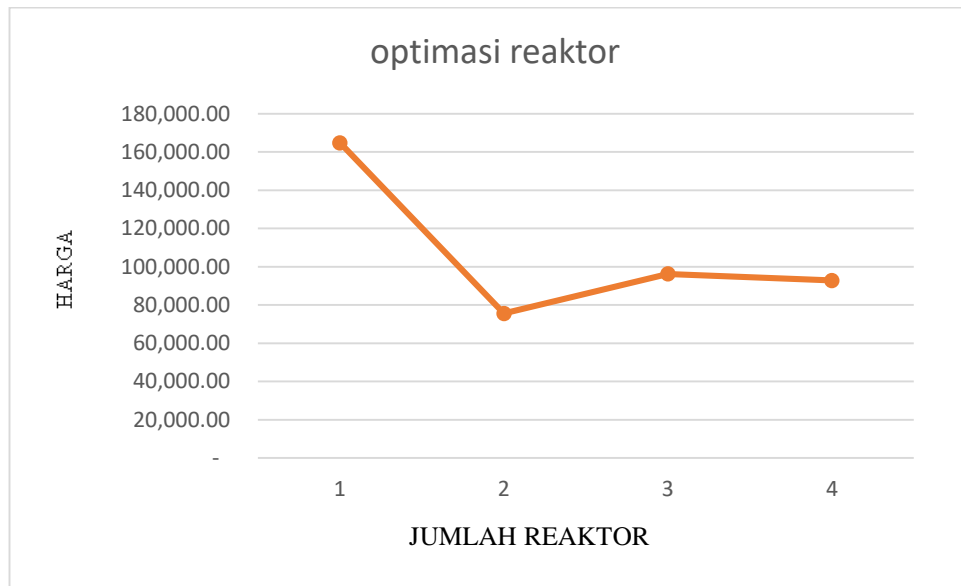
X1 = 0,93 -  $\frac{(146,432)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$

= 0,82

X0 = 0,82 -  $\frac{(146,432)(33,14) \cdot (0,50)(1-0,97)(0,99-0,97)}{90,50}$

= 0

N	V (gal)	V total (gal)	Harga Reaktor
1	3122,6858	3122,6858	164,800.00
2	194,1601	388,3202	75,600.00
3	69,3805	208,1416	96,300.00
4	38,6833	154,7332	92,800.00



Kesimpulan : reaktor yang digunakan yaitu sebanyak 2 buah dengan konversi (X1) = 0,91% dan konversi (X2) = 0,97%

Over Design : 20 %

Digunakan 2 reaktor maka volumenya = 734,976 liter

Volume reaktor = 1,2 X 734,976 liter  
= 881,97 liter

### PERHITUNGAN DIMENSI TANGKI

Mengitung ukuran reaktor dengan H : D = 1:1 (Menurut Peters dan Timmerhaus (1980), overdesign yang di rekomendasikan untuk " Continuous Reaktor")

Volume Silinder Tangki (V)

$$V = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) H S = \frac{\pi D^3}{4} \quad (\text{Perry \& Green, 1999})$$

Tutup berbentuk torispherical dishead head Karena digunakan tekanan operasi hingga 18 bar dan cukup ekonomis.

$$V = 1/4 \pi \cdot D^2 \times H$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{4V_2}{\pi}} = 1,04 \text{ m} = \text{in}$$

$$H = 1 \times 1,04 = 1,04 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} H_s \text{ (tinggi total shell)} &= \text{tinggi cairan} + \text{tinggi ruang kosong} \\ &= H + H/5 \\ &= 1,2 H \\ &= 1,25 \text{ m} \end{aligned}$$

#### Mencari tebal shell

$$P = \text{tekanan desain (psia)} = 19,40$$

$$r_i = \text{jari-jari dalam tangki (in)} = 20,46$$

$$f = \text{allowable stress (psia)} = 17500$$

$$E = \text{joint efficiency} = 80\%$$

$$C = \text{faktor korosivitas (0,0125 in/th)} = 0,0125$$

$$t_s = \frac{P r_i}{f E - 0,6 P} + c$$

$$= 0,0128 \text{ inch}$$

$$= 0,00032 \text{ m}$$

Tinggi larutan dalam tangki

$$\text{tinggi larutan} = \frac{v}{v_{lar}} \times D = 0,87 \text{ m}$$

$$= 34,11 \text{ inch}$$



Tekanan Hidrostatik (Ph)

$$\begin{aligned} P_h &= \rho \times g \times ZL \\ &= 1,47 \text{ psia} \end{aligned}$$

Tekanan design

$$\begin{aligned} P_{\text{design}} &= 1,2 \times P_{\text{operasi}} \\ &= 19,4 \text{ psia} \end{aligned}$$

**Menghitung diameter standar**

$$\text{ID shell} = D = 40,93 \text{ in}$$

$$\text{OD shell} = \text{ID} + 2 \text{ ts} = 40,95 \text{ in}$$

dilihat brownell & young tabel 5.7 , dipilih OD standar yaitu hasil terdekat dr ID

$$\text{OD} = 48 \text{ in}$$

$$= 1,22 \text{ m}$$

standarisasi dari table 5.7 Brownell & Young, hal. 91, didapat :

$$\text{icr} = 3 \text{ in}$$

$$\text{rc} = 48 \text{ in}$$

$$\text{ID} = \text{OD} - 2\text{ts} = 47,97 \text{ in}$$

$$= 1,22 \text{ m}$$

$$\text{H} = 20,46 \text{ in}$$

$$= 1,04 \text{ m}$$

**Perancangan dimensi head**

$$\text{th} = \frac{P \cdot \text{rc} \cdot W}{2 \cdot f \cdot E - 0.2 \cdot P} + C = 0,01 \text{ inch}$$

$$W = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{\text{rc}}{\text{icr}}} \right) = 1,75$$

$$\begin{aligned}
 ID &= OD - 2 \times th \\
 &= 47,63 \text{ in} \\
 &= 1,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$a = ID/2 = 23,81 \text{ in}$$

$$AB = a - icr = 20,81 \text{ in}$$

$$BC = rc - irc = 45 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = 30,90 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 b &= rc - AC = 8,10 \text{ in} \\
 &= 0,21 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 OA \text{ (tinggi tutup)} &= sf + b + t_{\text{head}} = 8,62 \text{ in} \\
 &= 0,22 \text{ m}
 \end{aligned}$$

volume head total (V dish) = volume head (Vh) + volume flange (Vsf)

$$V_{sf} = \frac{\pi D^2 sf}{4 \times 144} = 6,28 \text{ in}$$

$$\text{volume dish} = 0,000049 D_s^3 = 5,42 \text{ in}$$

$$\text{volume head total} = 11,70 \text{ in}$$

$$v_{\text{shell design}} = (\phi/4 \times D^3) = 86.814,72 \text{ in}$$

$$v_{\text{shell}} = v_{\text{shell desain}} - v_{\text{head total}}$$

$$= 86803,02 \text{ in}$$

$$\text{volume REAKTOR total} = \text{volume shell} + \text{volume head}$$

$$= 86.814,72 \text{ in}$$

$$= 1,42 \text{ m}^3$$

$$= 1.422,82 \text{ liter}$$

sehingga tinggi cairan total dalam reaktor ( sebelum adanya koil )

$$h \text{ total} = h + b + sf$$

$$= 1,26 \text{ m}$$

$$\text{TINGGI TOTAL REAKTOR} = H_s + (2 \times OA)$$

$$= 49,53 \text{ m}$$

### PERANCANGAN PENGADUK REAKTOR

Komponen	BM (kg/kmol)	$\mu$ (cp)	$\ln \mu_i$	$X_i \cdot \ln \mu_i$	$X_i \cdot \rho$	$\mu \times$
NaCl	58.5	0.009352	-4.67217	-1.2479	0.507476	0.002498
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	106	0.000216	-8.4412	-0.91042	0.27395	2.33E-05
NaHCO <sub>3</sub>	84.007	0	0	0	0.090408	0
Ca(OH) <sub>2</sub>	74	0	0	0	0.232737	0
CaCO <sub>3</sub>	100	0	0	0	0.000884	0
NaOH	40	0.4316	-0.84026	0	0	0
H <sub>2</sub> O	18	1.003	0.002996	0.001424	0.459174	0.47691
TOTAL		1.444168	-13.9506	-2.1569	1.564629	0.479431

A. Diameter pengaduk (Di)

$$D_i = D_t/3$$

$$= 40,93/3 = 13,643 \text{ inch}$$

B. Tinggi pengaduk (w)

$$W = D_i/5$$

$$= 13,643/5 = 2,72 \text{ inch}$$

C. Lebar pengaduk (L)

$$L = D_i/4$$

$$= 13,643/4 = 3,411 \text{ inch}$$

D. Lebar baffle (B)

$$B = D_i/12$$
$$= 13,643/12 = 1,137 \text{ inch}$$

E. Jarak pengaduk dengan dasar tangki (E) =  $D_i(0.75-1.3)$ ; dipilih 1,3

$$E = D_i \times 1,3$$
$$= 13,643 \times 1.3 = 17,736 \text{ inch}$$

#### **RESUME UKURAN REAKTOR =**

Diameter dalam reaktor (Dt) = 1,210 m

Tinggi reaktor (ZR) = 1,685 m

Jarak pengaduk dari dasar (E) = 0,450 m

Diameter pengaduk (Di) = 0,347 m

Lebar pengaduk (L) = 0,087 m

Lebar Baffle (B) = 0,029 m

Tinggi cairan (ZL) = 0,866 m

#### **KECEPATAN PENGADUK DALAM REAKTOR**

$$\frac{WELH}{2 D_i} = \left( \frac{\pi D_i N}{600} \right)^2$$

Keterangan : WELH : Water Equipment Liquid Height  
Di : Diameter Pengaduk (ft)  
N : Kecepatan putaran pengaduk (rpm)  
H : Tinggi pengaduk (ft)

$$WELH = ZL \times \frac{\rho_{cairan}}{\rho_{air}} = 0,941 \text{ m}$$

$$\text{jumlah pengaduk} = WELH/D_i = 2,718 = 3$$

$$N = \frac{600}{\pi D_i} \sqrt{\frac{WELH}{2 D_i}}$$

$$= 195,938 \text{ rpm}$$

Maka N standar wallas halaman 288 yang dipilih 84 rpm

$$Re = \frac{N D_i^2 \rho}{\mu}$$

$$= 424856912,6 \text{ (Turbulen)}$$

**Mencari power**

data didapatkan dari figure 477, brown page 507

$$P_o = 7$$

$$G_c = 32.174 \text{ lbf ft/ lbf s}^2$$

$$P = \frac{P_o N^3 D_i^5 \rho}{G_c}$$

$$= 60247,32 \text{ ft lbf/s}$$

Maka nilai P/550 = 109,540 HP

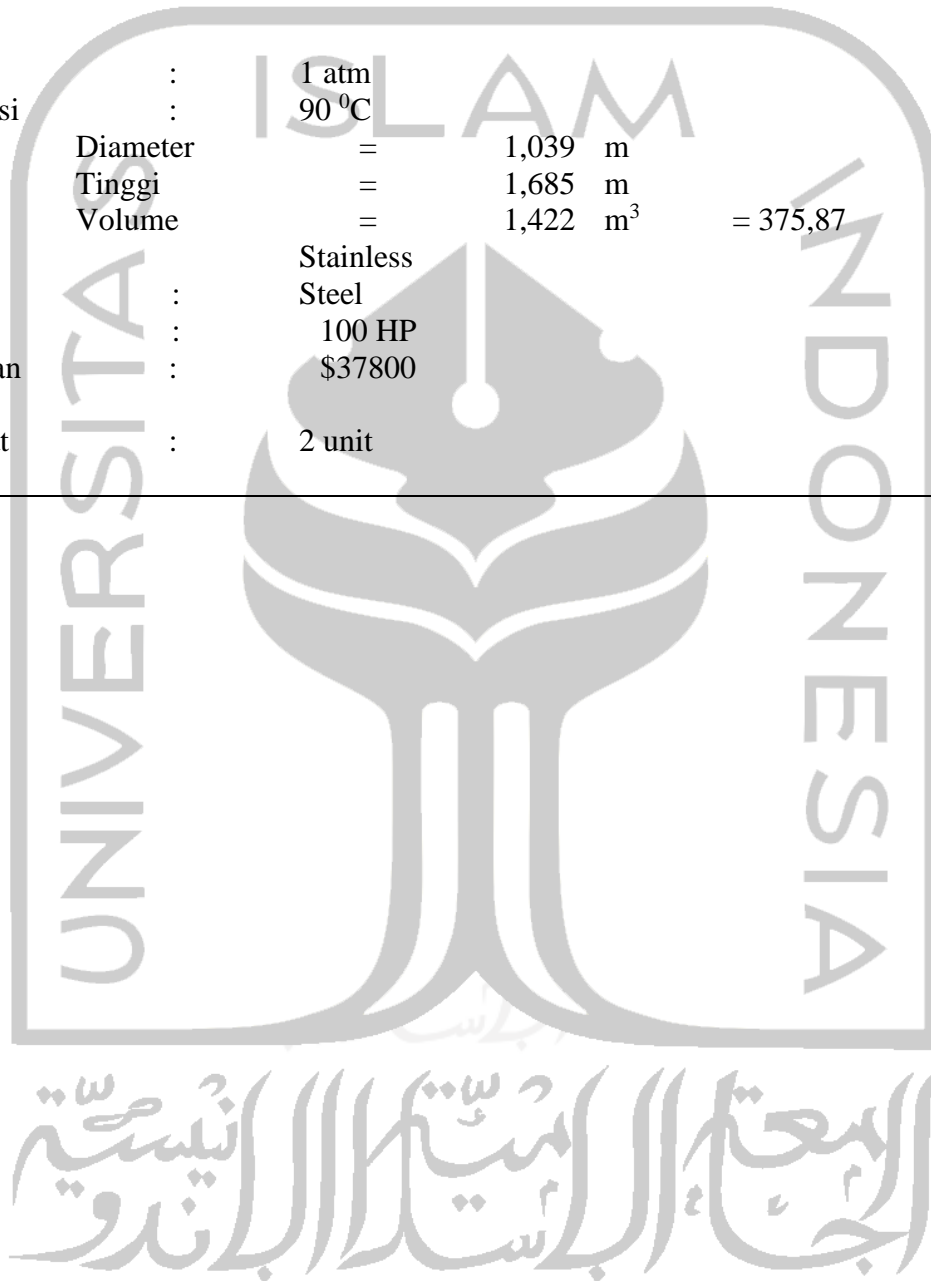
Dari ( Fig. 1438 peter hal 521), diperoleh efisiensi motor = 85%

$$\text{Power motor} = 109,540 \text{ HP} \times 85\% = 93,10 \text{ HP}$$

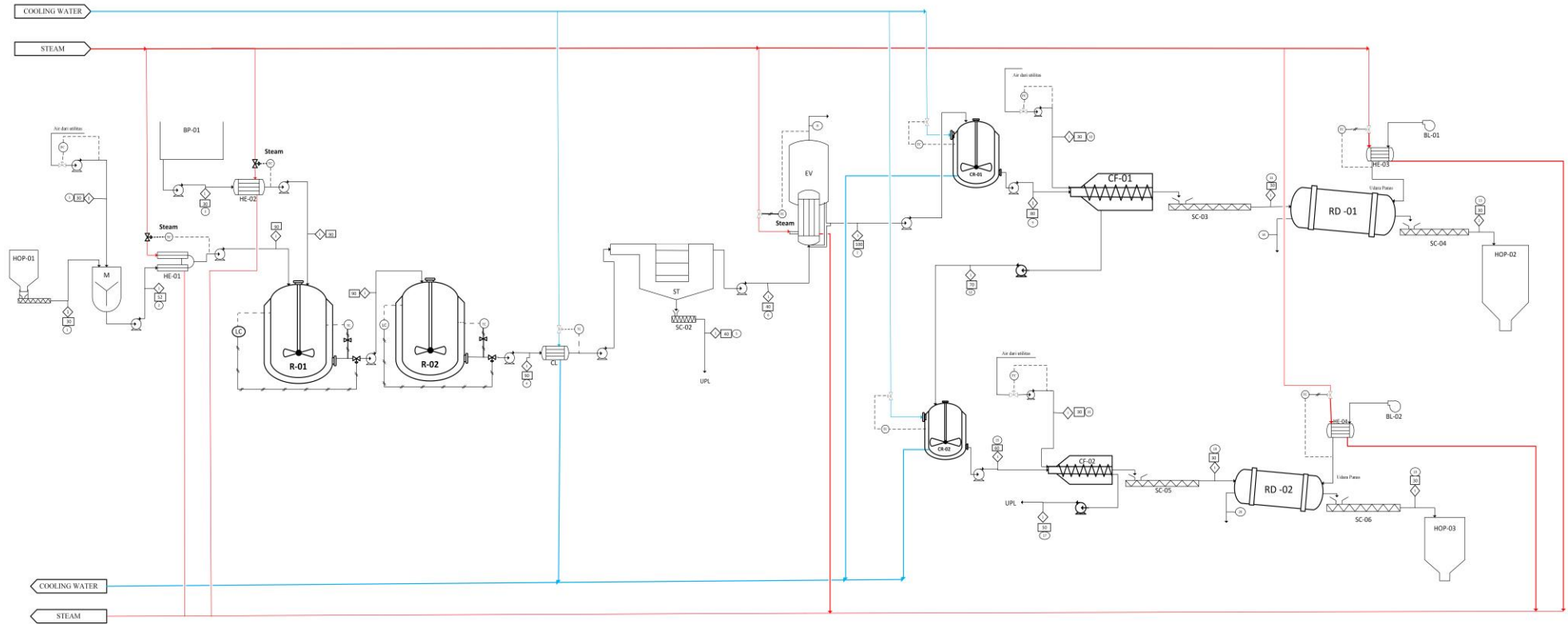
Maka power motor standar yaitu 100 HP

## REAKTOR

Fungsi alat	:	MEREAKSIKAN $\text{Ca(OH)}_2$ dengan limbah brine		
Tipe alat	:	reaktor alir tangki berpengaduk		
Tekanan operasi	:	1 atm		
Suhu operasi	:	$90^\circ\text{C}$		
Spesifikasi	Diameter	=	1,039 m	
	Tinggi	=	1,685 m	
	Volume	=	1,422 $\text{m}^3$	= 375,87 gallon
Material	:	Stainless Steel		
Power	:	100 HP		
Harga satuan	:	\$37800		
Jumlah Alat	:	2 unit		



PRA RANCANGAN  
PABRIK SODIUM HYDROXIDE DARI LIMBAH BRINE DAN KAPUR TOHOR  
20.000 TON/TAHUN  
TUGAS AKHIR



komponen	No. Arus (kg/jam)																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NaCl	0	0	17312.02	17312.02	346.24	16965.78	16965.78	0	16965.78	0	16,931.85	33.93	16931.85	-	33.93	0	33.93	-	0	0.00
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0	0	3858.11	115.74	2.31	113.43	113.43	0	113.43	0	0	113.43	0.00	0	113.43	0	113.43	0	0	0.00
NaHCO <sub>3</sub>	0	0	1854.86	55.65	1.11	54.53	54.53	0	54.53	0	0	54.53	0.00	0	54.53	0	54.53	0	0	0.00
Ca(OH) <sub>2</sub>	0	4262.51	0.00	65.03	5684.64	64.38	64.38	0	64.38	0	63.09	1.29	63.09	-	1.29	0	1.29	0	0	0.00
CaCO <sub>3</sub>	0	0	12.37	5684.64	73.62	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
NaOH	0	0	0.00	3681.12	2020.11	3607.50	3607.50	0	3607.50	2,969.56	-	3,607.50	0.00	0	3,607.50	0	1082.25	2,525.25	2,525.25	0.00
H <sub>2</sub> O	3,836.26	0	100619.93	101005.44	0.65	98985.33	4949.27	94036.07	4949.27	0	1,845.09	6,073.74	73.80	1,771.28	6,073.74	3,036.87	7835.12	1,275.49	51.02	1224.47
CaO	426	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	0.00
TOTAL	4262.51	4262.51	123657.28	127919.64	8128.69	119790.95	25754.89	94036.07	25754.89	2969.56	18840.03	9884.42	17068.74	1771.28	9884.42	3036.87	9120.55	3800.74	2576.27	1224.47

**KETERANGAN ALAT**  
 BP : Bak Penampung Limbah Brine  
 M : Mixer  
 R : Reaktor  
 LC : Level Controller  
 ST : Settler  
 EV : Evaporator  
 CR : Centrifuge  
 CF : Centrifuge  
 RD : Rotary Dryer  
 HE : Heat Exchanger  
 CL : Cooler  
 HOP : Hooper  
 SC : Screw Conveyor

**Keterangan**  
 FC : Flow Controller  
 LC : Level Controller  
 LC : Level Controller  
 Tekanan (atm)  
 Nomor Arus  
 Saluran (Gelas)  
 Control Valve  
 Electric Connection  
 Piping  
 Temperature Controller  
 Pneumatic

  
 JURUSAN TEKNIK KIMIA  
 FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 YOGYAKARTA  
 PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
 PRA RANCANGAN SODIUM HYDROXIDE DARI LIMBAH BRINE  
 KAPASITAS 20.000 TON/TAHUN  
 Dikerjakan Oleh :  
 Amah Jofani 16521064  
 Risky Alfianto 16521171  
 Dosen Pembimbing :  
 Farham H.M. Saleh, Dr., Ir., MSc.  
 Lili Kistiyani, ST, MEng.