

PRA RENCANA PABRIK

**KALSIUM HIPOKLORIT DENGAN PROSES KLORINASI
CAMPURAN HIDROKSIDA DAN SEPARASI DARI GARAM
KAPASITAS 63.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
EVAPORATOR**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

NIMAS NARULLITA

1214911



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2014

REDAZIONE AMMINISTRATIVA

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE
COMITATO DI AMMINISTRAZIONE
COMITATO DI AMMINISTRAZIONE

AMMINISTRAZIONE
AMMINISTRAZIONE

AMMINISTRAZIONE

AMMINISTRAZIONE

AMMINISTRAZIONE

AMMINISTRAZIONE

AMMINISTRAZIONE

AMMINISTRAZIONE

AMMINISTRAZIONE

LEMBAR PERSETUJUAN

PRA RENCANA PABRIK

**KALSIUM HIPOKLORIT DENGAN PROSES KLOORINASI
CAMPURAN HIDROKSIDA DAN SEPARASI DARI GARAM
KAPASITAS 63.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA
EVAPORATOR**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Menempuh Wisuda
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh:

NIMAS NARULLITA

1214911


Malang, Agustus 2014

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Jimmy, ST, MT
NIP. Y 1039900330


Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT
NIP. 19580802 199103 2 001

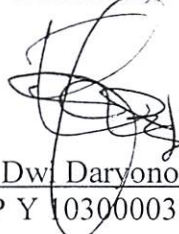
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : NIMAS NARULLITA
NIM : 1214911
Jurusan/Program : TEKNIK KIMIA
Studi :
Judul Skripsi : KALSIMUM HIPOKLORIT DENGAN PROSES
KLOORINASI CAMPURAN HIDROKSIDA
DAN SEPARASI DARI GARAM KAPASITAS
63.000 TON/TAHUN
Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :
Hari : Sabtu
Tanggal : 16 Agustus 2014
Nilai : B+

 Ketua,


Jimmy, ST, MT
NIP Y 1039900330

Sekretaris,



Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP Y 1030000351

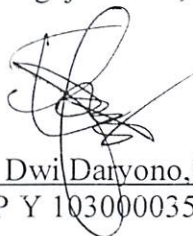
Anggota Penguji,

Penguji Pertama,



Ir Muyassaroh, MT
NIP Y 1039700306

Penguji Kedua,



Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
NIP Y 1030000351

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : NIMAS NARULLITA
NIM : 1214911
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul :

PRA RENCANA PABRIK

KALSIUM HIPOKLORIT DENGAN PROSES KLORINASI CAMPURAN HIDROKSIDA DAN SEPARASI DARI GARAM KAPASITAS 63.000 TON/TAHUN

Adalah Skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain yang tidak disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Agustus 2014

Yang membuat pernyataan,



Nimas Narullita
NIMAS NARULLITA

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul *"Kalsium Hipoklorit Dengan Proses Klorinasi Campuran Hidroksida Dan Separasi Dari Garam Kapasitas 63.000 Ton/Tahun "* dengan baik.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna menempuh ujian Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.

Dengan terselesainya Skripsi ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Jimmy S1, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
2. Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT, selaku dosen pembimbing Skripsi.
3. Rekan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya Skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Penyusun berharap Skripsi ini dapat berguna bagi penyusun secara pribadi maupun pembaca sekalian khususnya di bidang ilmu Teknik Kimia.

Malang, Agustus 2014

Penyusun

**PRA RENCANA PABRIK KALSIMUM HIPOKLORIT DENGAN PROSES
KLORINASI CAMPURAN HIDROKSIDA DAN SEPARASI DARI GARAM
KAPASITAS 63.000 TON/TAHUN**

Disusun Oleh:

Dosen Pembimbing

1. Hesty Vidityas M NIM. 1214907
2. Nimas Narullita NIM. 1214911

Prof. Dr Ir. Tri Poespowati, MT

ABSTRAK

Kalsium Hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) merupakan suatu senyawa garam inorganik yang digunakan pada deterjen dan produk pembersih untuk membunuh semua pathogen. Senyawa ini juga banyak digunakan dalam proses pengolahan air dan air buangan serta sebagai zat pemutih (*bleaching agent*) dalam industri tekstil. Kalsium Hipoklorit digunakan pada komersial *laundry* dan tekstil karena memiliki kestabilan yang lebih baik dan lebih ekonomis daripada *sodium hypochlorite*.

Pabrik Kalsium Hipoklorit ini akan didirikan di daerah Gresik, Provinsi Jawa Timur pada tahun 2017 dengan kapasitas 63.000 ton/tahun. Bentuk perusahaan Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi berbentuk garis dan staff. Dari hasil perhitungan diperoleh $\text{BEP} = 34\%$, $\text{IRR} = 36\%$, $\text{POT} = 2,64$ tahun, $\text{ROI}_{\text{bt}} = 48\%$, $\text{ROI}_{\text{at}} = 28\%$, dan $\text{TCI} = \$ 9,507,007.71$

Kata Kunci : Kalsium Hipoklorit, zat pemutih, industri

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing.....	ii
Berita Acara Ujian Skripsi.....	iii
Pernyataan Keaslian Isi Skripsi.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Abstraksi.....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.2. Bahan Baku dan Produk.....	I-1
1.3. Analisis Pasar.....	I-4
1.4. Pemilihan Lokasi.....	I-6
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II-1
2.1. Macam Proses.....	II-1
2.2. Seleksi Proses.....	II-2
2.3. Uraian Proses.....	II-3
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
BAB IV NERACA PANAS.....	IV-1
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN.....	V-1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA.....	VI-1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA.....	VII-1
7.1. Instrumentasi.....	VII-1
7.2. Keselamatan Kerja.....	VII-7
BAB VIII UTILITAS.....	VIII-1
8.1. Unit Penyediaan Air.....	VIII-1
8.2. Unit Penyediaan Listrik.....	VIII-8
8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	VIII-9

BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK.....	I
9.1. Lokasi Pabrik.....	I
9.2. Tata Letak Pabrik.....	I
BAB X STRUKTUR ORGANISASI.....	II
10.1. Dasar Perusahaan.....	II
10.2. Bentuk Perusahaan.....	II
10.3. Struktur Organisasi Perusahaan.....	II
10.4. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab.....	II
10.5. Jam Kerja.....	II
10.6. Penggolongan Tingkat Pendidikan Karyawan.....	X
10.7. Perincian Jumlah Karyawan.....	X
10.8. Sistem Pengupahan Karyawan.....	X
BAB XI ANALISIS EKONOMI.....	X
11.1. Penafsiran Harga Peralatan.....	X
11.2. Dasar Perhitungan.....	X
11.3. Perhitungan Biaya.....	X
11.4. Analisa Kelayakan.....	X
11.5. Hasil Perhitungan.....	X
BAB XII KESIMPULAN.....	X
12.1. Aspek Teknis.....	X
12.2. Aspek Sosial.....	X
12.3. Aspek Lokasi Pabrik.....	X
12.4. Aspek Lingkungan.....	X
12.5. Aspek Analisa Ekonomi.....	X

DAFTAR PUSTAKA

APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA

APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS

APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN

APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS

APPENDIKS E . PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Kebutuhan Kalsium Hipoklorit di Indonesia.....	I-4
Tabel 2.1 Parameter Pemilihan Proses Pembuatan Kalsium Hipoklorit.....	II-2
Tabel 3.1 Neraca Massa di Tangki Pengencer NaOH.....	III-1
Tabel 3.2 Neraca Massa di Tangki Pengencer CaO.....	III-2
Tabel 3.3 Neraca Massa di <i>Salt Nucleator</i>	III-3
Tabel 3.4 Neraca Massa di Reaktor.....	III-4
Tabel 3.5 Neraca Massa di <i>Hydrocyclone</i>	III-5
Tabel 3.6 Neraca Massa di <i>Decanter</i>	III-6
Tabel 3.7 Neraca Massa di <i>Evaporator</i>	III-7
Tabel 3.8 Neraca Massa di <i>Spray Dryer</i>	III-8
Tabel 5.1 Spesifikasi Alat di Pabrik Kalsium Hipoklorit.....	V-1
Tabel 7.1. <i>Plant HAZOP</i> Pabrik Kalsium Hipoklorit.....	VII-4
Tabel 7.2. Alat Keselamatan Kerja.....	VII-7
Tabel 7.3. <i>Material Safety Data Sheet</i> di unit <i>Lime Wetting</i>	VII-8
Tabel 7.4. <i>Material Safety Data Sheet</i> di unit <i>Mixing</i>	VII-9
Tabel 7.5. <i>Material Safety Data Sheet</i> di unit <i>Salt Nucleator</i>	VII-10
Tabel 7.6. <i>Material Safety Data Sheet</i> di unit <i>Chlorinator</i>	VII-13
Tabel 8.1. Kebutuhan Steam.....	VIII-4
Tabel 8.2. Kebutuhan Air Pendingin.....	VIII-5
Tabel 8.3. Kebutuhan Air Sanitasi.....	VIII-7
Tabel 8.4. Kebutuhan Air Proses.....	VIII-7
Tabel 8.5. Total Kebutuhan Air.....	VIII-7
Tabel 9.1. Luas Area Pabrik.....	IX-12
Tabel 10.1 Jadwal Kerja Karyawan.....	X-10
Tabel 10.2. Daftar Jumlah Karyawan Pabrik <i>Kalsium Hipoklorit</i>	X-13
Tabel 11.1. Perkiraan <i>Fixed Capital Investment</i> berdasarkan komponen biaya.....	XI-4
Tabel 11.2. Perkiraan <i>Direct Manufacturing Cost</i> berdasarkan komponen biaya.....	XI-5
Tabel 11.3. Perkiraan <i>Fixed charges</i> berdasarkan komponen biaya.....	XI-6
Tabel 11.4. Perkiraan <i>Plant Overhead Cost</i> berdasarkan komponen biaya.....	XI-6
Tabel 11.5. Perkiraan <i>Total Manufacturing Cost</i> berdasarkan komponen biaya.....	XI-6
Tabel 11.6. Perkiraan <i>General Expense</i> berdasarkan komponen biaya.....	XI-6
Tabel 11.7. Perkiraan <i>Total Production Cost</i> berdasarkan komponen biaya.....	XI-7
Tabel 11.8 <i>Cash Flow</i>	XI-8

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Klorinasi Campuran Hydroxides dan Separasi dari Garam.....	II-1
Gambar 2.2 Proses produksi dari <i>lime</i> dan <i>dibasic calcium hypochlorite</i>	II-2
Gambar 9.1 Peta ketersediaan batuan kapur di Indonesia.....	IX-2
Gambar 9.2 Peta Lokasi Pabrik Kalsium Hipoklorit.....	IX-6
Gambar 9.3 Tata Letak Pabrik Kalsium Hipoklorit.....	IX-8
Gambar 9.4. Tata Letak Peralatan Pabrik Kalsium Hipoklorit.....	IX-10
Gambar 10.1. Bagan Struktur Organisasi Pra Rencana Pabrik Kalsium Hipoklorit.....	X-16
Gambar 11.1. Grafik <i>Break Even Point</i> (BEP).....	XI-7

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kalsium Hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) merupakan suatu senyawa garam inorganik yang digunakan pada detergent dan produk pembersih untuk membunuh semua pathogen. Senyawa ini juga banyak digunakan dalam proses pengolahan air dan air buangan serta sebagai zat pemutih (*bleaching agent*) dalam industri tekstil.

Bubuk pemutih (*bleaching powder*) dibuat pertama kali pada 1790. Bubuk ini merupakan campuran dari *calcium hypochlorite*, *dibasic calcium hypochlorite*, *dibasic calcium chloride* dan sedikit garam kalsium yang lain.

Pada tahun 1928, *calcium hypochlorite* diperkenalkan untuk menggantikan *bleaching powder* di United States. Kestabilan dan solubilitasnya lebih baik daripada *hemibasic calcium hypochloride* dan *bleaching powder*.

Kalsium Hipoklorit digunakan pada komersial *laundry* dan tekstil karena memiliki kestabilan yang lebih baik dan lebih ekonomis daripada *sodium hypochlorite*.

Oleh karena itulah, pabrik Kalsium Hipoklorit perlu dirancang ditinjau dari segi kebutuhan dan dari sifat senyawa itu sendiri yang memang menguntungkan. Sehingga, dari alasan yang telah dikemukakan di atas menjadi latar belakang dari penulisan ini.

1.2. Bahan Baku dan Produk

Kalsium Hipoklorit banyak digunakan dalam berbagai bidang industri antara lain:

- Sebagai zat pemutih (*bleaching agent*) dalam industri tekstil
- Sebagai zat pemutih dalam industri kertas dan pulp
- Sebagai zat pemutih dalam industri rumah tangga
- Sebagai desinfektan dalam pengolahan air
- Sistem pemurnian air limbah
- *Swimming pool sanitizer*



1.2.1 Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Sifat-sifat bahan meliputi: sifat fisika dan sifat kimia dari bahan baku dan produk.

A. Bahan Baku

Kalsium Oksida (CaO)

Komposisi CaO :

CaO	= 96%
MgO	= 1,8%
Fe ₂ O ₃	= 1,1 %
Al ₂ O ₃	= 0,9%
SiO ₃	= 0,2%

a. Sifat-sifat fisika:

- Viskositas : 0,3126
- *Spesific gravity* : 3,32
- Titik didih : 2850°C
- Titik lebur : 2570 °C

b. Sifat-sifat kimia:

- Rumus molekul : CaO
- Berat molekul : 56,08
- Tidak mudah terbakar
- Berwarna kekuningan dan kecoklatan
- Tidak berbau dan berbentuk padat

Gas Klor (Cl₂)

a. Sifat-sifat fisika:

- *Spesific gravity* : 2,49
- Titik cair : -101,6°C
- Titik didih : -34,6°C
- Kelarutan:

Dalam air dingin (0°C) : 1,46

Dalam air panas (30°C) : 0,57



b. Sifat-sifat kimia:

- Rumus molekul : Cl_2
- Berat molekul : 70,905
- Berbentuk gas
- Berwarna kuning kehijauan
- Tidak mudah terbakar tetapi membantu terjadinya kebakaran
- Zat elektronegatif yang kuat
- Dapat menyebabkan iritasi
- Bau menyengat

Kostik Soda (NaOH)

a. Sifat-sifat fisika :

- Bentuk : padat
- *Specific gravity* : 2,130
- Titik leleh : $318,4^\circ\text{C}$
- Titik didih : 1390°C
- Kelarutan :
 Dalam air dingin (0°C) : 42
 Dalam air panas (30°C) : 347

b. Sifat-sifat kimia :

- Rumus molekul : NaOH
- Berat molekul : 39,9971
- Berbentuk padat putih

B. Produk**Kalsium Hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)**

a. Sifat-sifat fisika:

- Warna : putih
- *Specific gravity* : 2,35
- Titik cair : 150°C
- Kelarutan dalam air (20°C) : 27,8

b. Sifat-sifat kimia :

- Rumus molekul : $\text{Ca}(\text{OCl})_2$
- Berat molekul : 142,982
- Berbentuk *powder*

1.3. Analisis Pasar

Dalam mendirikan pabrik diperlukan suatu perkiraan kapasitas produksi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan permintaan. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan untuk meningkatkan devisa negara, maka ditentukan kapasitas produksi menurut nilai terhadap konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam jangka waktu 4 tahun kemudian.

Tabel 1. 1. Kebutuhan Kalsium Hipoklorit di Indonesia

Tahun	Nilai Eksport (kg)	Pertumbuhan	Nilai Import (kg)	Pertumbuhan
2010	226.000	-	894.586	-
2011	382.090	0.691	1.644.861	0.839
2012	631.110	0.652	3.031.336	0.843
2013	1.079.739	0.711	5.190.086	0.712
Rata-Rata		0.684	Rata-Rata	0.798

Berdasarkan data impor $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ di Indonesia, maka rata-rata kenaikan impor dapat dihitung sebagai berikut:

$$F = P (1 + i)^n$$

Dimana:

F = Jumlah impor tahun terakhir

P = Jumlah impor tahun pertama

i = Parameter kenaikan impor tiap tahun

n = Jumlah tahun

$$F = P (1 + i)$$

$$F = 5.190.086 (1 + 0.798)^4$$

$$F = 54.21.701.42 \text{ Kg tahun}$$

Kapasitas pabrik baru = impor + ekspor

Diketahui :

$$F = P (1 + i)^n$$

Dimana:

F = Jumlah ekspor tahun terakhir

P = Jumlah ekspor tahun pertama

i = Parameter kenaikan ekspor tiap tahun

n = Jumlah tahun

$$F = P (1 + i)^n$$

$$F = 1.079.739 (1 + 0.684)^n$$

$$F = 8.683.346, 61 \text{ Kg/tahun}$$

Kapasitas pabrik baru = impor + ekspor

$$= (54.21.701,42 + 8.683.346, 61) \text{ Kg/tahun}$$

$$= 62.925.048,08 \text{ Kg/tahun}$$

$$= 62.925,048 \text{ ton/tahun}$$

$$\approx 63.000 \text{ ton/tahun}$$

Jadi kapasitas pabrik kalsium hipoklorit yang akan didirikan pada tahun 2017 adalah 63.000 ton/tahun.

1.4 Pemilihan Lokasi

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi pabrik dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat, karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan.

Oleh karena itu, perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi terpilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek. Lokasi yang dipilih untuk berdirinya pabrik kalsium hipoklorit adalah di Manyar, Gresik, Provinsi Jawa Timur yang diharapkan dapat memberikan keuntungan besar.

Adapun pertimbangannya karena :

1. Dalam hal ini daerah mempunyai jalur transportasi darat yang cukup memadai, serta dekat dengan transportasi laut sehingga sangat menguntungkan dalam mendistribusikan produk.

2. Mudah dalam pendistribusian bahan baku, dimana bahan baku didapat dari Gunung Kapur yang banyak terdapat di daerah Gresik dan sekitarnya.
3. Penyediaan air sangat mudah karena dekat dengan sumber air.
4. Faktor-faktor yang menyangkut iklim, karakteristik lingkungan dan faktor-faktor sosial yang tidak menjadi masalah bila ditinjau dari industri-industri yang telah berdiri.

BAB II

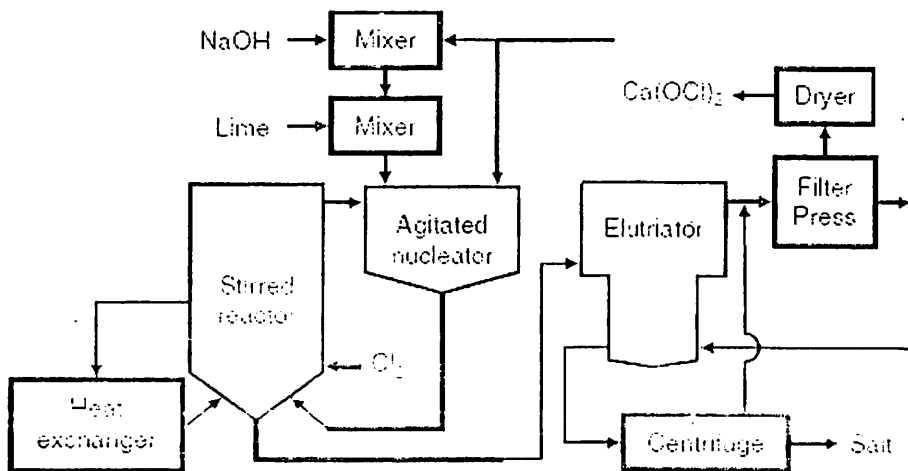
SELEKSI DAN URAIAN PROSES

2.1 Macam Proses

Proses pembuatan Kalsium Hipoklorit ada 2 macam proses, yaitu:

2.1.1 Proses Klorinasi Campuran Hidroksida dan Separasi dari Garam

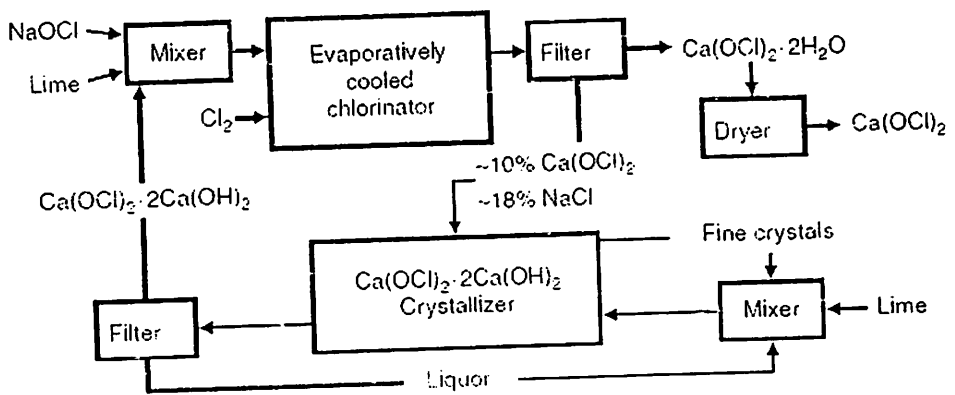
Sodium Hidroksida dicampurkan dengan *lime* pada *mixer*. Setelah beberapa kristal sodium klorit dan kalsium hipoklorit terbentuk, campuran ini dipindahkan pada reactor berpengaduk. Gas klorin kemudian ditambahkan untuk membentuk Kristal kalsium hipoklorit dan sodium klorit. Hasil *slurry* akhir dimasukkan dalam *vertical elutriator* atau *classifier*. *Recycle mother liquor* mengalir dari bagian dasar *elutriator* menuju ke atas dan mengubah kristal kalsium hipoklorit. *Slurry* yang dihasilkan kemudian difilter. Hasil cake yang telah difilter mengandung 50% kalsium hipoklorite dan 10% sodium chlorite. Itu kemudian dikeringkan menggunakan udara panas untuk membuat product terdiri atas >65% kalsium hipoklorit, 2-12% air dan sodium klorit.



Gambar 2.1 Proses Klorinasi Campuran Hydroxides dan Separasi dari Garam

2.1.2 Proses produksi dari lime dan dibasic calcium hypochlorite

Calcium hypochlorite dehydrate yang dihasilkan dipisahkan menggunakan filtrasi dan dikeringkan. *Lime* ditambahkan pada filtrat untuk bereaksi dengan *dibasic calcium hypochlorite* yang digunakan sebagai starting material. Filtrate yang dihasilkan dari proses ini digunakan lagi dengan menambahkan sodium hipoklorit atau sodium hidroksida dan klorin untuk mengubah *calcium chloride* menjadi kalsium hipoklorit. Larutan yang dihasilkan kemudian difilter dan direcycle. Campuran dari *dibasic calcium hypochlorite*, *lime* diklorinasi untuk membuat *calcium hypochlorite dehydrate*. Setelah difiltrasi, produk yang dihasilkan mengandung 65% kalsium hipoklorit dan 4-8% air dan sodium klorit.



Gambar 2.2 Proses produksi dari *lime* dan *dibasic calcium hypochlorite*

2.2 Seleksi Proses

Ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pemilihan proses pembuatan kalsium hipoklorit, di antaranya sebagai berikut :

Tabel 2.1 Parameter Pemilihan Proses Pembuatan Kalsium Hipoklorit

Parameter	Macam Proses	
	Klorinasi Campuran Hidroksida dan Separasi dari Garam	produksi dari <i>lime</i> dan <i>dibasic calcium hypochlorite</i>
a) Bahan Baku	Ca(OH) ₂ Cl ₂ NaOH	Ca(OH) ₂ Cl ₂ NaOCl

b) Aspek Teknis - Tekanan - Suhu - Bentuk Serbuk - Konsentrasi yang dihasilkan	Atmosferik 30°C – 35°C Ukuran Serbuk Halus 70 %	Atmosferik 30°C – 40°C Heterogen dan Ukuran serbuk terlalu kasar 65 %
c) Aspek Ekonomis	Proses sederhana sehingga dapat menekan biaya produksi	Proses lebih rumit sehingga dapat memperbesar biaya produksi

Proses produksi Kalsium hipoklorit dengan klorinasi campuran hidroksida dan separasi dari garam memiliki proses yang lebih sederhana daripada produksi menggunakan lime dan *dibasic calcium hypochlorite*. Bisa dikatakan lebih sederhana karena tidak membutuhkan NaOCl dalam prosesnya namun digantikan dengan klorinasi NaOH. Proses yang sederhana memiliki kelebihan dari segi operasi dan ekonomi yang lebih murah.

Meskipun sederhana namun dari kondisi operasi sama dan konsentrasi yang dihasilkan juga cenderung untuk sama. Hanya saja dilihat dari segi bentuknya produksi menggunakan lime dan *dibasic calcium hypochlorite* memiliki hasil berupa bentuk kristal yang lebih besar dari ukuran kristal kalsium hipoklorit yang dibentuk dari proses lain.

Berdasarkan kedua kelebihan itulah, yaitu proses produksi yang sederhana dan bentuk Kristal yang dihasilkan, maka proses produksi yang dipergunakan dalam perancangan pabrik ini adalah proses Klorinasi Campuran Hidroksida dan Separasi dari Garam.

2.3 Uraian Proses

a. Tahap persiapan

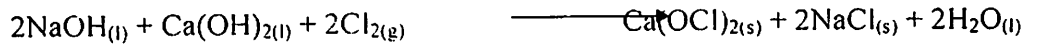
Kostik soda (NaOH) dari gudang (F-111) diencerkan dalam tangki pengencer (M-116) yang dilengkapi dengan jaket pendingin untuk menjaga suhu larutan 40°C hingga konsentrasi 56%. Kalium oksalat ($K_2C_2O_4$) dari ruang penyimpanan (F-112) diencerkan dalam tangki pengencer (M-117) yang dilengkapi dengan jaket pendingin untuk menjaga suhu larutan 40°C.

Larutan kostik soda dan susu kapur dilakukan pencampuran awal terlebih dahulu dalam tangki pencampur awal (M-110) dan salt nucleator (R-120a).

Gas klor (Cl_2) dari tangki penyimpanan dalam kondisi tekanan 1 atm dan suhu 40°C . Kemudian diinjeksikan kedalam reactor (R-120b) bersama – sama dengan larutan kostik soda 56% dan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

b. Tahap Reaksi

Didalam reactor (R-120) terjadi reaksi sebagai berikut :



Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin untuk menjaga agar suhu operasi konstan 90°C . Tekanan di dalam reaktor adalah 1 atm dan konversi yang terjadi 70%. Sedang reaktor yang digunakan adalah reaktor dengan tipe reaktor CSTR yang dilengkapi dengan *sparger* Cl_2 .

c. Tahap Pemisahan

Larutan yang keluar dari bagian bawah reaktor pada suhu 90°C , di pompa menuju *Hydrocyclone* (H-131) kemudian aliran *underflow* dari *hydrocyclone* ini dialirkan menuju decanter (H-132) untuk mengurangi kadar air dalam larutan.

d. Tahap Pemurnian

Kemudian padatan yang tersaring dialirkan menuju evaporator (V-130) untuk dilakukan proses pemurnian. Dari evaporator dipompa menuju *spray dryer* (B-133) untuk menghilangkan kandungan air dengan bantuan udara kering. Suhu pengeringan dalam *spray dryer* sebesar 215°C . Produk yang telah kering diangkut menuju *bin* (F-135) dengan menggunakan *bucket elevator* (J-134). Dan selanjutnya produk dari *bin* dimasukkan ke bagian *packing* (X-136) untuk dikemas.

e. Tahap Pengolahan

Produk kalsium hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$) yang telah kering dengan kemurnian 70% dikemas dalam kantong plastik. Untuk selanjutnya disimpan dalam gudang penyimpanan (F-137) untuk siap dipasarkan.

BAB III

NERACA MASSA

Kapasitas produksi = 63.000 ton/tahun

$$\text{Kapasitas produksi} = 63000 \frac{\text{ton}}{\text{thn}} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ ton}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 7960 \text{ kg/jam}$$

Waktu operasi = 330 hari/tahun

= 24 jam/hari

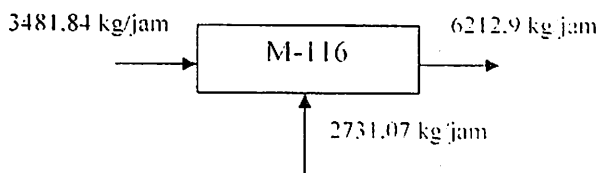
Satuan operasi = Kg/jam

Reaksi yang terjadi :



1. Tangki Pengencer NaOH (M-114)

Fungsi : Melarutkan NaOH padat (F-111) dengan air hingga mencapai konsentrasi 56%

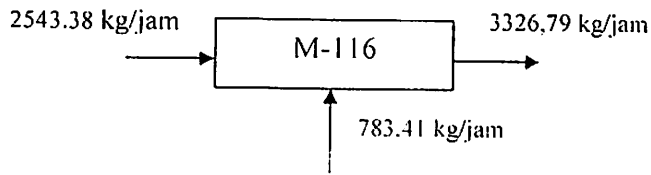


Tabel 3.1 Neraca Massa di Tangki Pengencer NaOH

Inlet	kg/hr	Outlet	kg/hr
NaOH	3481.84		6212.9
H ₂ O	2731.07		
TOTAL	6212.9		6212.9

2. Tangki Pengencer CaO (M-117)

Fungsi : Melarutkan CaO (F-112) dengan air

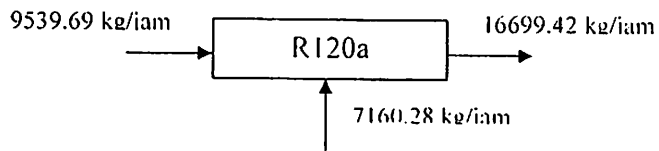


Tabel 3.2 Neraca Massa di Tangki Pengencer CaO

Inlet	kg/hr	Outlet	kg/hr
CaO	2441.64	Ca(OH) ₂	3225.05
H ₂ O	783.41	H ₂ O	0.00
SiO ₂	5.09	SiO ₂	5.09
Al ₂ O ₃	22.89	Al ₂ O ₃	22.89
Fe ₂ O ₃	27.98	Fe ₂ O ₃	27.98
MgO	45.78	MgO	45.78
TOTAL	3326.79		3326.79

3. Salt Nucleator (R-120a)

Fungsi : Mereaksikan Ca(OH)_2 , NaOH dan Larutan Recycle dr Reaktor

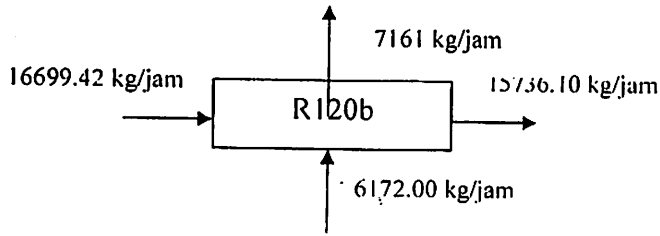


Tabel 3.3 Neraca Massa di *Salt Nucleator*

Inlet	kg/hr	Outlet	
Tangki Pencampur		Menuju reaktor	
NaOH	3481.84	Ca(OH)_2	1533.02
H ₂ O	2731.07	NaOH	1655.09
Ca(OH)_2	3225.05	Cl ₂	0.00
SiO ₂	5.09	Ca(OCl)_2	3264.86
Al ₂ O ₃	22.89	H ₂ O	7076.70
Fe ₂ O ₃	27.98	NaCl	3068.01
MgO	45.78	SiO ₂	5.09
Total Masa	9539.69	Al ₂ O ₃	22.89
Recycle		Fe ₂ O ₃	27.98
H ₂ O	3526.79	MgO	45.78
NaCl	396.00		
Cl ₂	3237.49		
Total Masa	7160.28		
TOTAL	16699.97	TOTAL	16699.42

4. Reaktor (R-120b)

Fungsi : Mereaksikan Ca(OH)_2 , NaOH dan Cl_2

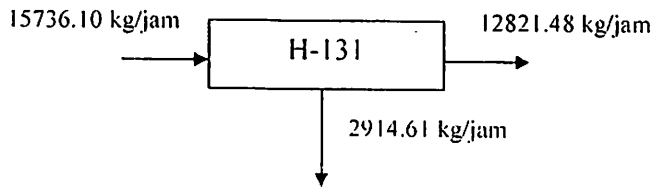


Tabel 3.4 Neraca Massa di Reaktor

Inlet	kg/hr	Outlet	kg/hr
Dari Salt Nucleator		Menuju Hydrocyclone	
Ca(OH) ₂	1533.02	Ca(OH) ₂	45.99
NaOH	1655.09	NaOH	49.65
Cl ₂	0.00	Ca(Ocl) ₂	6134.17
Ca(Ocl) ₂	3264.86	H ₂ O	4274.66
H ₂ O	7076.70	NaCl	5019.57
NaCl	3068.01	Cl ₂	110.32
SiO ₂	5.09	SiO ₂	5.09
Al ₂ O ₃	22.89	Al ₂ O ₃	22.89
Fe ₂ O ₃	27.98	Fe ₂ O ₃	27.98
MgO	45.78	MgO	45.78
Total Massa	16699.42	Total massa	15736.10
Gas CL ₂	6172.00	Recycle	
		H ₂ O	3528.22
		NaCl	396.72
		Cl ₂	3236.06
		Total Masa	7161.00
TOTAL	22871.42	TOTAL	22897.10

5. Hydrocyclone (H-131)

Fungsi : Memisahkan impurities yang terikat dalam produk

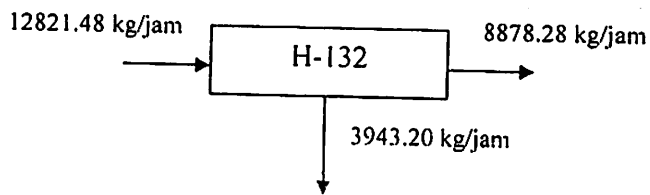


Tabel 3.5 Neraca Massa di *Hydrocyclone*

Inlet			Underflow		
Komponen	kmole/hr	kg/hr	Komponen	kmole/hr	kg/hr
Ca(OH) ₂	0.62	45.99	Ca(OH) ₂	0.31	23.00
NaOH	1.24	49.65	NaOH	0.62	24.83
Ca(Ocl) ₂	42.90	6134.17	Cl ₂	0.78	55.16
H ₂ O	237.48	4274.66	NaCl	42.90	2509.78
NaCl	85.80	5019.57	H ₂ O	223.54	250.98
Cl ₂	1.55	110.32	SiO ₂	0.04	2.54
SiO ₂	0.08	5.09	Al ₂ O ₃	0.11	11.45
Al ₂ O ₃	0.22	22.89	Fe ₂ O ₃	0.09	13.99
Fe ₂ O ₃	0.18	27.98	MgO	0.57	22.89
MgO	1.14	45.78			
Total	371.22	15736.10	Total	268.96	2914.61
			Overflow		
			Komponen	kmole/jam	kg/hr
			Ca(OH) ₂	0.31	23.00
			NaOH	0.62	24.83
			Ca(Ocl) ₂	42.90	6134.17
			H ₂ O	13.94	4023.68
			NaCl	42.90	2509.78
			Cl ₂	0.78	55.16
			SiO ₂	0.04	2.54
			Al ₂ O ₃	0.11	11.45
			Fe ₂ O ₃	0.09	13.99
			MgO	0.57	22.89
			Total	102.22	12821.48
TOTAL	371.22	15736.10			

6. Decanter (H-132)

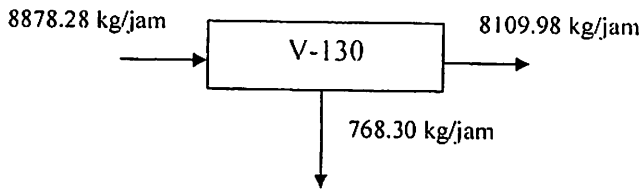
Fungsi : Memisahkan air dari produk

Tabel 3.6 Neraca Massa di *Decanter*

Inlet			Outlet		
Komponen	kmole/j	kg/hr	Komponen	kmole/jam	kg/hr
Ca(OH) ₂	0.31	23.00	Ca(OH) ₂	0.31	23.00
NaOH	0.62	24.83	NaOH	0.62	24.83
Ca(Ocl) ₂	42.90	6134.17	Ca(Ocl) ₂	42.90	6134.17
H ₂ O	13.94	4023.68	H ₂ O	4.47	80.47
NaCl	42.90	2509.78	NaCl	42.90	2509.78
Cl ₂	0.78	55.16	Cl ₂	0.78	55.16
SiO ₂	0.04	2.54	SiO ₂	0.04	2.54
Al ₂ O ₃	0.11	11.45	Al ₂ O ₃	0.11	11.45
Fe ₂ O ₃	0.09	13.99	Fe ₂ O ₃	0.09	13.99
MgO	0.57	22.89	MgO	0.57	22.89
Total	102.27	12821.48	Total	92.79	8878.28
			Liquid Terbuang		
			H ₂ O	9.47	3943.20
TOTAL	102.27	12821.48	TOTAL	102.27	12821.48

7. Evaporator (V-130)

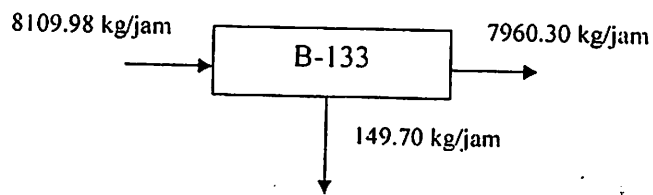
Fungsi : Menguapkan kadar air di dalam evaporator

Tabel 3.7 Neraca Massa di *Evaporator*

Padatan Basah			Jumlah Gas Teruapkan		
Komponen	kmole/jam	kg/hr	Komponen	kmole/jam	kg/hr
Ca(OH) ₂	0.31	23.00	H ₂ O	3.58	64.38
NaOH	0.62	24.83	Cl ₂	0.60	42.72
Ca(Ocl) ₂	42.90	6134.17	NaCl	11.23	657.05
H ₂ O	4.47	80.47	Ca(Ocl) ₂	0.03	4.15
NaCl	42.90	2509.78	Total	15.44	768.30
Cl ₂	0.78	55.16			
SiO ₂	0.04	2.54	Liquor		
Al ₂ O ₃	0.11	11.45	Ca(OH) ₂	0.31	23.00
Fe ₂ O ₃	0.09	13.99	NaOH	0.62	24.83
MgO	0.57	22.89	Ca(Ocl) ₂	42.87	6130.02
Total	92.79	8878.28	H ₂ O	0.89	16.09
			NaCl	31.67	1852.73
			Cl ₂	0.18	12.44
			SiO ₂	0.00	2.54
			Al ₂ O ₃	0.11	11.45
			Fe ₂ O ₃	0.09	13.99
			MgO	0.57	22.89
			Total	77.31	8109.98
TOTAL	92.79	8878.28		92.75	8878.28

8. Spray Dryer (B-133)

Fungsi : Mengeringkan produk hingga berbentuk serbuk

Tabel 3.8 Neraca Massa di *Spray Dryer*

Padatan Basah			Jumlah Gas Teruapkan		
Komponen	kmole/jam	kg/hr	Komponen	kmole/jam	kg/hr
Ca(OH) ₂	0.31	23.00	H ₂ O	0.38	6.89
NaOH	0.62	24.83	Cl ₂	0.04	2.66
Ca(Ocl) ₂	42.87	6130.02	CaOCL ₂	0.01	1.14
H ₂ O	0.89	16.09	NaCl	2.38	139.00
NaCl	31.67	1852.73	Total	2.80	149.70
Cl ₂	0.18	12.44			
SiO ₂	0.00	2.54			
Al ₂ O ₃	0.11	11.45	Padatan Kering		
Fe ₂ O ₃	0.09	13.99	Ca(OH) ₂	0.31	23.00
MgO	0.57	22.89	NaOH	0.62	24.83
Total	77.31	8109.98	Ca(Ocl) ₂	42.87	6128.89
			H ₂ O	0.51	9.20
			NaCl	29.29	1713.74
			Cl ₂	0.14	9.78
			SiO ₂	0.00	2.54
			Al ₂ O ₃	0.11	11.45
			Fe ₂ O ₃	0.09	13.99
			MgO	0.57	22.89
			Total	74.51	7960.30
TOTAL	77.31	8109.98		77.31	8110.00

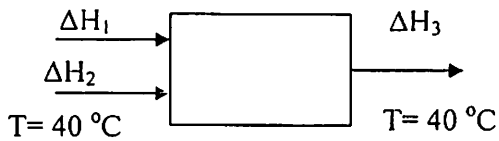
BAB IV

NERACA PANAS

Kapasitas pabrik	= 63.000 ton/ tahun
Kapasitas produksi	= $63000 \frac{\text{ton}}{\text{thn}} \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{ton}} \times \frac{1 \text{ ton}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$
	= 7960 kg/jam
Waktu operasi	= 330 hari/ tahun
	= 24 jam/ hari
Satuan massa	= kg/ jam
Satuan panas	= kJ/ jam
Suhu referensi	= 298 K

1. Tangki Pengencer NaOH (M-116)

$$T = 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



Fungsi alat : Untuk melarutkan NaOH dengan air

Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_3 = \Delta H_2 + \Delta H_4$$

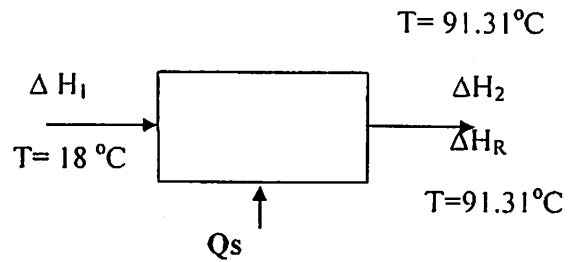
Dimana :

ΔH_1 = panas yang dibawa oleh NaOH

ΔH_2 = panas yang dibawa oleh Air

ΔH_3 = panas yang keluar yang dibawa oleh produk.

4. Reaktor (R-120b)



Fungsi alat : Mereaksikan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ dengan Cl_2 dan H_2O .

Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + Q_w = \Delta H_2 + \Delta H_R$$

Dimana :

ΔH_1 = panas yang dibawa oleh Reaktan

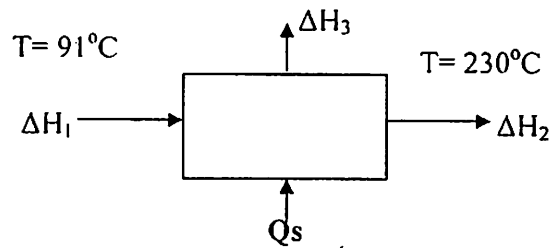
Q_w = panas yang diberikan oleh steam

ΔH_2 = panas yang keluar dibawa oleh produk.

ΔH_R = panas yang timbul karena reaksi.

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
ΔH_1	-717956,14	ΔH_2	299545,05
		ΔH_R	24930,91
Q_s	1044925,20	Q loss	2493,09
Total	326969,06	Total	326969,06

5. Evaporator (V-130)



Fungsi alat : Untuk menguapkan air dan Cl₂ dari produk.

Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + Q_s = \Delta H_2 + \Delta H_3$$

Dimana :

ΔH_1 = panas yang dibawa oleh Liquid

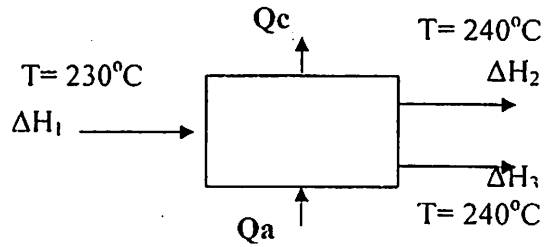
Q_w = panas yang diberikan oleh steam

ΔH_2 = panas yang keluar dibawa oleh produk.

ΔH_3 = panas yang keluar terbawa oleh produk vapor

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
ΔH_1	-59839,7	ΔH_2	107402,7
		ΔH_3	49138,41
Q_s	216380,8		
Total	156541,1	Total	156541,1

6. Spray dryer (B-134)



Fungsi alat : Untuk mengeringkan slurry sehingga produk yang didapatkan berupa serbuk

Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + Q_a = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_c$$

Dimana :

ΔH_1 = panas yang dibawa oleh Larutan

Q_a = panas yang diberikan oleh udara panas

Q_c = panas yang dibawa keluar oleh udara panas

ΔH_2 = panas yang keluar dibawa oleh vapor

ΔH_3 = panas yang keluar terbawa oleh produk.

Masuk (kJ/jam)		Keluar (kJ/jam)	
ΔH_1	-107403	ΔH_2	107312,9
		ΔH_3	4765,114
Q_a	65144247	Q_c	64924767
Total	65036845	Total	65036845

BAB V
SPESIFIKASI ALAT

Kapasitas produksi = 63.000 ton/tahun
 Waktu operasi = 24 jam / hari ; 330 hari / tahun
 Satuan massa = kilogram / jam
 Satuan panas = kilojoule / jam



Tabel 5.1 Spesifikasi Alat di Pabrik Kalsium Hipoklorit

No	Nama Alat	Kode	Spesifikasi	Jumlah
1	Gudang NaOH	F-111	Fungsi = Menyimpan persediaan NaOH Type = fixed roof storage Tinggi = 53,0807 ft Do = 357 in Tebal tangki = 7/16 in Tebal tutup = 11/16 in	1
2	Tangki Pengencer NaOH	M-116	Fungsi : Mengencerkan NaOH Type : Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis dan tutup atas berbentuk standar dished, dilengkapi dengan pengaduk. Dimensi vessel : do = 40 in di = 39,625 in ts = 3/16 in thb = 3/16 in tha = 3/16 in Tinggi tangki = 70,9567 in Bahan = high alloy steel SA-240 grade A type 410 Dimensi pengaduk : Jenis = axial turbine with 6 blades at 45° angle Di = 13,208 in Zi = 13,208 in L = 4,4027 in W = 2,2454 in Bahan = high alloy steel SA-240 grade A type 410	1
3	Gudang CaO	F-112	Fungsi = Menyimpan persediaan CaO Dimensi gudang NaOH :	1

			Type = storage Panjang = 6,2784 m = 20,5982 ft Lebar = 4,1856 m = 13,7321 ft Tinggi = 20 m = 65, 616 ft	
4	Belt Conveyor	J-114	Fungsi = Mengangkut bahan baku Kapasitas = 32 ton/jam Kecepatan = 100 ft/menit Lebar = 14 in Luas = 0,11 ft ² Daya = 1,5 Hp	2
5	Bin	F-115	Fungsi = Menampung sementara bahan yang akan masuk tangki pelarut Bentuk = silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk konis dengan sudut 60° Tebal shell = 3/16 in Tebal tutup bawah = 3/16 in Diameter = 1,679 ft Tinggi = 3,9726 ft Panjang = 5,037 ft	2
6	Tangki Pengencer CaO	Mi-117	Fungsi = Melarutkan CaO dengan air untuk membentuk Ca(OH) ₂ Type = Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis dan tutup atas berbentuk standar dished, dilengkapi dengan pengaduk. Dimensi vessel : do = 22 in di = 21,625 in ts = 3/16 in thb = 3/16 in tha = 3/16 in Tinggi tangki = 40,0174 in Bahan = high alloy steel SA-240 grade A type 410 Dimensi pengaduk : Jenis = axial turbine with 6 blades at 45° angle Di = 7.208 in Zi = 7.209 in L = 2,4027 in W = 3,6763 in Bahan = high alloy steel SA-240 grade A type 410	1
7	Tangki Cl ₂	F-113	Fungsi = Tempat untuk menyimpan persediaan Cl ₂ Type = Tangki horizontal Dimensi tangki do = 8,9999 ft	1

			$d_i = 8,9687 \text{ ft}$ Tebal silinder = 3/16 in Tebal tutup = 3/16 in Panjang = 34,8276 ft	
8	Tangki Pencampur Awal	M-110	Fungsi : Mereaksikan NaOH , Ca(OH)_2 Type : Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis dan tutup atas berbentuk standar dished, dilengkapi dengan pengaduk Dimensi vessel : $d_o = 48 \text{ in}$ $d_i = 47,625 \text{ in}$ $t_s = 3/16 \text{ in}$ $t_{hb} = 3/16 \text{ in}$ $t_{ha} = 3/16 \text{ in}$ Tinggi tangki = 80,649 in Bahan = high alloy steel SA-240 grade A type 410 Dimensi pengaduk : Jenis = axial turbine with 6 blades at 45° angle $D_i = 15,875 \text{ in}$ $Z_i = 15,875 \text{ in}$ $L = 5,292 \text{ in}$ $W = 2,699 \text{ in}$ Bahan = high alloy steel SA-240 grade A type 410	1
9	Salt Nucleator	R-120	Fungsi : Mereaksikan NaOH , Ca(OH)_2 , dan Cl_2 Type : Silinder tegak dengan tutup bawah berbentuk konis dan tutup atas berbentuk standar dished, dilengkapi dengan pengaduk Dimensi vessel : $d_o = 38 \text{ in}$ $d_i = 37,625 \text{ in}$ $t_s = 3/16 \text{ in}$ $t_{hb} = 3/16 \text{ in}$ $t_{ha} = 3/16 \text{ in}$ Tinggi tangki = 65,257 in Bahan = high alloy steel SA-240 grade A type 410 Jumlah = 1 Dimensi pengaduk : Jenis = axial turbine with 6 blades at 45° angle $D_i = 12,542 \text{ in}$ $Z_i = 12,542 \text{ in}$ $L = 4,1807 \text{ in}$	1

			W = 2,132 in Bahan = high alloy steel SA-240 grade A type 410	
10	Cyclone	H-131	Fungsi : Memisahkan produk yang akan diumpangkan ke dalam evaporator Spesifikasi cyclone Type = Hydrocyclone Bahan = Carbon steel Dimensi Dc = 0,0627 ft Jc = 0,0182 ft ² Bc = 00,0182 ft ² De = 0,0363 ft ² Hc = 0,0363 ft ² Lc = 0,1452 ft ² Sc = 0,0091 ft ² Zc = 0,1452 ft ²	1
11	Decanter	H-132	Fungsi Memisahkan produk yang akan diumpangkan ke dalam evaporator Type : Centrifuge dengan blade Spesifikasi : Bahan : Carbon Steel Kapasitas maksimum : 200 gpm Diameter blade rotating : 20 in Speed : 7500 rpm Maximum Centrifugal Force : 10400 lbf/ft ² Power Motor : 6 Hp Jumlah : 1 buah (automatic continuous discharge cake)	1
12	Spray Dryer	B-133	Fungsi = Mengeringkan slurry sehingga diperoleh serbuk/powder Type = Bejana silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk konis dan bagian atas dilengkapi dengan spray nozzle atomizer D = 8,0814 ft Tinggi total = 10,2313 ft t (waktu) = 4,6081.10 ⁻¹ jam = 1,6589 detik Daya = 63 Hp Volume chamber (V) = 205,5752 ft ³	1
13	Bucket Elevator	J-134	Fungsi = Mengangkut produk dari Spray Dryer dan Cyclone menuju bin produk Type = Centrifugal Discharge Bucket Lebar belt = 7 in Kapasitas = 9,552 ton/jam Ukuran bucket = 6 x 4 x 4½ in Size lump handle = ¾ in Efisiensi motor = 86,5% Daya = 9,1814 Hp Daya motor = 11 Hp	1

			Putaran head shaft = 43 rpm Kecepatan bucket = 225 ft/mnt Kecepatan sesungguhnya = 418,336 ft/mnt	
14	Pompa	L-118	Fungsi = memompa larutan bahan baku ke tangki pengencer Type = <i>Centrifugal pump</i> Kapasitas = 15,7101 gpm WHP = 0,2536 Hp BHP = 1,268 Hp Power motor = 2 Hp Bahan konstruksi = commercial steel Jumlah = 1 buah Dimensi pipa : Nps = 2 in Sch 40 Do = 2,375 in Di = 2,067 in	2
15	Pompa	L-121 L-122	Fungsi = Memompa larutan keluar dari reaktor Type = <i>Centrifugal pump</i> Kapasitas = 40,9956 gpm WHP = 1,6106 Hp BHP = 5,7521 Hp Power motor = 7 Hp Bahan konstruksi = commercial steel Jumlah = 1 Dimensi pipa : Nps = 2½ in Sch 40 Do = 2,875 in Di = 2,469 in	3
16	Bin Produk	F-135	Fungsi = Menampung sementara produk dari bucket elevator sebelum dilakukan pengepakan Bentuk = silinder tegak dengan bagian bawah berbentuk konis dengan sudut 60° Tebal shell = 3/16 in Tebal tutup bawah = 3/16 in Diameter = 7.9437 ft Tinggi = 18.795 ft Panjang = 23,8311 ft	1
17	Gudang Produk	F-136	Type : <i>Fixed roof storage</i> Spesifikasi storage produk Type : <i>Fixed roof storage</i> Panjang : 59,826 ft Lebar : 39.884 ft Tinggi : 39,884 ft	1
18	Filter Udara	H-141	Fungsi : Menyaring debu yang terbawa filter udara yang akan dimasukkan pada	1

			blower (G-142) Spesifikasi Kapasitas filter= 1000 ft ³ /mnt Ukuran = 24 x 24 in Bahan = Carbon Steel	
19	Blower	G-142	Fungsi = Menghembuskan udara kedalam heater (E-140) yang akan digunakan sebagai pemanas pada Spray Dryer (B-133) Type = Centrifugal blower Kapasitas = 281,951 lb/jam Power = 1 Hp Bahan konstruksi = Carbon Steel	1
20	Heater Udara	E-140	Fungsi : Memanaskan udara sebelum masuk Spray Dryer (B-133) Spesifikasi : Type aliran = counter current di = 0,870 in Ukuran DPHE = 2 x 1 ¼ IPS Sch 40 do = 1 in a _{an} = 1,19 in ² a'' = 0,2618 ft ² de = 0,915 in l = 12 ft de' = 0,40 in n = 1 a _p = 1,5 in ² ΔP _{an} = 9,33302 psi a _p = 1,5 in ² ΔP _p = 0,00062 psi	1

BAB VI

PERANCANGAN ALAT UTAMA

- Nama : Evaporator (V – 130)
- Fungsi : Menguapkan air yang terkandung dalam larutan dengan konsentrasi 69% menjadi 75.54%
- Jenis : Single effect evaporator
- Type : Short tube vertical dengan bagain atas berbentuk standart dished head dan tutup bawah berbentuk conis.
- Bahan Konstruksi : Shell and tube exchanger, dimana pada tube mengalir fluida yang akan dipekatkan, sedangkan pada bagian shell mengalir steam yang berfungsi sebagai media pemanas.
- Prinsip Kerja : Evaporator merupakan alat penguap atau pemekatan larutan yang terdiri dari silinder besar (shell) dan didalamnya terdapat pipa-pipa kecil (tube). Liquida dengan konsentrasi 69% masuk kedalam tube evaporator dan disirkulasikan pada tube evaporator tersebut, sedangkan steam yang digunakan sebagai pemanas berada didalam shell. Sehingga terjadi kontak tidak langsung antara steam dan liquida yang akhirnya sebagian liquid (H_2O) akan menguap dan sebagian liquida akan turun melalui take down untuk keluar sebagian liquida dengan konsentrasi yang lebih pekat (75.54 %).

6.1. Kondisi Operasi

Jumlah larutan masuk (F) = 8878.28 kg/jam = 19573.0579 lb/jam

Jumlah steam masuk (S) = 126.08572 kg/jam = 277.9686 lb/jam

Jumlah kondensat keluar (C) = 101.99486 kg/jam = 224.8579 lb/jam

Jumlah uap keluar evaporator (V) = 768.3 kg/jam = 1693.7942 lb/jam

Suhu larutan masuk = 91⁰ C = 196.358⁰ F

Suhu larutan keluar = 230⁰ C = 446⁰ F

Suhu steam masuk (T₁) = 250⁰ C = 482⁰ F

Suhu steam keluar (T₂) = 250⁰ C = 482⁰ F

Tekanan operasi = 14,7 psia

Bahan konstruksi high alloy steel SA 204 grade M (f = 18750)

(App.D brownell & Young hal 342)

Efisiensi pengelasan double welded butt join dengan E = 0,8 (B&Y)

Faktor korosi C = 1/16

Sudut puncak tutup bawah $\alpha = 120^0$

6.2. Perhitungan Luas Pemanas

Dari neraca massa didapat:

$$F = L + V \dots\dots\dots (a)$$

$$8878.28 = L + V$$

$$F \cdot X_f = L \cdot X_L$$

$$8878.28 \times 0.69 = L \times 0.7554$$

$$L = 8109.98 \text{ kg/jam}$$

Masukkan harga L ke persamaan a, maka:

$$V = F - L$$

$$V = (8878.28 - 8109.98) \text{ kg/jam}$$

$$V = 768.3 \text{ kg/jam}$$

Dari neraca panas didapat :

$$S = 126.0857 \text{ kg/jam}$$

$$Q = S \times \lambda_s$$

$$= 126.0857 \text{ kg/jam} \times 1716.14 \text{ kJ/kg}$$

$$= 216380.7132 \text{ kJ/jam}$$

$$\Delta T_{LMTD} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}} = \frac{(482 - 446) - (482 - 196.358)}{\ln \frac{(482 - 446)}{(482 - 196.358)}} = 120.715^\circ \text{ F}$$

U_D antara 6-60 Btu/J ft² °F

Dicoba $U_D = 60 \text{ Btu/J. ft}^2 \text{ }^\circ\text{F}$

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T_{LMTD}} = \frac{216380.7132 \text{ Btu/jam}}{60 \text{ Btu/J ft}^2 \text{ }^\circ\text{F} \times 120.715^\circ \text{F}} = 29.875 \text{ ft}^2$$

$$\text{Steam ekonomi} = \frac{V}{S} = \frac{768.3 \text{ kg/jam}}{126.0857 \text{ kg/jam}} = 6.093$$

6.3. Perhitungan Dimensi Bagian Pemanas (Tube)

Dan table 10 hal 843 Kern, dirancang dimensi pemanas dengan menggunakan tube dengan ukuran 1 in 16 BWG 1 ¼ in pitch. susunan regibga.

$$\text{OD} = 1 \text{ in}$$

$$\text{DI} = 0,870 \text{ in} = 0,0725 \text{ ft}$$

$$a' = 0,594 \text{ in} = 0,0495 \text{ ft}$$

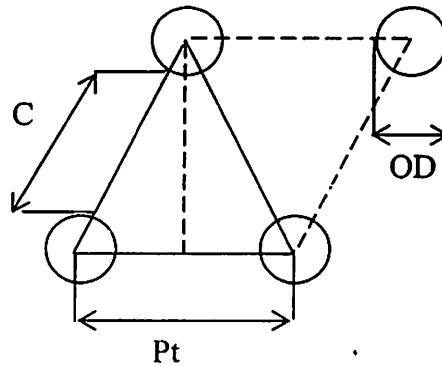
$$a'' = 0,3271 \text{ ft/ft}^2$$

$$\text{Panjang tube} = 5 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas per tube} &= \pi \cdot \text{ID} \cdot L \\ &= 3,14 \times 0,0725 \text{ ft} \times 5 \text{ ft} \\ &= 1,13825 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tube} = \frac{A}{\text{Luas per tube}} = \frac{29.875 \text{ ft}^2}{1,13825 \text{ ft}^2} = 26.246 \text{ buah}$$

Direncanakan susunan pipa berbentuk segitiga (triangular pitch).



Susunan tube triangular dengan N_t teoritis = 26.246 buah dan distandarkan menggunakan table 9 hal 842 Kern, dengan ukuran pitch $1\frac{1}{4}$ in, maka

$$\text{ID} = 10'$$

$$N_t \text{ Standart} = 32$$

$$\begin{aligned} U_D \text{ Koreksi} &= \frac{N_t \text{ teoritis}}{N_t \text{ standart}} \times U_D \text{ trial} = \frac{26.246}{32} \times 60 \\ &= 49.211 \text{ Btu/J.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

$$\text{Pt} = 1\frac{1}{4} \text{ in} = 0.1042 \text{ ft}$$

$$\text{Luasan triangular pitch} = \text{Pt} \times \frac{1}{2} \text{ Pt} \sin 60 = \frac{1}{2} \text{ pipa}$$

$$= 2 \times \frac{1}{2} P t^2 \sin 60$$

Jika $N_t = 32$ buah, maka

$$\text{Luasan triangular pitch} = 32 \times (0,1042^2) \sin 60 = 0,3009 \text{ ft}^2$$

Luasan down take = $1/3$ luasan badan evaporator

$$= \frac{\pi}{4} \times d_i^3$$

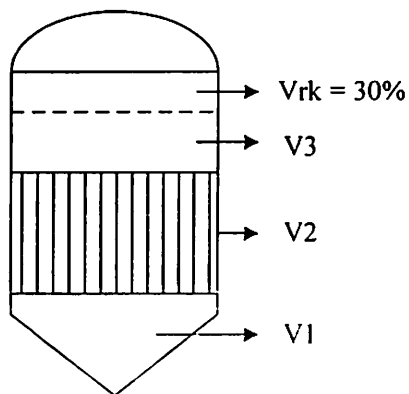
Safety factor untuk diareter shell penempatan tube = 10%

$$\text{Jari-jari penempatan tube} = \frac{IDS}{2} = \frac{10}{2} = 5$$

Jari-jari penempatan tube + shell = $5 + 10 = 15$ in

6.4. Perhitungan Dimensi Evaporator

6.4.1 Menentukan dimensi evaporator



Dimana : V_1 = Volume tutup bawah

V_2 = Volume liguida dalam pipa

V_3 = Volume liguida diatas tube

L_c = tinggi silinder

D = Diameter calandria

V_{rk} = Volume ruang kosong

Kapasitas larutan = 8878.28 kg/jam = 19573.3 lb/jam

Suhu bahan masuk = $91^{\circ} \text{C} = 196.358^{\circ} \text{F}$

ρ campuran = 134.7 lb/ft³

Dari Ulrich table 4-7 hal 94, range kecepatan liguid dalam table antara 0,3 - 1 m/dtk

$V = \frac{L}{t}$, dimana V = Kecepatan aliran liguida

L = Panjang total tube = 5ft x 32 = 160 ft = 48.768 m

$$V = \frac{48.768 \text{ m}}{3600 \text{ detik}}$$

$$= 0,0135 \text{ m/dt}$$

a) Menentukan dimensi silinder

Direncanakan lama pemisahannya 1 jam, sehingga :

$$\text{Volume liguid} = \frac{8878.28 \text{ lb/jam}}{134.7 \text{ lb/ft}^3} \times 1 \text{ Jam} = 65.9115 \text{ ft}^3$$

Diasumsikan : $V_{rk} = 30\%$

$$\text{Volume total} = \frac{100}{70} \times 65.9115 \text{ ft}^3 = 94.1593 \text{ ft}^3$$

Volume total = $V_{\text{conical}} + V_{\text{shell}} + V_{\text{dish}}$

$$94.1593 \text{ ft}^3 = \frac{\pi}{24} \cdot \frac{d^3}{\text{tg } 1/2 \alpha} + \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot 1,5d + 0,0847 d^3$$

$$94.1593 \text{ ft}^3 = 0.0755 d^3 + 1,1775 d^3 + 0.0847 d^3$$

$$94.1593 \text{ ft}^3 = 1.3377 d^3$$

$$d = 4.1289 \text{ ft}$$

$$d = 49.547 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{shell}} &= 1,1775 d^3 = 1,1775 (4.1289)^3 \\ &= 82.883 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$V_{\text{shell}} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \cdot L_{LS}$$

$$82.883 \text{ ft}^3 = 2.2304 L_{LS}$$

$$L_{LS} = 13.383 \text{ ft} = 160.596 \text{ in}$$

b) Menentukan tebal silinder

Diketahui :

$$D_i = 4.1289 \text{ ft}$$

$$f = 18750$$

$$E = 0,8$$

$$C = 1/16 \text{ in}$$

Mencari tekanan design (D_i)

$$\begin{aligned} P_{\text{hidrostatik}} &= \rho (H - 1) \\ &= 134.7 \text{ lb/ft}^3 \times (11,0711 \text{ ft} - 1) \\ &= 1356.58 \text{ lb/ft}^2 = 24.117 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$P_{\text{operasi}} = 14.7 \text{ psia}$$

$$P_{\text{design}} = (24.117 + 14,7) \text{ psia} = 38.817 \text{ psia} - 14,7 = 24.117 \text{ psig}$$

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{P_i \times d_i}{2(f \cdot E - 0,6 P_i)} + C \\ &= \frac{24.117 \times 4.1289}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 24.117)} + \frac{1}{16} \\ &= 0,0028 \text{ m} = \frac{1,0053}{16} \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi di

$$\begin{aligned} d_o &= d_i + 2 t_s \\ &= 49.547 + 2 (3/16) \\ &= 49.922 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari table 5.7 Brownel & Young hal 80 didapat :

$$D_o = 54 \text{ in}$$

$$d_o = d_i + 2 t_s$$

$$54 = d_i + 2 (3/16)$$

$$d_i = 53.625 \text{ in} = 4.4688 \text{ ft}$$

c) Menentukan tinggi silinder

$$\begin{aligned} L_s &= 1,5 d_i \\ &= 1,5 \times 53.625 \text{ in} \\ &= 6.7031 \text{ ft} = 80.4375 \text{ in} \end{aligned}$$

d) Menentukan ruang uap (Lru)

$$L_{ru} = 2 \cdot \text{tinggi tube} = 2 \cdot 5 \text{ ft} = 10 \text{ ft}$$

6.4.2. Menentukan dimensi tutup atas dan tutup bawah

Dari table 5.7 hal 90, Brownel & Young dengan OD = 54 in dan $t_s = 3/16$ in, didapat:

$$i_c = 5/16 \text{ in}$$

$$r = 54 \text{ in}$$

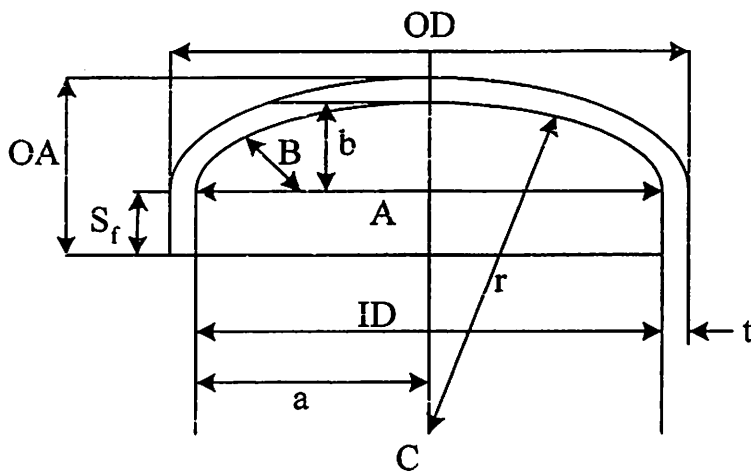
Dari table 5.6 hal 88 Brownel & Young, didapat :

$$S_f = 2$$

a) Menentukan tebal tutup atas (tha)

$$\begin{aligned}
 t_{ha} &= \frac{0,885 \times D_i \times r}{f \cdot E - 0,6 D_i} + C && \text{dimana } d_i = r \\
 &= \frac{0,885 \times 24.117 \times 54}{(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 24.117)} + C \\
 &= 0,0772 \text{ in} \approx \frac{1,235}{16} \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}
 \end{aligned}$$

b) Menentukan tinggi tutup atas



$$\begin{aligned}
 AB &= 1/2 (d_i) - 1cr \\
 &= 1/2 \cdot 49.922 - 3 \frac{1}{4} = 21.711 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BC &= r - 1cr \\
 &= 54 - 3 \frac{1}{4} = 50.74 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 AC &= \sqrt{BC^2 - AB^2} \\
 &= \sqrt{50.74^2 - 21.711^2} = 45.86 \text{ in}
 \end{aligned}$$

$$b = r - AC = 54 - 45.86 = 8.14 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 OA &= t_{ha} + b - s_f \\
 &= \frac{3}{16} \text{ in} + 8.14 \text{ in} - 2 \text{ in} \\
 &= 6.3275 \text{ in} = 0.5273 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

c) Menentukan tinggi tutup bawah (hb)

$$hb = \frac{1/2 \cdot di}{\text{tg } 1/2 \alpha} = \frac{1/2 \cdot 49.922}{\text{tg } 1/2 (120)} = 14.411 \text{ in} = 1.2 \text{ ft}$$

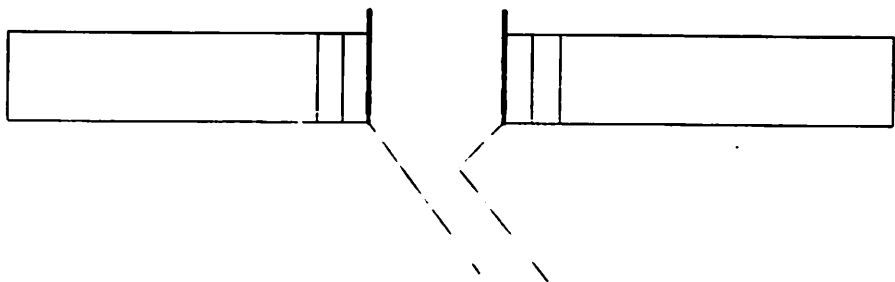
d) Menentukan tebal tutup bawah (thb)

$$\begin{aligned} thb &= \frac{Di \times di}{2(f.E - 0,6 \cdot Di) \cos 1/2 \alpha} + C \\ &= \frac{24.117 \times 49.922}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 24.117) \cos(60)} + \frac{1}{16} \\ &= 0,0401 \text{ in} = \frac{0.6424}{16} \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in} \end{aligned}$$

e) Menentukan tinggi total evaporator

$$\begin{aligned} \text{Tinggi total (H)} &= Ls + OA + hb + t \\ &= 6.7031 + 0.5273 + 1.2 \\ &= 8.4304 \text{ ft} \end{aligned}$$

f) Perhitungan Down take



Direncanakan pan masakan calandria dengan pipa downtake di tengah

Diameter down take = 0,25 diameter shell!

$$= 0,25 \times di \text{ shell}$$

$$= 0,25 \times 52.625 \text{ in} = 13.1563 \text{ in}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter ruang kosong} &= D \text{ shell} - D \text{ down take} - d \text{ shell tube} \\
 &= 53.625 - 13.4063 - 1 \\
 &= 39.2187 \text{ in}
 \end{aligned}$$

6.4.5 Perhitungan Dimensi Man Hole

a) Dimensi Man hole

Man hole dirancang untuk pemeriksaan atau pembersihan bagian dalam dari evaporator. Direncanakan man hole dengan diameter 20 in, Flange untuk man hole digunakan type 150 lb forged slip-on flanges (168). Brownell & Young hal 222.

1. Ukuran nominal pipa (NPs) = 20 in
2. Do flange (A) = 27 ½ in
3. Ketebalan flange (T) = 1 11/16 in
4. Do dari pembesaran permukaan (R) = 23 in
5. D pusat dari dasar (E) = 22 in
6. Panjang (L) = 2 7/8 in
7. Jumlah lubang baut = 20 buah
8. D lubang = 1 ¼ in
9. D baut = 1 1/8 in
10. Bolt circle = 25
11. D luar bore (B) = 20,19 in

b) Tutup Man Hole

Dipilih standart 150 lb blind flange (168). Brownell & Young hal 222

1. Ukuran nominal pipa (NPs) = 20 in

2. Do Flange (A) = 27 ½ in
3. Tebal Flange minimum (T) = 1 11/16 in
4. Do dari pembesaran permukaan = 23 in
5. Do lubang = 1 ¼ in
6. Jumlah lubang baut = 20 buah
7. D baut = 1 1/8 in
8. Bolt circle = 25

6.4.6. Perhitungan Dimensi Pipa / Lubang

a) Pipa steam masuk

$$\text{Suhu steam masuk} = 250^{\circ}\text{C} = 482^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Massa steam masuk} = 126.0857 \text{ kg/jam} = 277.972 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ steam} = \frac{1}{SV} = \frac{1}{0,05013} = 19.948 \text{ kg/m}^3 = 1.243 \text{ lb / ft}^3$$

$$\mu \text{ steam} = 0,053 \text{ cp} = 1.219 \cdot 10^{-5} \text{ lb/ft} \cdot \text{dtk}$$

$$\text{Flow rate } (\phi) = \frac{277.972}{1.243} = 223.63 \text{ ft}^3/\text{jam} = 6,22 \times 10^{-2} \text{ ft}^3/\text{dt}$$

Asumsi : aliran turbulen

Dari Peter and Timmerhaus fig 14-2 hal 496 didapat .

$$\text{Di optimum} = 3,9 (\phi f)^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$$

$$= 3.9 (6,22 \cdot 10^{-2})^{0,45} \cdot (1.243)^{0,13} = 1.15 \text{ in}$$

standarisasi ukuran pipa dari Kern, table 11 hal 844 diperoleh :

Ukuran pipa nominal = 2 in sch 40

$$\text{Di} = 2.067 \text{ in} = 0,172 \text{ ft}$$

$$D_o = 2.33 \text{ in}$$

Cek terhadap asumsi :

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan linear (V)} &= \frac{\varphi}{A} = \frac{\varphi}{\pi/4 D_i^2} \\ &= \frac{6,22 \cdot 10^{-2}}{\pi/4 \cdot (0,172)^2} = 2.678 \text{ ft/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{D \cdot \rho \cdot V}{\mu} \\ &= \frac{0,172 \text{ ft} \times 59,1017 \text{ lb/ft}^3 \times 2.678 \text{ ft/dtk}}{1.219 \cdot 10^{-5}} \\ &= 22332,39 \end{aligned}$$

$N_{re} > 4000$, maka asumsi bahwa aliran turbulen adalah benar.

b) Pipa Feed masuk

$$\text{Suhu feed masuk} = 91^{\circ} \text{ C}$$

$$\text{Jumlah feed masuk} = 8878.28 \text{ kg/jam} = 19573.3 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ campuran} = 134.7 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 5.255 \text{ cp} = 0.0005255 \text{ lb/ft} \cdot \text{s}$$

Dari tabel 4.7 Ulrich hal 91, untuk evaporator type short tube maka range viskositas maksimum adalah $0,01 \text{ pa.s} = 0,00671797 \text{ lb/ft.s}$

$$\text{Flow rate } (\varphi) = \frac{19573.3}{134.7} = 145.31 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,04 \text{ ft}^3/\text{dtk}$$

Asumsi : aliran turbulen

Dari Peter and Timmerhaus fig 14.2 hal 496 didapat :

$$\begin{aligned}
 Di_{opt} &= 3,9 (\varphi)^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\
 &= 3,9 (0,04)^{0,45} \cdot (134,7)^{0,13} = 1,733 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standarisasi ukuran pipa dari Kern, tabel 11 hal 844 diperoleh

Ukuran pipa nominal = 2 ½ in sch 40

$$Di = 2,469 \text{ in} = 0,20575 \text{ ft}$$

$$Do = 2,88 \text{ in} = 0,24 \text{ ft}$$

Cek terhadap asumsi

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan linear (V)} &= \frac{\varphi}{A} = \frac{\varphi}{\pi/4 Di^2} \\
 &= \frac{0,04}{\pi/4 \cdot (0,20575)^2} = 1,204 \text{ ft/dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Nre &= \frac{D \cdot \rho \cdot V}{\mu} \\
 &= \frac{0,20575 \text{ ft} \times 134,7 \text{ lb/ft}^3 \times 1,204 \text{ ft/dtk}}{0,00353} \\
 &= 9452,77
 \end{aligned}$$

$Nre > 4000$, maka asumsi bahwa aliran turbulen adalah benar

c) **Pipa Produk Keluar**

$$\text{Suhu larutan keluar evaporator} = 230^{\circ} \text{ C}$$

$$\text{Jumlah larutan keluar evaporator (L)} = 8109,98 \text{ kg/jam}$$

$$= 18879,4 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ campuran} = 125,3 \text{ lb/ft}^3$$

$$\mu \text{ campuran} = 0,8444 \text{ cp} = 0,000566 \text{ lb/ft.s}$$

$$\text{Flow rate (Q)} = \frac{18879,4}{125,3} = 150,674 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0,042 \text{ ft}^3/\text{dtk}$$

Asumsi : aliran turbulen

Dari Peter and Timmerhaus fig 14.2 hal 496 didapat :

$$D_i \text{ opt} = 3,9 (\varphi)^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$$

$$= 3,9 (0.042)^{0,45} \cdot (125.3)^{0,13} = 1,755 \text{ in}$$

Standarisasi ukuran pipa dari Kern, tabel 11 hal 844 diperoleh

Ukuran pipa nominal = 2 in sch 40

$$D_i = 2.067 \text{ in} = 0,17225 \text{ ft}$$

$$D_o = 2.33 \text{ in} = 0,1942 \text{ ft}$$

Cek terhadap asumsi

$$\text{Kecepatan linear (V)} = \frac{\varphi}{A} = \frac{\varphi}{\pi/4 \cdot D_i^2} = \frac{0,042}{\pi/4 \cdot (0,17225)^2} = 1.803 \text{ ft/dt}$$

$$N_{re} = \frac{D \cdot \rho \cdot V}{\mu}$$

$$= \frac{0,17225 \text{ ft} \times 125.3 \text{ lb/ft}^3 \times 1.803 \text{ ft/dtk}}{0,000566}$$

$$= 68752.674$$

$N_{re} > 4000$, maka asumsi bahwa aliran turbulen adalah benar

d) Pipa kondensat keluar

Suhu kondensat keluar = 250° C

Jumlah kondensat keluar = 126.085 /kg/jam = 277.971 lb/jam

ρ campuran = 49.8949 lb/ft³

μ campuran = 0.833.10⁻⁵ lb/ft.s

$$\text{Flow rate } (\varphi) = \frac{277.971}{49.8949} = 5.571 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.00155 \text{ ft}^3/\text{dtk}$$

Asumsi : aliran turbulen

Dari Peter and Timmerhaus fig 14.2 hal 496 didapat :

$$D_i \text{ opt} = 3,9 (\varphi)^{0,45} \cdot \rho^{0,13}$$

$$= 3,9 (0.00155)^{0,45} \cdot (49.8949)^{0,13} = 0.353 \text{ in}$$

Standarisasi ukuran pipa dari Kern, tabel 11 hal 844 diperoleh

Ukuran pipa nominal = ½ in sch 40

$$D_i = 0.522 \text{ in} = 0,0435 \text{ ft}$$

$$D_o = 0.840 \text{ in} = 0.07 \text{ ft}$$

Cek terhadap asumsi

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan linear (V)} &= \frac{\varphi}{A} = \frac{\varphi}{\pi/4 D_i^2} \\ &= \frac{0,00155}{\pi/4 \cdot (0,0435)^2} = 1.043 \text{ ft/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{D \cdot \rho \cdot V}{\mu} \\ &= \frac{0,0435 \text{ ft} \times 49.8949 \text{ lb/ft}^3 \times 1.043 \text{ ft/dtk}}{0.833 \cdot 10^{-5}} \\ &= 271750,4011 \end{aligned}$$

$N_{re} > 1000$, maka asumsi bahwa aliran turbulen adalah benar

e) Pipa uap keluar

$$\text{Suhu kondensat keluar} = 230^\circ \text{ C}$$

$$\text{Jumlah uap keluar} = 768.3 \text{ kg/jam} = 1693.81 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ uap keluar} = 0.0707 + 10/11$$

$$\mu \text{ campuran} = 0.008012 \text{ cp} = 5.384 \cdot 10^{-6} \text{ lb/ft.s}$$

$$\text{Flow rate } (\varphi) = \frac{1693,81}{0.07674} = 6.131 \text{ ft}^3/\text{dtk}$$

Asumsi : aliran turbulen

Dari Peter and Timmerhaus fig 14.2 hal 496 didapat :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3,9 (\varphi)^{0,45} \cdot \rho^{0,13} \\ &= 3,9 (6.131)^{0,45} \cdot (0.07674)^{0,13} = 6.317 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi ukuran pipa dari Kern, tabel 11 hal 844 diperoleh

Ukuran pipa nominal = 8 in sch 40

$$\text{Di} = 7.981 \text{ in} = 0,6651 \text{ ft}$$

$$\text{Do} = 8.025 \text{ in} = 0,66875 \text{ ft}$$

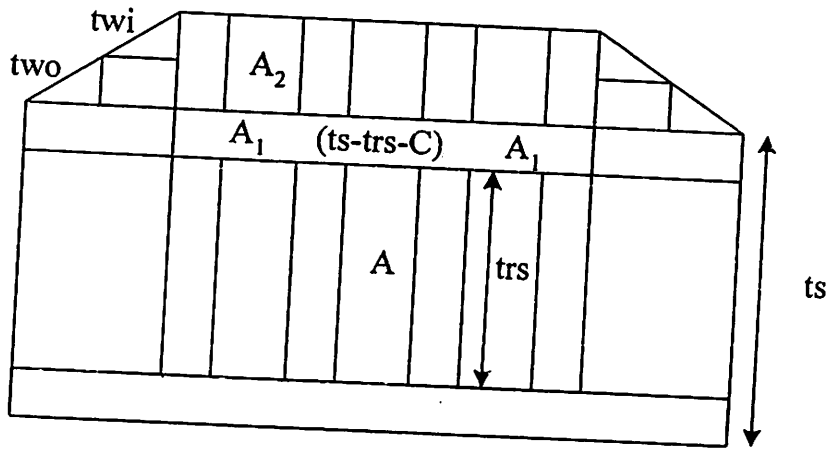
Cek terhadap asumsi

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan linear (V)} &= \frac{\varphi}{A} = \frac{\varphi}{\pi/4 \text{ Di}^2} \\ &= \frac{6.131}{\pi/4 \cdot (6.317)^2} = 0.196 \text{ ft/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nre} &= \frac{D \cdot \rho \cdot V}{\mu} \\ &= \frac{0.6651 \text{ ft} \times 0.07674 \text{ lb/ft}^3 \times 0.196 \text{ ft/dtk}}{5.384 \cdot 10^{-6}} \end{aligned}$$

Nre > 4000 maka asumsi bahwa aliran turbulen adalah benar

6.5. Perhitungan perlu tidaknya penguat pada lubang/pipa dan manhole



a. Manhole

Diameter Man hole = 20 in

Diameter dalam = 19,25 in

Asumsi :

t_{wo} = tebal pengelasan luar = 3/16 in

t_{wi} = tebal pengelasan dalam = 3/16 in

t_p = 3/16 in t_n = 3/16 in

t_s = 3/16 in

Diketahui :

t_{min} = (terkecil diantara t_s , t_n dan t_p) = 1/2 in

a_1 = D_o lubang - D_i lubang

= 20 in - 19,25 in = 0,75 in

f_{cor} = 0,5 x t_{min}

= 0,5 x 3/16 in = 0,0938 in

$t > t_{min}$ dan pengelasan memadai

$$t_{wi \min} = 0,7 \times t_{\min}$$

$$= 0,7 \times 3/16 \text{ in} = 0,13125 \text{ in}$$

$$t_{rs} = \frac{D_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6 \cdot \Pi)} = \frac{24.117 \times 89,625}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4.4281)} = 0,072 \text{ in}$$

$$= \frac{1.153}{16} \text{ in} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$C \text{ lubang} = 0$$

$$t_m = \frac{D_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6 \cdot \Pi)} = \frac{24.117 \times 19,25}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4.4281)} = 0,0155 \text{ in}$$

$$A = t_{rs} \times d_i = 0,072 \text{ in} \times 20 = 1,44 \text{ in}$$

$$A_1 = (t_s - t_{rs} - c) (d_i) = (3/16 - 0,072 - 1/16) (20) = 1,06 \text{ in}$$

$$A_2 = 2 \left\{ (t_n - t_m - c) (2 \frac{1}{4} t_n + t_p) \right\}$$

$$= 2 \left\{ (0,75 - 0,0155 - 1/16) (2 \frac{1}{4} \cdot 0,75 + 3/16) \right\} = 1,8825 \text{ in}$$

$$A_1 + A_2 = (1,06 + 1,8825) \text{ in} = 2,9425 \text{ in}$$

$$A < A_1 + A_2, \text{ maka tidak perlu penguat}$$

b. Pipa/lubang steam masuk

$$\text{Diameter lubang} = \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$\text{Diameter dalam} = 0,824 \text{ in} = 0,0687 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter luar} = 1,05 \text{ in} = 0,0875 \text{ ft}$$

Asumsi :

$$t_{wo} = \text{tebal pengelasan luar} = 3/16 \text{ in}$$

$$t_{wi} = \text{tebal pengelasan dalam} = 3/16 \text{ in}$$

$$t_p = 3/16 \text{ in}$$

$$A_1 = (t_s - t_{rs} - c) \cdot (d_{in}) = (3/16 - 0,0132 - 1/16) (2,469) = 0,276 \text{ in}^2$$

$$A_2 = 2 \{ (t_n - t_{rn} - c) (2 \frac{1}{4} t_n + t_p) \}$$

$$= 2 \{ (0,411 - 0,000364 - 1/16) (2 \frac{1}{4} \cdot 0,411 + 3/16) \} = 0,7744 \text{ in}^2$$

$$A_1 + A_2 = 0,276 + 0,7744 = 1,0504 \text{ in}^2$$

$A < A_1 + A_2$, maka tidak perlu penguat

d. Lubang/pipa produk

Diameter lubang = $1 \frac{1}{4}$ in

Diameter dalam = 1,380 in = 0,115 ft

Diameter luar = 1,66 in = 0,1383 ft

Asumsi :

t_{wo} = tebal pengelasan luar = $3/16$ in

t_{wi} = tebal pengelasan dalam = $3/16$ in

t_p = $3/16$ in

t_s = $3/16$ in

Diketahui :

t_{min} = (terkecil diantara t_s , t_n dan t_p) = $3/16$ in

t_n = D_o lubang - D_i lubang

$$= 1,66 - 1,380 = 0,28 \text{ in}$$

$t_{wo \text{ min}} = 0,5 \times t_{min} = 0,5 \times 3/16 = 0,09375 \text{ in}$

$t_{wo} > t_{wo \text{ min}}$, maka pengelasan memadai

$t_{wi \text{ min}} = 0,7 \times t_{min} = 0,7 \times 3/16 = 0,13125 \text{ in}$

$t_{wi} > t_{wi \text{ min}}$, maka pengelasan memadai

Diameter penguat maksimum

$$\text{Diameter dalam} = 2,469 \text{ in} = 0,20575 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter luar} = 2,88 \text{ in} = 0,24 \text{ ft}$$

Asumsi

$$t_{wo} = \text{tebal pengelasan luar} = 3/16 \text{ in}$$

$$t_{wi} = \text{tebal pengelasan dalam} = 3/16 \text{ in}$$

$$t_p = 3/16 \text{ in}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

Diketahui :

$$t_{\min} = (\text{terkecil diantara } t_s, t_n \text{ dan } t_p) = 3/16 \text{ in}$$

$$t_n = D_o \text{ lubang} - D_i \text{ lubang}$$

$$= 2,88 - 2,469 = 0,411 \text{ in}$$

$$t_{wo \min} = 0,5 \times t_{\min} = 0,5 \times 3/16 = 0,09375 \text{ in}$$

$t_{wo} > t_{wo \min}$, maka pengelasan memadai

$$t_{wi \min} = 0,7 \times t_{\min} = 0,7 \times 3/16 = 0,13125 \text{ in}$$

$t_{wi} > t_{wi \min}$, maka pengelasan memadai

Diameter penguat max

$$D_p = 2 \times d_{in \max} = 2 \times 2,469 \text{ in} = 4,938 \text{ in}$$

$$D_i = 89,625 \text{ in}$$

$$D_{in} = 2,469 \text{ in} = 0,20575 \text{ ft}$$

$$t_{rs} = \frac{D_i \cdot d_{in}}{2(f.E - 0,6 D_i)} = \frac{4,4281 \times 89,625}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,4281)} = 0,00132 \text{ in}$$

$$t_{ri} = \frac{D_i \cdot d_{in}}{2(f.E - 0,6 D_i)} = \frac{4,4281 \times 2,469}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,4281)} = 0,000364 \text{ in}$$

$$A = t_{rs} \times d_{in} = 0,0132 \text{ in} \times 2,469 \text{ in} = 0,0327 \text{ in}^2$$

$$A_1 = (t_s - t_{rs} - c) \cdot (d_{in}) = (3/16 - 0,0132 - 1/16) (2,469) = 0,276 \text{ in}^2$$

$$A_2 = 2 \{(t_n - t_m - c) (2 \frac{1}{4} t_n + t_p)\}$$

$$= 2 \{(0,411 - 0,000364 - 1/16) (2 \frac{1}{4} \cdot 0,411 + 3/16)\} = 0,7744 \text{ in}^2$$

$$A_1 + A_2 = 0,276 + 0,7744 = 1,0504 \text{ in}^2$$

$A < A_1 + A_2$, maka tidak perlu penguat

d. Lubang/pipa produk

Diameter lubang = $1 \frac{1}{4}$ in

Diameter dalam = 1,380 in = 0,115 ft

Diameter luar = 1,66 in = 0,1383 ft

Asumsi :

t_{wo} = tebal pengelasan luar = $3/16$ in

t_{wi} = tebal pengelasan dalam = $3/16$ in

t_p = $3/16$ in

t_s = $3/16$ in

Diketahui :

t_{min} = (terkecil diantara t_s , t_n dan t_p) = $3/16$ in

t_n = D_o lubang - D_i lubang

$$= 1,66 - 1,380 = 0,28 \text{ in}$$

$$t_{wo \text{ min}} = 0,5 \times t_{min} = 0,5 \times 3/16 = 0,09375 \text{ in}$$

$t_{wo} > t_{wo \text{ min}}$, maka pengelasan memadai

$$t_{wi \text{ min}} = 0,7 \times t_{min} = 0,7 \times 3/16 = 0,13125 \text{ in}$$

$t_{wi} > t_{wi \text{ min}}$, maka pengelasan memadai

Diameter penguat maksimum

$$D_p = 2 \times \text{din max} = 2 \times 1,380 \text{ in} = 2,76 \text{ in}$$

$$D_i = 89,625 \text{ in}$$

$$D_{in} = 1,380 \text{ in} = 0,115 \text{ ft}$$

$$t_{rs} = \frac{D_i \cdot \text{din}}{2(f.E - 0,6 D_i)} = \frac{4,4281 \times 89,625}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,4281)} = 0,00132 \text{ in}$$

$$t_m = \frac{D_i \cdot \text{din}}{2(f.E - 0,6 D_i)} = \frac{4,4281 \times 1,380}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,4281)} = 0,000204 \text{ in}$$

$$A = t_{rs} \times \text{din} = 0,0132 \text{ in} \times 1,380 \text{ in} = 0,0182 \text{ in}^2$$

$$A_1 = (t_s - t_{rs} - c) \cdot (\text{din}) = (3/16 - 0,0132 - 1/16) (1,38) = 0,1543 \text{ in}^2$$

$$A_2 = 2 \{(t_n - t_{rn} - c) (2\frac{1}{4} t_n + t_p)\}$$

$$= 2 \{(0,28 - 0,000204 - 1/16) (2\frac{1}{4} \cdot 0,28 + 3/16)\} = 0,3553 \text{ in}^2$$

$$A_1 + A_2 = 0,1543 + 0,3553 = 0,5096 \text{ in}^2$$

$A < A_1 + A_2$, maka tidak perlu penguat

e. Lubang/pipa kondensat keluar

$$\text{Diameter lubang} = 2\frac{1}{2} \text{ in}$$

$$\text{Diameter dalam} = 2,469 \text{ in} = 0,20575 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter luar} = 2,88 \text{ in} = 0,24 \text{ ft}$$

Asumsi :

$$t_{wo} = \text{tebal pengelasan luar} = 3/16 \text{ in}$$

$$t_{wi} = \text{tebal pengelasan dalam} = 3/16 \text{ in}$$

$$t_p = 3/16 \text{ in}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

Diketahui :

$$t_{\min} = (\text{terkecil diantara } t_s, t_n \text{ dan } t_p) = 3/16 \text{ in}$$

$$t_n = \text{Do lubang} - \text{Di lubang}$$

$$= 2,88 - 2,469 = 0,411 \text{ in}$$

$$t_{\text{two min}} = 0,5 \times t_{\min} = 0,5 \times 3/16 = 0,09375 \text{ in}$$

$t_{\text{two}} > t_{\text{two min}}$, maka pengelasan memadai

$$t_{\text{wi min}} = 0,7 \times t_{\min} = 0,7 \times 3/16 = 0,13125 \text{ in}$$

$t_{\text{wi}} > t_{\text{wi min}}$, maka pengelasan memadai

Diameter penguat max

$$D_p = 2 \times \text{din max} = 2 \times 2,469 \text{ in} = 4,938 \text{ in}$$

$$D_i = 89,625 \text{ in}$$

$$D_n = 2,469 \text{ in} = 0,20575 \text{ ft}$$

$$t_{rs} = \frac{D_i \cdot \text{din}}{2(f.E - 0,6 D_i)} = \frac{4,4281 \times 89,625}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,4281)} = 0,00132 \text{ in}$$

$$t_m = \frac{D_i \cdot \text{din}}{2(f.E - 0,6 D_i)} = \frac{4,4281 \times 2,469}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,4281)} = 0,000364 \text{ in}$$

$$A = t_{rs} \times \text{din} = 0,0132 \text{ in} \times 2,469 \text{ in} = 0,0327 \text{ in}^2$$

$$A_1 = (t_s - t_{rs} - c) \cdot (\text{din}) = (3/16 - 0,0132 - 1/16) (2,469) = 0,276 \text{ in}^2$$

$$A_2 = 2 \left\{ (t_n - t_m - c) \left(2 \frac{1}{4} t_n + t_p \right) \right\}$$

$$= 2 \left\{ (0,411 - 0,000364 - 1/16) \left(2 \frac{1}{4} \cdot 0,411 + 3/16 \right) \right\} = 0,7744 \text{ in}^2$$

$$A_1 + A_2 = 0,276 + 0,7744 = 1,0504 \text{ in}^2$$

$A < A_1 + A_2$, maka tidak perlu penguat

f. Lubang/pipa uap keluar

$$\text{Diameter lubang} = \frac{3}{4} \text{ in}$$

$$\text{Diameter dalam} = 0,824 \text{ in} = 0,0687 \text{ ft}$$

$$\text{Diameter luar} = 1,05 \text{ in} = 0,0875 \text{ ft}$$

Asumsi :

$$t_{wo} = \text{tebal pengelasan luar} = 3/16 \text{ in}$$

$$t_{wi} = \text{tebal pengelasan dalam} = 3/16 \text{ in}$$

$$t_p = 3/16 \text{ in}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in}$$

$$t_n = \text{Do lubang} - \text{Di lubang} = 1,05 - 0,824 = 0,226 \text{ in}$$

$$\text{Diketahui} = t_{\min} = (\text{terkecil diantara } t_s, t_n \text{ dan } t_p) = 3/16 \text{ in}$$

$$t_{wo \min} = 0,5 \times t_{\min} = 0,5 \times 3/16 = 0,09375 \text{ in}$$

$$t_{wo} > t_{wo \min}, \text{ maka pengelasan memadai}$$

$$t_{wi \min} = 0,7 \times t_{\min} = 0,7 \times 3/16 = 0,13125 \text{ in}$$

$$t_{wi} > t_{wi \min}, \text{ maka pengelasan memadai}$$

Diameter penguat max

$$D_p = 2 \times d_{in \max} = 2 \times 0,824 \text{ in} = 1,648 \text{ in}$$

$$D_i = 89,625 \text{ in} = 7,46875 \text{ ft}$$

$$D_{in} = 0,824 \text{ in} = 0,0687 \text{ ft}$$

$$t_{rs} = \frac{D_i \cdot d_{in}}{2(f.E - 0,6 D_i)} = \frac{4,4281 \times 89,625}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,4281)} = 0,0132 \text{ in}$$

$$t_m = \frac{D_i \cdot d_{in}}{2(f.E - 0,6 D_i)} = \frac{4,4281 \times 0,824}{2(18750 \cdot 0,8 - 0,6 \cdot 4,4281)} = 0,0001216 \text{ in}$$

$$A = t_{rs} \times d_{in} = 0,0132 \text{ in} \times 0,824 \text{ in} = 0,0109 \text{ in}^2$$

$$A_1 = (t_s - t_{rs} - c) \cdot (d_{in}) = (3/4 - 0,0132 - 1/16) (0,824) = 0,5556 \text{ in}^2$$

$$A_2 = 2 \{ (t_n - t_m - c) (2 \cdot 1/4 t_n + t_p) \}$$

$$= 2 \{(0,226 - 0,0001216 - 1/16)(2\frac{1}{4} \cdot 0,226 + 3/16)\} = 0,2274 \text{ in}^2$$

$$A_1 + A_2 = 0,5556 + 0,2274 = 0,783 \text{ in}^2$$

$A < A_1 + A_2$, maka tidak perlu penguat

6.6. Perhitungan Dimensi Gasket, Bolting dan Flange pada tangki

Do evaporator = 54 in

Di evaporator = 53.625 in

ts = 3/16 in

Pemilihan :

a. Gasket pada tangki

Bahan : Asbestos

Tebal : 1/8 in

Faktor gasket (m) : 2

Design stress seating minimal (y): 1600 psi

Dari Brownell, hal 228

b. Bolting pada tangki

Bahan : SB 160

Stress : 15000 psi

Dari Brownell, hal 340

c. Flange pada tangki

Bahan : Carbon steel SA – Grade M type 316

Stress : 18750

a. Perhitungan Gasket pada tangki

Menentukan lebar gasket

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - (Pxm)}{Y - P(m+1)}} \quad (\text{Brownell, hal 226})$$

Dimana :

d_o = diametr luas gasket (in)

d_i = diameter dalam gasket (in)

P = 24.117 psig

Y = 1600 psia

m (factor gasket) = 2

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{1600 - (24.117 \times 2)}{1600 - 24.117(2+1)}} = 1,0079$$

asumsi d_i gasket = $56\frac{1}{4}$ in (brownell, hal 226), maka :

$$D_o = 1,0079 \times 56\frac{1}{4} \text{ in} = 56.694$$

$$\text{Lebar minimum gasket} = \frac{1}{2} (D_o - D_i) \quad (\text{Brownell, hal 242})$$

$$= \frac{1}{2} (56.694 - 56.25) = 0.222 \times 16/16$$

$$= 3,552/16$$

$$= 4/16 = \frac{1}{4} \text{ in}$$

Perhitungan beban gasket

$$W_{m2} = H_y = \pi \times b \times G \times y \quad (\text{brownell, hal 240})$$

Dimana :

B = Lebar efektif gasket

y = yield = 1600 psi

N = tebal gasket = $1/8$ (asumsi)

$$G = d_{\text{rata-rata gasket}}$$

$$\text{Diameter rata-rata gasket (G)} = d_i + \text{tebal gasket}$$

$$= 56,375 \text{ in}$$

$$= 56 \frac{3}{8}$$

$$b_o = \frac{n}{2}$$

(Brownell, hal 229, fig 12.12) diketahui

bahwa :

$$b_o \leq \frac{1}{4} \text{ in apabila } b_o = b$$

$$b_o = \frac{1/8}{2} = 0,0625 \text{ in}$$

$$b = b_o = 0,0625 \text{ in}$$

maka :

$$\begin{aligned} W_{m2} &= \pi \times b \times G \times y \\ &= 3,14 \times 0,0625 \times 56,375 \times 1600 \\ &= 17701,75 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Beban untuk menjaga sambungan

$$H_p = 2b\pi \times G \times p \times m \quad (\text{Brownell, hal 240})$$

$$= 2 \times 0,0625 \times 3,14 \times 56,375 \times 24,117 \times 2$$

$$= 1067,283 \text{ lb}$$

- Beban karena tekanan dalam

$$H = \pi/4 \times G^2 \times P$$

$$= 3,14/4 \times (56,375)^2 \times 24,117$$

$$= 60168.07 \text{ lb}$$

$$W_{m1} = H + H_p \quad (\text{Brownell, hal 240})$$

$$= 60168.07 \text{ lb} + 1067.283 \text{ lb}$$

$$= 61235.35 \text{ lb}$$

$W_{m2} < W_{m1}$, maka beban yang mengontrol dalam operasi adalah W_{m1}

b. Perhitungan baut tangki

Menghitung luas minimum baut area (A_{m2})

$$A_{m1} = \frac{84182,40265}{15000 \text{ lb/in}} = 5,6122 \text{ in} \quad (\text{Brownell, hal 240})$$

Ukuran baut optimum

Dari Brownell, hal 188 ; dicoba ukuran baut 1 1/8 in, root area = 0,693 in²

$$N = \frac{A_m}{\text{Rootarea}} = \frac{5,6122}{0,693} = 8,0984 = 10 \text{ buah}$$

Sehingga dari Brownell hal 188 diperoleh

- Ukuran nominal baut : 1 1/8 in
- Root area : 0,693 in²
- Bolt Spacing (BC) : 2 1/2 in
- Jarak radial minimum (R) : 1 1/2 in
- Jarak dari tepi (E) : 1 1/8 in
- Nut Dimension : 1 13/16 in
- Radius Fillet maksimum (r) : 7/16 in

Pengecekan lebar gasket

$A_b \text{ actual} = \text{jumlah baut} \times \text{root area}$

$$= 9 \times 0,693 = 6,237 \text{ in}^2$$

Lebar gasket minimum

$$W = \frac{A_b \cdot \text{actual} \times f \cdot \text{allowable}}{2 \times Y \times G \times \pi} \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= \frac{6,237 \times 15000}{2 \times 1600 \times 56.375 \times 3,14} = 0,1652 \text{ in}$$

Karena $W = 0,1652 <$ lebar gasket yang telah ditentukan $= \frac{1}{4} \text{ in}$, maka lebar gasket memadai.

c. Perhitungan flange tangki

Diameter luar flange (A)

$$A = \text{bolt circle flange (A)}$$

$$= C + 2E \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$C = 2(1,415 g_o + R) + D_{\text{gasket}} \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

Dimana $g_o > \frac{5}{8} \text{ in}$

Diambil $g_o = 0,8$

$$C = 2(1,415 \times 0,8 + 1 \frac{1}{2}) + 56.25$$

$$= 61.514 \text{ in}$$

$$A = D_o = 61.514 + (2 \times \frac{3}{4})$$

$$= 63.014 \text{ in}$$

Perhitungan moment

Untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan dalam)

$$W = \frac{1}{2} (A_m^2 + A_b) \times \text{fall} \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= \frac{1}{2} (5.6122 + 6,237) \times 15000$$

$$= 88869 \text{ lb}$$

Jarak radial dari beban gasket yang bereaksi terhadap bolt circle

$$h_G = \frac{1}{2} (C - G) \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= \frac{1}{2} (61.514 - 56.375)$$

$$= 5.139 \text{ in}$$

Moment flange

$$M_a = h_G \times W \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= 5.139 \times 88869$$

$$= 456697.791 \text{ lb in}$$

Untuk kondisi operasi

$$W = W_{m1} = H + H_p \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= 61235.35 \text{ lb}$$

Tekanan hidrostatik pada daerah flange (H_D)

$$H_D = 0,785 B^2 \times P$$

$$B = \text{OD shell} = 53.625 \text{ in}$$

$$P = 24.117 \text{ psig}$$

$$H_D = 0,785 \times (53.625)^2 \times 24.117$$

$$= 53305.05 \text{ lb}$$

Jarak jari-jari dari bolt circle pada H_D

$$H_D = \frac{1}{2} (C - B) \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= \frac{1}{2} (61.514 - 53.625)$$

$$= 3.9445 \text{ in}$$

Moment Komponen M_D

$$M_D = H_D \times h_D \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= 78075,7666 \text{ lb} \times 3,9445 \text{ in} = 307969.861 \text{ lb.in}$$

Perbedaan antara beban baut flange dengan daya hidrostatik total

$$H_G = W - H = W_{m1} - H \quad (\text{brownell. Hal 243})$$

$$= 61235.35 \text{ lb} - 60168.07 \text{ lb}$$

$$= 1067.28 \text{ lb}$$

Komponen moment ken M_G

$$M_G = H_G \times h_G \quad (\text{Brownell. Hal 243})$$

$$= 1067.28 \text{ lb} \times 5.139 \text{ in}$$

$$= 5484.752 \text{ lb.in}$$

Perbedaan antar gaya hidrostatik total dengan hidrostatik dalam area flange

$$H_T = H - H_D \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= 60168.07 \text{ lb} - 53305.05 \text{ lb}$$

$$= 6863.02 \text{ lb}$$

$$h_T = \frac{1}{2} (h_D + h_G) \quad (\text{Brownell, hal 244})$$

$$= \frac{1}{2} (3,9445 + 5.139)$$

$$= 4.542 \text{ in}$$

Komponen Moment (M_T)

$$M_T = H_T \times h_T \quad (\text{Brownell, hal 244})$$

$$= 60168.07 \times 4.542$$

$$= 275327.274 \text{ lb.in}$$

Total moment pada kondisi operasi

$$M_O = M_D + M_G + M_T \quad (\text{Brownell, hal 243})$$

$$= 307969.861 \text{ lb.in} + 5484.752 \text{ lb.in} + 275327.274 \text{ lb.in}$$

$$= 588781.887 \text{ lb.in}$$

Perhitungan tebal flange

$$T = \sqrt{\frac{y \times M_{\text{maks}}}{f \times B}} \quad (\text{Brownell, hal 244})$$

Dimana :

$$M_{\text{maks}} = M_o$$

$$F = \text{stress} = 18750 \text{ psi}$$

$$B = D \text{ luar evaporator} = 54 \text{ in}$$

$$K = \frac{A}{B} = \frac{D \text{ luar flange}}{D \text{ luar evaporatoe}} = \frac{63.014 \text{ in}}{54 \text{ in}} = 1,167$$

Dari Brownell, hal 238 fig 12.12 didapatkan

$$Y = 20$$

$$T = \sqrt{\frac{20 \times 588781.887}{18750 \times 54}} = 3.41 \text{ in}$$

Dipakai tebal flange 3.5 in

Kesimpulan dimensi :

a. Gasket pada tangki

Bahan : asbestos

Tebal : 1/8 in

Lebar : ¼ in

b. Bolting pada tangki

Bahan : SB - 160

Ukuran : 1 1/8 in

Jumlah	: 9 buah
Bolt spacing	: 2 ½ in
Jarak radial minimum	: 1 ½ in
Jarak dari tepi	: 1 1/8 in
Stress	: 15000 psi

c. Flange pada tangki

Bahan	: carbon steel SA 240 grade M type 316
Stress	: 18750 psi
Tebal	: 3.5 in
Do	: 63.014 in

6.6 Menghitung dimensi penyangga

a. Berat bejana kosong

$$D_o = 54 \text{ in} = 4.5 \text{ ft}$$

$$D_i = 53.625 \text{ in} = 4.46875 \text{ ft}$$

$$t_s = 3/16 \text{ in} = 0,0156 \text{ ft}$$

$$\text{Densitas bejana steel } (\rho) = 489 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{Perry, edisi 6 tabel 3 - 118})$$

$$\text{Tinggi solinder} = L_s$$

$$= 80.437 \text{ in} = 6.7031 \text{ ft}$$

$$W_s = (\pi/4) (D_o^2 - D_i^2) \rho \times H$$

$$= (3,14/4) (4.5^2 - 4.46875^2) \times 489 \times 6.7031$$

$$= 721.168 \text{ lb} = 327.116 \text{ kg}$$

b. Berat tutup bejana

Tutup atas dan bawah standard dishead

$$\begin{aligned} V &= 0,000049 (d_o^3 - d_i^3) \\ &= 0,000049 [(4.5 \text{ ft})^3 - (4.46875)^3] \\ &= 1.8853 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{ta} &= 1.8853 \times \rho \\ &= 1.8853 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 921.9 \text{ lb} = 418.172 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$W_{tutup} = 2 \times 418.172 \text{ kg} = 836.344 \text{ kg}$$

c. Berat larutan evaporator

$$W_L = 8878.28 \text{ kg/jam}$$

d. Berat tube

$$D_o = 1 \text{ in} = 0,0833 \text{ ft}$$

$$D_i = 0,870 \text{ in} = 0,0725 \text{ ft}$$

$$\rho_{\text{tube}} = 489 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} W_t &= (\pi/4) (D_o^2 - D_i^2) \rho \times N_t \times L \\ &= (3,14/4) [(0,0833 \text{ ft})^2 - (0,0725)^2] \times 489 \text{ lb/ft}^3 \times 32 \times 8 \text{ ft} \\ &= 165,3521 \text{ lb} = 75,0032 \text{ kg} \end{aligned}$$

e. Berat steam

$$W_{st} = 126.0857 \text{ kg/jam}$$

f. Berat isolasi

Pemilihan isolasi = Asbestos Fibber Standard

$$\rho_{\text{asbestos}} = 29,3 \quad (\text{Kern, hal 795})$$

Asumsi tebal isolasi = 2 in

Maka :

Do isolasi = D shell + 2 in

$$= 54 \text{ in} + 2 \text{ in} = 56 \text{ in} = 4.67 \text{ ft}$$

H = 80.4375 in = 6.7031 ft

Wt = $(\pi/4) (D_o \text{ isolasi}^2 - D_i \text{ shell}^2) \rho \times H$

$$= (3,14/4) [(4.67 \text{ ft})^2 - (4.46875)^2] \times 8,953125 \text{ ft} \times 29,3 \text{ lb/ft}^3$$

$$= 378.734 \text{ lb} = 171.791 \text{ kg}$$

g. Berat perlengkapan lain di shell

Diambil 18 % berat shell, maka :

$$W_p = 18 \% \times 327.116 = 58.881 \text{ kg} \quad (\text{Brownell, hal 157})$$

Maka berat total = 327.116 kg + 836.344 kg + 8878.28 kg + 75,0032 kg +

$$126.0857 \text{ kg} + 171.791 \text{ kg} + 58.881 \text{ kg}$$

$$= 10473.5009 \text{ kg}$$

Untuk faktor pengaman dipakai safety 10 % lebih besar, maka berat total menjadi:

$$W \text{ total} = 1,1 \times 10473.5009 \text{ kg}$$

$$= 11520.85 \text{ kg}$$

h. Perancangan Leg Support

Untuk penahan dipilih kolom jenis I – beam dengan jumlah 4 buah.

$$\text{Beban tiap kolom} = \frac{4P_w (H - L)}{n \cdot d_b} + \frac{\Sigma W}{n} \quad (\text{Brownell, pers 10.76 hal}$$

167)

Diaman :

P = beban tiap kolom (lb)

P_w = total beban permukaan karena angin (lb)

H = tinggi vessel dari pondasi (ft)

L = vessel clearance dari pondasi (ft)

db = diameter bolt circle (ft)

ΣW = berat total (lb)

Karena tangki diletakkan didalam ruangan maka P_w = 0, sehingga

$$P = \frac{\Sigma W}{n}$$

$$= \frac{11520.85}{4} = 2880.213 \text{ kg} = 6349.78 \text{ lb}$$

Untuk I – Beam dicoba dengan ukuran (5 x 3)

Dari *Brownell, hal 355*, diperoleh :

Berat = 5,7 lb

Area of section (A_y) = 1,64 in²

Depth of beam (H) = 3 in

Width of flange (B) = 2,330 in

R₂₋₂ = 0,53 in

I₂₋₂ = 0.46 in⁴

Jarak dari base plate ke dasar kolom = 5 ft³

L = ½ (H – L) + L

= ½ (H) + ½ (L)

= ½ (8,953125) + ½ (3)

$$= 5,9766 \text{ ft} = 71,7188 \text{ in}$$

Jadi tinggi leg = 8,775 ft = 105,3 in

$$\frac{l}{r} = \frac{71,7188}{0,53} = 135,3185$$

karena l/r terletak diantara 60 – 200 maka :

$$f_c = \frac{18000}{1 + \frac{(l/r)^2}{18000}} = \frac{18000}{1 + \frac{(135,3185)^2}{18000}} = 8922,8922 \text{ psi}$$

$$A = \frac{P}{f_c} = \frac{4601,3078}{8922,8922} = 0,5157 \text{ in}^2$$

Karena A yang dibutuhkan $<$ A yang tersedia, maka I – Beam dengan ukuran tersebut memadai.

Dari *Brownell, hal 355*, diperoleh :

$$\text{Berat} = 5,7 \text{ lb}$$

$$\text{Area of section (Ay)} = 1,64 \text{ in}^2$$

$$\text{Depth of beam (H)} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Width of flange (B)} = 2,330 \text{ in}$$

$$R_{2-2} = 0,53 \text{ in}$$

$$I_{2-2} = 0,46 \text{ in}^4$$

Jarak dari base plate ke dasar kolom = 3 ft

$$L = \frac{1}{2} (H - L) + L$$

$$= \frac{1}{2} (H) + \frac{1}{2} (L)$$

$$= \frac{1}{2} (8,953125) + \frac{1}{2} (3)$$

$$= 5,9766 \text{ ft} = 71,7188 \text{ in}$$

Jadi tinggi leg = 8,775 ft = 105,3 in

$$\frac{l}{r} = \frac{71,7188}{0,53} = 135,3185$$

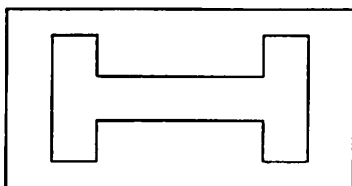
karena l/r terletak diantara 60 – 200 maka :

$$f_c = \frac{18000}{1 + \frac{(l/r)^2}{18000}} = \frac{18000}{1 + \frac{(135,3185)^2}{18000}} = 8922,8922 \text{ psi}$$

$$A = \frac{P}{f_c} = \frac{4601,3078}{8922,8922} = 0,5157 \text{ in}^2$$

Karena A yang dibutuhkan $< A$ yang tersedia, maka I – Beam dengan ukuran tersebut memadai.

i. Dimensi Base Plate



$$H = (0,8 b + 2n)$$

$$P = (0,95 h + 2m)$$

$$P = 6349.78 \text{ lb}$$

$$\text{Luas Base Plate} = A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}} \quad (\text{Brownell, pers 10.35 hal}$$

190)

Dimana :

A_{bp} : luas base plate (in^2)

P : beban bagi tiap-tiap base plate (lb)

f_{bp} : stress pada pondasi (psi)

direncanakan pondasi menggunakan beton, maka dari *Hesse, hal 162*

diperoleh $f_{bp} = 600$ psi

Sehingga :

$$Abp = \frac{6349.78}{600} = 10.583 \text{ in}^2$$

Menghitung panjang dan lebar dari base plate

$$Abp = P \times L$$

$$P = 2m + 0,95h$$

$$L = 2n + 0,8b$$

$$Abp = (0,8b + 2n)(0,95h + 2m)$$

Asumsi : $m = n$

$$Abp = (2m + (0,95 \times 3))(2m + (0,8 \times 2,330))$$

$$10.583 = 4m^2 + 9,428m + 5,3124$$

$$0 = 4m^2 + 9,428m - 5.2706$$

Dengan rumus ABC : $\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4a.c}}{2.a}$

$$M = \frac{-9,428 \pm \sqrt{(-9,428)^2 - (4 \times 4 \times (-5.2706))}}{2 \times 4} = m_1 = 0,2279$$

Maka didapatkan :

$$P = 2m + 0,95h$$

$$= (2 \times 0,2279) + (0,95 \times 3)$$

$$= 3,3058 \text{ in} \sim 4 \text{ in}$$

$$L = 2n + 0,8b$$

$$= (2 \times 0,2279) + (0,8 \times 2,330)$$

$$= 2,3198 \text{ in} \sim 3 \text{ in}$$

$$A \text{ baru} = P \times L = 4 \times 3 = 12 \text{ m}^2 > 7,6688 \text{ Abp}$$

Harga m dan n baru

$$P = 2m + 0,95 h$$

$$4 = 2m + (0,9 \times 3)$$

$$m = 0,575$$

$$L = 2n + 0,8b$$

$$3 = 2n + (0,8 \times 2,330)$$

$$n = 0,568$$

$m > n$ maka m yang dijadikan acuan

beban yang harus ditahan

$$F = \frac{P}{A} = \frac{8348,5581}{4} = 2087,1395 \text{ lb}$$

Tebal base plate

$$T_{bp} = \sqrt{0,00015 \times F \times m^2} \quad (\text{Hesse, pers 7.12 hal 163})$$

$$= \sqrt{0,00015 \times 2087,1395 \times (0,575)^2} = 0,3217 \times \frac{16}{16} = \frac{5,1476}{16} \sim \frac{16}{16} \text{ in}$$

j. Dimensi Baut

$$P \text{ baut} = 8348,5581 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah baut} = 4$$

$$P \text{ tiap baut} = \frac{8348,5581}{4} = 2087,1395$$

$$F_t \text{ baut} = \text{beban tiap baut max} = 12000 \text{ psi}$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{P \text{ tiap baut}}{f_t \text{ baut}} = \frac{2087,1395}{12000} = 0,1739 \text{ in}^2$$

$$A_b = \frac{1}{4} \pi d_b^2$$

$$d_b^2 = \frac{0,1739}{\frac{1}{4}(3,14)} \quad d_b = 0,2215 \text{ in}$$

Standarisasi dari *Brownell, hal 188* :

$$\text{Ukuran D baut} = \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$\text{Bolt spacing} = 1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$\text{Jarak radial minimum} = \frac{13}{16} \text{ in}$$

$$\text{Edge distance} = \frac{5}{8} \text{ in}$$

$$\text{Nut dimension} = \frac{7}{8} \text{ in}$$

k. Dimensi Lug support

Type : double Gusset Plate

Tebal Plate horizontal

Rumus :

$$thp = \frac{6 M_y}{f_{all}} \quad (\text{Brownell \& Young, pers 10.41 hal 193})$$

Dimana :

f_{all} : allowable working stress = 12000 psi

M_y : jumlah moment pada baut

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \times \left[(1 + \mu) \ln \frac{21}{\pi e} + 1 - y_1 \right] \quad (\text{Brownell, pers 10.41 hal 193})$$

Dimana :

P : beban baut

M : poisson ratio = 0,33 untuk baja

l : panjang horizontal plate bagian bawah

$$= 1,5 \times b$$

$$= 1,5 \times 8,5 = 12,75 \text{ in}$$

a : panjang horizontal plate bagian atas

$$= \frac{1}{2} l = \frac{1}{2} (12,75) = 6,375 \text{ in}$$

$$e = \frac{\text{nut dimension}}{2} = \frac{7/8}{2} = 0,4375 \text{ in}$$

b : jarak antar gusset

$$= \text{ukuran baut} + 8 \text{ in}$$

$$= \frac{1}{2} + 8 = 8,5 \text{ in}$$

l : jari-jari luar bearing plate

$$= 2 (b - 0,5 \text{ ukuran baut})$$

$$= 2 (8,5 - 0,5 \times \frac{1}{2})$$

$$= 4,017 \text{ in}$$

γ_1 : konstruksi dari perhitungan moment

$$\frac{b}{l} = \frac{8,5}{4,017} = 2,1160$$

Dari *Brownell & Young* tabel 10.6 hal 192 diperoleh harga $\gamma_1 = 0,012$

Maka :

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{2087,1395}{4 \times 3,14} \left[(1 + 0,33) \ln \frac{2 \times 4,017}{3,14 \times 0,4375} + (1 - 0,012) \right] \\ &= 554,5151 \text{ lb/in} \end{aligned}$$



$$thp = \sqrt{\frac{6 \times 554,5151}{12000}} = 0,5266 \text{ in}$$

Tebal plate vertikal (gusset)

Rumus :

$$tg = 3/8 \times thp \quad (\text{Brownell, hal 194})$$

$$= 3/8 \times 0,3710 = 0,1391 \text{ in}$$

Tinggi gusset

Rumus :

$$hg = A + \text{ukuran baut} \quad (\text{Brownell fig 10.6 hal 191})$$

$$A = \text{lebar lug}$$

$$= \text{ukuran baut} + 9 \text{ in}$$

$$= 1/2 + 9 = 9,5 \text{ in}$$

sehingga :

$$hg = 9,5 + 0,5 = 10 \text{ in}$$

$$\text{Lebar gusset (L)} = 4,017 \text{ in}$$

Tinggi lug

Rumus :

$$H = hg + 2 \text{ thp} \quad (\text{Brownell fig 10.6 hal 191})$$

$$= 10 + (2 \times 0,5266) = 11,0532 \text{ in}$$

l. Dimensi pondasi

$$\text{Beban tiap kolom (W)} = 6349.78 \text{ lb}$$

$$W_{bp} = p \times l \times t \times \rho$$

Dimana :

$$P = \text{panjang base plate (4 in = 0,3333 ft)}$$

l = lebar base plate (3 in = 0,25 ft)

t = tebal base plate (6/16 in = 0,03125 ft)

ρ baja = 489 lb/ft³

maka :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= 0,3333 \times 0,25 \times 0,03125 \text{ ft} \times 489 \\ &= 1,2733 \text{ lb} = 0,5776 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban kolom penyangga

$$\begin{aligned} W_p &= 5,9766 \text{ ft} \times 0,0114 \text{ ft}^2 \times 3,4 \times 489 \text{ lb/ft}^3 \\ &= 113,2783 \text{ lb} \\ &= 51,3817 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat total :

$$\begin{aligned} W_t &= W + W_p + W_{bp} \\ &= 6349,78 + 113,2783 + 1,2733 \\ &= 6464,3316 \text{ lb} \end{aligned}$$

Dianggap bahwa hanya ada gaya vertikal dari berat kolom itu sendiri yang bekerja pada pondasi, maka diambil :

- Luas atas = $(20 \times 20) \text{ in}^2$

- Luas bawah = $(40 \times 40) \text{ in}^2$

- Tinggi pondasi = 25 in

- Luas permukaan tanah rata-rata = $\left(\frac{20 \times 40}{2}\right) + \left(\frac{20 \times 40}{2}\right)$
= 800 in²

- Volume pondasi :

$V = A \times t$

$$= 800 \times 25 = 20.000 \text{ in}^3$$

$$= 11,57 \text{ ft}^3$$

Berat pondasi :

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

$$V = \text{volume pondasi}$$

$$\rho = \text{densitas semen stanosand}$$

$$= 114 \text{ lb/ft}^3 \text{ (Perry, ed 6, tabel 3-118)}$$

$$W = 11,57 \times 114$$

$$= 1666,08 \text{ lb} = 755,7289 \text{ kg}$$

Tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas Cement Sand and Gravel dengan save bearing power 5 – 10 ton/ft²

Kemampuan tanah menahan tekanan sebesar :

$$P = 10 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{22046}{1 \text{ ton}} \times \frac{1 \text{ ft}}{144 \text{ in}^2}$$

$$= 153,097 \text{ lb/in}^2$$

$$\text{Tekanan pada tanah} = \frac{\text{berat pondasi} + \text{berat beban total}}{\text{luas tanah}}$$

$$= \frac{1666,08 + 6464.3316}{800}$$

$$= 10.1630 \text{ lb/in}^2$$

Kesimpulan :

Karena tekanan yang diberikan pada tanah lebih kecil dari kemampuan tanah menahan tekanan, maka pondasi dengan ukuran 20 x 20 in untuk luas atas dan 40 x 40 in untuk luas bawah dan tinggi pondasi 25 in dapat dipergunakan (aman).

BAB VII

INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Dalam suatu industri tentunya diperlukan instrumentasi dan keselamatan kerja untuk mendukung proses produksi dan kualitas serta kuantitas dari produk. Selain itu juga peranan sumber daya manusia sangat penting dalam menentukan suatu produksi

Instrumentasi digunakan untuk mengontrol jalannya suatu proses agar dapat dikendalikan sesuai yang diinginkan. Sedangkan keselamatan kerja juga harus diperhatikan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana, dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu. Dengan pertimbangan tersebut perlu adanya suatu bagian yang berfungsi untuk mengontrol peralatan proses dan manajemen tentang keselamatan kerja.

7.1. Instrumentasi

Proses dalam industri terdiri dari berbagai macam alat yang perlu dikondisikan agar menghasilkan produk yang diinginkan. Pengendalian proses meliputi keseluruhan unit pabrik maupun hanya pada beberapa unit pabrik yang benar-benar harus diperhatikan secara cermat dan akurat. Dalam mengatur dan mengendalikan kondisi operasi pada alat proses diperlukan adanya alat untuk mengontrol (instrumentasi). Instrumentasi dapat berupa suatu petunjuk atau indikator, perekam atau pengendali (controller).

Instrumentasi dipasang untuk mengatur dan mengendalikan variabel-variabel proses yang sangat penting selama proses berlangsung. Instrumentasi dapat bekerja baik secara manual, semi otomatis dan secara otomatis. Variabel-variabel yang dikendalikan adalah tekanan, temperatur, laju alir dan tinggi permukaan cairan.

VII-2

Adapun tujuan pemasangan alat instrumentasi secara spesifik adalah :

- a. Untuk menjaga keamanan operasi suatu proses, dengan jalan :
 - Menjaga variabel-variabel proses berada dalam batas operasi aman.
 - Mendeteksi situasi bahaya dengan membuat tanda-tanda bahaya dan memutus hubungan secara otomatis.
- b. Untuk mendapatkan rate atau laju produksi yang diinginkan
- c. Untuk menjaga kualitas produksi
- d. Untuk mempermudah pengoperasian alat
- e. Keselamatan dan efisiensi kerja lebih terjamin

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan instrumentasi :

- a. Jenis instrumentasi
- b. Range yang diperhatikan untuk pengukuran
- c. Ketelitian yang diperlukan
- d. Bahan konstruksi serta pengaruh instrumentasi pada kondisi operasi
- e. Faktor ekonomi.

Macam-macam alat kontrol yang umum digunakan dalam industri, antara lain :

- a. Pressure control (PC) : Merupakan alat pengukur tekanan
- b. Temperatur control (TC) : Merupakan alat pengukur suhu
- c. Level control (LC) : Merupakan alat pengukur tinggi permukaan cairan liquida
- d. Flow control (FC) : Merupakan alat pengukur laju alir

Jenis-jenis pengontrolan yang dilakukan adalah :

- a. Indikator : Alat yang menunjukkan kondisi operasi suatu daerah tertentu dari suatu peralatan.
- b. Controller : Alat yang dapat menunjukkan kondisi operasi dan mengendalikannya sehingga sesuai dengan yang diinginkan.

Instrumentasi yang digunakan antara lain :

- a. Pressure Indikator (PI) yang berfungsi sebagai penunjuk dan pengatur tekanan pada alat yang beroperasi.
- b. Temperatur Control (TC) berfungsi untuk mengetahui dan mengontrol temperatur pada alat yang beroperasi.
- c. Level Indikator (LI) yang berfungsi sebagai penunjuk dan pengatur tinggi bahan dalam alat yang beroperasi.
- d. Flow Control (FC) yang berfungsi untuk mengetahui dan mengontrol rate flow feed.

Tabel 7.1. *Plant HAZOP* Pabrik Kalsium Hipoklorit

Unit	Kata Kunci	Penyimpangan	Penyebab	Konsekuensi	Indikator Proses	Tindakan Yang Diperlukan
Tangki Pengencer (M-116, M-117)	None	Tidak ada air yang masuk	Penyumbatan pada saluran air	Bahan baku tidak dapat diencerkan	FI	Membersihkan pipa
	More Of	Over Flow air yang masuk	Kerusakan valve	Terjadi tumpahan	LI	Memastikan aliran dalam kondisi safe
	Less Of	Kekurangan air yang masuk	Kerusakan valve	Tidak diperoleh kondisi bahan yang diinginkan	LI	Memastikan aliran dalam kondisi safe
	More Than	Terlalu banyak impurities yang terikut dalam feed	Kontaminan dalam bahan baku	Proses terhambat, penyumbatan (kerak)	Test Sampling	Melakukan analisa kualitas bahan baku
Stirred Reactor (R-120a, R-120b)	None	Tidak ada gas klorin yang masuk	Penyumbatan pipa gas klorin	Reaksi tidak dapat terjadi	FI	Membersihkan pipa Memastikan aliran dalam kondisi safe
	More Of	Kenaikan Temperatur	Kerusakan jaket	Konversi tidak	TC	Melakukan pengecekan

	Less Of	Penurunan Temperatur	Kerusakan jaket	optimal Konversi tidak optimal	TC	dan perawatan rutin Melakukan pengecekan dan perawatan rutin
	More Than	Terlalu banyak impurities yang terikut dalam feed	Kontaminan dalam bahan baku	Proses terhambat, penyumbatan (kerak)	Test Sampling	Melakukan analisa kualitas bahan baku
Dryer (B-133)	None	Tidak ada udara yang masuk	Kerusakan pompa	Tidak terjadi pengeringan	FI	Melakukan pengecekan dan perawatan rutin
	More Of	Kenaikan Temperatur	Kerusakan heater	Kerusakan produk	TC	Melakukan pengecekan dan perawatan rutin
	Less Of	Penurunan Temperatur	Kerusakan heater	Produk tidak kering	TC	Melakukan pengecekan dan perawatan rutin
	More Than	Terlalu banyak impurities yang terikut dalam feed	Kontaminan dalam bahan baku	Proses terhambat	Test Sampling	Melakukan analisa kualitas bahan baku
Pemisahan (H-131, H-132)	None	Tidak ada vortex yang terjadi	Kerusakan mesin	Tidak terjadi pemisahan	-	Melakukan pengecekan dan perawatan rutin
	More Of	Gaya sentrifugal yang terjadi	Kerusakan mesin	Proses terlalu lama	-	Melakukan pengecekan

		terlalu banyak				dan perawatan rutin
	Less Of	Gaya sentrifugal yang terjadi sedikit	Kerusakan mesin	Pemisahan tidak optimal	-	Melakukan pengecekan dan perawatan rutin
	More Than	Terlalu banyak impurities yang terikut dalam feed	Kontaminan dalam bahan baku	Kemurnian produk kurang	-	Melakukan analisa kualitas bahan baku

7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja pada suatu pabrik harus mendapatkan perhatian cukup besar dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut keselamatan manusia dan keselamatan kerja dengan baik dan teratur. Dengan memperhatikan keselamatan kerja dengan baik dan teratur, secara psikologi akan membuat para pekerja merasa aman sehingga konsentrasi para pekerja pada pekerjaannya, dengan demikian produktivitas dan efisiensi kerja akan meningkat.

Usaha untuk menjaga keselamatan kerja bukan semata-mata ditujukan pada faktor manusianya saja, tetapi juga untuk menjaga peralatan yang ada dalam pabrik. Dengan terpeliharanya peralatan dengan baik maka peralatan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama.

Tabel 7.2. Alat Keselamatan Kerja

No	Nama alat pengaman	Yang perlu dilindung
1	Pengaman alat-alat mekanik	Alat-alat yang bergerak
2	Masker	Petugas yang bekerja di reaktor
3.	Topi pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses
4	Sepatu pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses
5	Sarung tangan	Petugas yang bekerja pada areal proses
6	Kacamata	Petugas yang bekerja pada areal proses
7	Detektor gas Cl ₂	Ruangan proses
8	Hydrant	Petugas di semua ruangan
9	Exhaust	Ruangan proses

Secara umum ada 3 macam bahaya yang umumnya terjadi dalam pabrik, yang harus diperhatikan dalam perencanaannya, yaitu :

- Bahaya kebakaran dan peledakan
- Bahaya mekanik
- Bahaya terhadap kesehatan

Tabel 7.3. *Material Safety Data Sheet* di unit *Lime Wetting*

Zat	Jenis Bahaya	Jenis Penanganan	Jenis Perlindungan
CaO	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iritan : Peradangan mata, ISPA • Korosif <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek karsinogenik: Tidak tersedia. • Efek mutagenik: Tidak tersedia. • Efek teratogenik: Tidak tersedia. 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah kering. Jangan menghirup debu. Jangan menambahkan air ke produk ini. • Hindari kontak dengan kulit dan mata. • Jauhkan dari oksidator, logam, asam, alkali, dan kelembaban. <p>Tindakan Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, berventilasi baik. • Jangan simpan di atas 23 ° C (73,4 °F). 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kacamata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata • Boots
H ₂ O	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak korosif dan iritan bagi kulit dan mata . • Tidak berbahaya jika tertelan dan terhirup. <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek karsinogenik: Tidak tersedia. • Efek mutagenik: Tidak tersedia. • Efek teratogenik: Tidak tersedia. • Efek Toksisitas: Tidak tersedia. 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <p>Tidak ada kearnanan khusus untuk produk ini.</p> <p>Tindakan Penyimpanan:</p> <p>Tidak ada prosedur khusus untuk produk ini.</p>	<p>Perlindungan Proses:</p> <p>Tidak Ada</p> <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kacamata pengaman. • Jas Lab • Sepatu <i>Safety</i>

Tabel 7.4. *Material Safety Data Sheet* di unit *Mixing*

Zat	Jenis Bahaya	Jenis Penanganan	Jenis Perlindungan
NaOH	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iritan : Kerusakan pada kornea mata, ISPA, kerusakan paru-paru, peradangan kulit disertai gatal • Korosif <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek karsinogenik: Tidak tersedia. • Efek mutagenik: Tidak tersedia. • Efek teratogenik: Tidak tersedia. 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah kering. Jangan menghirup debu. Jangan menambahkan air ke produk ini. • Hindari kontak dengan kulit dan mata. • Jauhkan dari oksidator, logam, asam, alkali, dan kelembaban. <p>Tindakan Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, berventilasi baik. • Jangan simpan di atas 23 ° C (73,4 °F). 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kacamata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata • Boots • Pakaian Pelindung
Water	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak korosif dan iritan bagi kulit dan mata . • Tidak berbahaya jika tertelan dan terhirup. <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek karsinogenik: Tidak tersedia. • Efek mutagenik: Tidak tersedia. 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <p>Tidak ada keamanan khusus untuk produk ini.</p> <p>Tindakan Penyimpanan:</p> <p>Tidak ada prosedur khusus untuk produk ini.</p>	<p>Perlindungan Proses:</p> <p>Tidak Ada</p> <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kacamata pengaman. • Jas Lab • Sepatu <i>Safety</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • Efek teratogenik: Tidak tersedia. • Efek Toksisitas: Tidak tersedia. 		
Ca(OH) ₂	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iritan : Peradangan mata, ISPA • Korosif • Paparan yang bersifat kontinyu dapat menyebabkan pingsan dan kerusakan paru-paru <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek karsinogenik: Tidak tersedia. • Efek mutagenik: Tidak tersedia. • Efek teratogenik: Tidak tersedia. 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah kering. • Jangan menelan. • Jangan menghirup debu. • Jangan menambahkan air ke produk ini. • Jauhkan dari asam. <p>Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, berventilasi baik. • Jangan simpan di atas 25 ° C (77 ° F). 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kacamata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata

Tabel 7.5. Material Safety Data Sheet di unit Salt Nucleator

Zat	Jenis Bahaya	Jenis Penanganan	Jenis Perlindungan
NaOH	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iritan : Kerusakan pada kornea mata, ISPA, kerusakan paru-paru, peradangan kulit disertai gatal 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah kering. Jangan menghirup debu. Jangan menambahkan air ke produk ini. • Hindari kontak dengan kulit dan mata. • Jauhkan dari 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kacamata.

	<ul style="list-style-type: none"> • Korosif <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek karsinogenik: Tidak tersedia. • Efek mutagenik: Tidak tersedia. • Efek teratogenik: Tidak tersedia. 	<p>oksidator, logam, asam, alkali, dan kelembaban.</p> <p>Tindakan Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, berventilasi baik. • Jangan simpan di atas 23 ° C (73,4 °F). 	<ul style="list-style-type: none"> • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata • Boots • Pakaian Pelindung
Ca(OH) ₂	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iritan : Peradangan mata, ISPA • Korosif • Paparan yang bersifat kontinyu dapat menyebabkan pingsan dan kerusakan paru-paru <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek karsinogenik: Tidak tersedia. • Efek mutagenik: Tidak tersedia. • Efek teratogenik: Tidak tersedia. 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah kering. • Jangan menelan. • Jangan menghirup debu. • Jangan menambahkan air ke produk ini. • Jauhkan dari asam. <p>Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, berventilasi baik. • Jangan simpan di atas 25 ° C (77 ° F). 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kacamata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata
Cl ₂	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oksidator. • Korosif • Iritan : 	<p>Penanganan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan hanya dengan ventilasi yang memadai. • Cuci tangan 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan

	<p>Peradangan mata, kulit dan ISPA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mudah terbakar <p>Efek kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menyebabkan kerusakan organ tubuh yaitu paru-paru, saluran pernapasan bagian atas, kulit, mata. 	<p>sampai bersih setelah kontak dengan Cl₂.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gas tekanan tinggi. Jangan menusuk atau membakar wadah. Gunakan peralatan dinilai untuk tekanan silinder. • Tutup katup setelah setiap kali digunakan dan ketika kosong. • Simpan wadah tertutup. • Hindari kontak dengan bahan mudah terbakar. <p>Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, berventilasi baik. • Pisahkan dari asam, alkali, zat pereduksi dan mudah terbakar. • Silinder harus disimpan tegak, dengan tutup pelindung katup di tempat, dan tegas dijamin untuk mencegah jatuh atau menjadi terguling. • Suhu silinder tidak boleh melebihi 52 ° C (125 ° F). 	<p>debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi</p> <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kaca mata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. <p>Kacamata</p>
--	---	---	---

Tabel 7.6. *Material Safety Data Sheet* di unit *Chlorinator*

Zat	Jenis Bahaya	Jenis Penanganan	Jenis Perlindungan
NaOH	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iritan : Kerusakan pada kornea mata, ISPA, kerusakan paru-paru, peradangan kulit disertai gatal • Korosif <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek karsinogenik: Tidak tersedia. • Efek mutagenik: Tidak tersedia. • Efek teratogenik: Tidak tersedia. 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah kering. Jangan menghirup debu. Jangan menambahkan air ke produk ini. • Hindari kontak dengan kulit dan mata. • Jauhkan dari oksidator, logam, asam, alkali, dan kelembaban. <p>Tindakan Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, berventilasi baik. • Jangan simpan di atas 23 ° C (73,4 °F). 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kaca mata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata • Boots • Pakaian Pelindung
Ca(OH) ₂	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iritan : Peradangan mata, ISPA • Korosif • Paparan yang bersifat kontinyu dapat menyebabkan pingsan dan kerusakan paru-paru <p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek 	<p>Tindakan pencegahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah kering. • Jangan menelan. • Jangan menghirup debu. • Jangan menambahkan air ke produk ini. • Jauhkan dari asam. <p>Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kaca mata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata

	<p>karsinogenik: Tidak tersedia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Efek mutagenik: Tidak tersedia. • Efek teratogenik: Tidak tersedia. 	<p>berventilasi baik.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jangan simpan di atas 25 ° C (77 ° F). 	
Cl ₂	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oksidator. • Korosif • Iritan : Peradangan mata, kulit dan ISPA • Mudah terbakar <p>Efek kronis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menyebabkan kerusakan organ tubuh yaitu paru-paru, saluran pernapasan bagian atas, kulit, mata. 	<p>Penanganan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan hanya dengan ventilasi yang memadai. • Cuci tangan sampai bersih setelah kontak dengan Cl₂. • Gas tekanan tinggi. Jangan menusuk atau membakar wadah. Gunakan peralatan dinila: untuk tekanan silinder. • Tutup katup setelah setiap kali digunakan dan ketika kosong. • Simpan wadah tertutup. • Hindari kontak dengan bahan mudah terbakar. <p>Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah tertutup rapat. • Simpan wadah di tempat yang sejuk, berventilasi baik. • Pisahkan dari asam, alkali, zat pereduksi dan mudah terbakar. • Silinder harus 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kaca mata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata

		<p>disimpan tegak, dengan tutup pelindung katup di tempat, dan tegas dijamin untuk mencegah jatuh atau menjadi terguling.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suhu silinder tidak boleh melebihi 52 ° C (125 ° F). 	
CaOCl ₂	<p>Potensi Efek Kesehatan Akut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sangat berbahaya • Iritan pada kulit mata dan pernapasan • Korosif pada mata dan kulit, dapat mengakibatkan kerusakan kornea dan peradangan. • Jika menghirup debu akan menyebabkan iritasi saluran pernapasan, yang ditandai dengan bersin dan batuk. • Paparan yang parah dapat menyebabkan kerusakan paru-paru, luka bakar pada kulit, iritasi pernapasan, radang mata <p>Potensi Efek</p>	<p>Tindakan pencegahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simpan wadah kering. • Jauhkan dari panas. • Jauhkan dari sumber api. • Jauhkan dari bahan yang mudah terbakar • Jangan menelan. • Jangan menghirup debu. • Jangan pernah menambahkan air untuk produk ini • Hindari kontak dengan kulit dan mata • Jauhkan dari zat pereduksi, bahan mudah terbakar, bahan organik, asam, dan kelembaban. <p>Penyimpanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menimbulkan korosi permukaan metalik. • Simpan dalam logam atau dilapisi papan serat drum 	<p>Perlindungan Proses:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gunakan lampiran proses, • Jika proses menghasilkan debu, asap atau kabut, gunakan ventilasi <p>Perlindungan Pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Splash kacamata. • Apron sintetis. • Respirator • Sarung tangan. • Kacamata • Boots • Pakaian Pelindung

	<p>Kesehatan kronis:</p> <ul style="list-style-type: none">• Efek karsinogenik: Tidak tersedia.• Efek mutagenik: Tidak tersedia.• Efek teratogenik: Tidak tersedia.	<p>yang menggunakan polietilen.</p> <ul style="list-style-type: none">• Bahan korosif harus disimpan dalam lemari penyimpanan.	
--	---	---	--

BAB VIII

UTILITAS

Utilitas pada suatu pabrik adalah bagian suatu unit yang dapat menunjang suatu proses produksi utama, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Adapun unit utilitas didalam pra rencana pabrik *Kalsium Hipoklorit* ini meliputi :

1. Unit penyediaan air
2. Unit pembangkit tenaga listrik
3. Unit bahan bakar
4. Unit Penyediaan Udara

8.1. Unit Penyediaan Air

Unit penyediaan air berfungsi untuk memenuhi kebutuhan air ditinjau dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Segi kuantitas air merupakan jumlah kebutuhan air yang harus dipenuhi sedangkan kualitas air merupakan syarat air yang harus dipenuhi. Untuk memenuhi kebutuhan ini air diambil dari air kawasan. Di dalam Pra Rencana Pabrik *Kalsium Hipoklorit* ini keperluan air digunakan untuk :

a. Air Umpan Boiler (Steam)

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai pemanas pada heater dan reboiler. Kebutuhan steam dipenuhi dengan jalan menguapkan air dalam sebuah ketel (boiler). Untuk itu maka kesadahan air pengisi ketel (boiler feed water) harus benar-benar diperhatikan dan diperiksa dengan teliti serta harus bebas dari kotoran yang mungkin akan mengganggu jalannya operasi pabrik.

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler (bahan baku pembuatan steam) yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler :

- Kadar zat terlarut (soluable matter) yang tinggi
- Zat padat terlarut (suspended solid)
- Garam-garam kalsium dan magnesium
- Zat organik (*organic matter*)
- Silica, sulfat, asam bebas dan oksida

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

Busa disebabkan oleh adanya solid matter, suspended matter dan kebasaaan yang tinggi. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa adalah :

- Kesulitan pembacaan tinggi permukaan dalam boiler
- Dapat menyebabkan percikan yang kuat yang menyebabkan adanya solid- solid yang menempel dan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

b. Tidak boleh membentuk kerak dalam reboiler

Kerak didalam boiler ini disebabkan garam-garam Ca^{2+} , Mg^{2+} , CO_3^{2-} , SiO_2 dan Al_2O_3 .

Kerak yang terbentuk di dinding boiler akan menyebabkan :

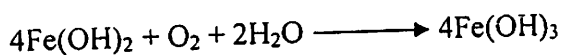
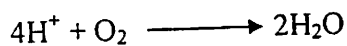
- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sewaktu-waktu, sehingga dapat menimbulkan kebocoran pada boiler akibat tekanan yang kuat.

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

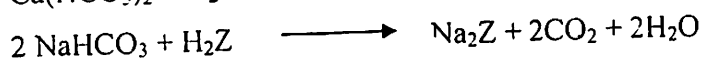
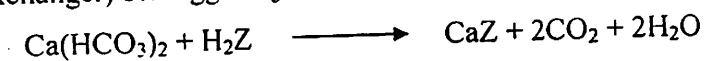
Korosi pada pipa boiler disebabkan keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan – bahan organic serta gas CO_2 , O_2 yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

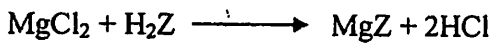
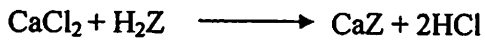
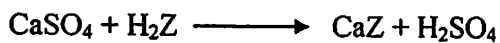


Tetapi bila terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dengan oksigen membentuk air. Akibatnya dengan hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadilah korosi menurut reaksi :

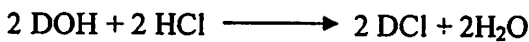
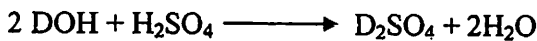


Proses pelunakan air umpan boiler dilakukan dengan pertukaran ion-ion dalam demineralizer (*kation dan anion exchanger*). Mula-mula air bersih dilewatkan pada kation exchanger dengan menggunakan resin zeolit (hydrogen exchanger) sehingga terjadi reaksi sebagai berikut :





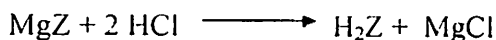
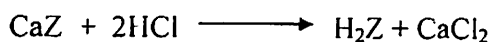
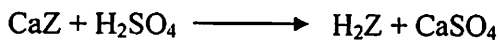
Air yang bersifat asam kemudian dialirkan ke tangki anion exchanger untuk menghilangkan anion yang tidak dikehendaki. Tangki anion exchanger menggunakan den-acidite (DOH) sehingga terjadi reaksi sebagai berikut :



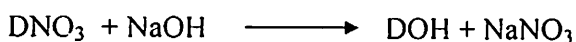
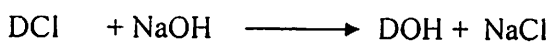
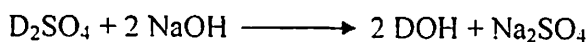
Keluar dari tangki anion exchanger, air yang telah bebas dari ion-ion pengganggu dialirkan kedalam bak air lunak dan siap digunakan.

Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dari sifat kesadahan air umpan boiler yang dilakukan terus menerus. Jika terdapat kesadahan air umpan boiler, maka hal ini menunjukkan bahwa resin sudah jenuh dan perlu diregenerasi (setelah ± 22 jam).

Regenerasi hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam klorida atau asam sulfat, dengan reaksi sebagai berikut :



Regenerasi De-acidite (DOH) dilakukan dengan menggunakan larutan sodiumkarbonat atau caustiksoda dengan reaksi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralizer, air umpan boiler ditampung dalam tangki penampung umpan boiler. Kemudian dipompakan kedalam deaerator untuk menghilangkan gas-gas impurities dari air umpan boiler dengan pemanasan steam. Keluar dari deaerator, air umpan boiler telah memenuhi syarat-syarat yang harus dipenuhi dan siap digunakan.

Kuantitas steam yang diperlukan dalam proses perhitungan menurut pemakaian setiap harinya dari masing-masing alat. Menurut perhitungan dari bab-bab sebelumnya, kebutuhan steam adalah sebagai berikut :

Table 8.1. Kebutuhan steam

Kode Alat	Nama Alat	Kebutuhan Steam (kg/jam)
	Reaktor	462,9585
	Evaporator	126,0857
	Total	589,0443

Dari tabel 8.1 air untuk keperluan steam sebesar 589,0443 kg/jam. Sehingga kebutuhan air umpan boiler sebesar 706,1773 kg/jam.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar air yang digunakan tidak merusak ketel (boiler). Persyaratan yang harus dipenuhi adalah air tidak mengandung kation-kation seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} dan anion-anion seperti SO_4^{2-} , Cl^- dan SO_3^{2-} . Untuk itu diperlukan treatment secara lebih sempurna. Dari *Perry ed. 6 hal 976* didapat bahwa air umpan boiler tersebut mempunyai syarat sebagai berikut :

- Total padatan (total dissolved solid) = 3500 ppm
- Padatan terlarut (suspended solid) = 300 ppm
- Alkalinitas = 700 ppm
- Silika = 60 – 100 ppm
- Besi = 0,1 ppm
- Tembaga = 0,5 ppm
- Oksigen = 0,007 ppm
- Kesadahan (hardness) = 0
- Kekeruhan (turbidity) = 175 ppm
- Minyak = 7 ppm
- Residual fosfat = 140 ppm

b. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin pada alat perpindahan panas. Hal ini disebabkan karena :

- Air merupakan materi yang mudah didapat
- Mudah dikendalikan dan dikerjakan
- Dapat menyerap panas
- Tidak mudah menyusut karena pendinginan
- Tidak mudah terkondensasi

Air yang digunakan sebagai media pendingin pada peralatan dapat dilihat pada tabel D.2 sebagai berikut :

Tabel 8.2. Kebutuhan Air Pendingin

Kode Alat	Nama Alat	Kebutuhan Air Pendingin (kg/jam)
	Salt Nucleator	591233,5117
	Pencampuran Lime	68496,6557
Total		659730,1674

Sebagai media pendingin, air harus memenuhi persyaratan tertentu, yaitu tidak mengandung :

- Kesadahan (hardness), dapat memberikan efek pembentukan kerak
- Besi, penyebab korosi
- Silika, penyebab kerak
- Minyak, penyebab terganggunya film corrosion inhibitor yang dapat menurunkan efisiensi perpindahan panas dan merupakan makanan mikroba yang dapat menyebabkan terbentuknya endapan.

Mengingat kebutuhan air pendingin cukup besar dan untuk menghemat pemakaian air, maka air pendingin yang digunakan didinginkan kembali (disirkulasi) dalam *cooling tower* . Sehingga tidak perlu dilakukan pergantian air pendingin.

c. Air Sanitasi

Air sanitasi digunakan oleh para karyawan dilingkungan pabrik untuk konsumsi, cuci, mandi, masak, laboratorium, perkantoran dan lain-lain. Syarat-syarat yang harus dipenuhi :

VIII-6

1. Syarat fisik

- Suhu : Dibawah suhu kamar
- Warna : Tidak berwarna / jernih
- Rasa : Tidak berasa
- Bau : Tidak berbau
- pH : Netral

2. Syarat kimia

- Tidak mengandung zat-zat organik maupun anorganik yang tidak terlarut dalam air, seperti PO_4^{3-} , Hg, Cu dan sebagainya.
- Tidak beracun

3. Syarat bakteriologis

Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut, setelah proses penjernihan, air harus diberi desinfektan seperti khlor cair atau kaporit.

Kebutuhan air sanitasi untuk pabrik Formaldehid dapat dilihat pada tabel D.3 sebagai berikut :

Tabel 8.3. Kebutuhan Air Sanitasi

No.	Keperluan	Kebutuhan (kg/jam)
1.	Karyawan	547,6240
2.	Laboratorium dan taman	273,812
3.	Pemadam kebakaran dan cadangan	328,5744
Total		1150,0104

d. Air Proses

Air proses merupakan air yang dibutuhkan pada waktu proses berjalan.

Tabel 8.4. Total Kebutuhan Air Proses

Nama Alat	Kebutuhan (kg/jam)
Tangki Pengencer NaOH	2731,0660
Tangki Pengencer CaO	783,4134
Total	3514,4794

Maka kebutuhan air yang harus disuplai dalam Pra Rencana Pabrik Kalsium hipoklorit adalah :

Tabel 8.5 Total Kebutuhan Air

No.	Keterangan	Jumlah (kg/jam)
1	Air Proses	3514,4794
2	Air Pendingin	692716,6758
3	Air Umpan Boiler	706,1773
4	Air Sanitasi	1150,0104
Jumlah		698087,3429

8.2. Unit Penyediaan Listrik

Untuk memenuhi kebutuhan listrik, direncanakan diperoleh dari PLN dan Generator set. Tenaga listrik yang disediakan untuk menggerakkan motor instrumentasi dan lain-lain. Perincian kebutuhan listrik :

- Kebutuhan listrik untuk proses

Total kebutuhan listrik untuk proses yaitu 98,4324kW

- Kebutuhan listrik untuk penerangan

Kebutuhan listrik untuk penerangan = 47,029 KW

- Kebutuhan listrik untuk lain-lain

Kebutuhan listrik untuk lain-lain seperti pemakaian komputer, mesin, fotocopy, mesin fax, AC, lemari es dan lain-lain sebesar 10 KW.

Total kebutuhan listrik = Listrik untuk penerangan+listrik untuk proses

$$= (47,029 + 98,4324)kW$$

$$= 145,4615 kW$$

Direncanakan pemenuhan listrik berasal dari listrik kawasan 100%, unit generator digunakan sebagai cadangan pada saat supply listrik mati.

Power faktor untuk generator = 0,75 sehingga

$$\text{Power yang dibangkitkan oleh generator} = \frac{145,4615}{0,75}$$

$$= 193, 9486 kW$$

$$\approx 194 kW$$

$$= 194 kVa$$

» Spesifikasi Generator

- Tipe : AC Generator 3 Phase
- Kapasitas : 194 kV.A, 380/220 Volt
- Frekwensi : 50/60 Hz
- Jumlah : 2 buah (1 cadangan)

8.3. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan oleh pabrik, yaitu pada boiler dan generator. Bahan bakar yang digunakan adalah Diesel Oil, pemilihan bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

- Harganya relatif murah
- Mudah didapat
- Viskositasnya relatif rendah sehingga mudah mengalami pengabutan
- Tidak menyebabkan kerusakan pada alat.

a. Kebutuhan bahan bakar boiler

Untuk kebutuhan bahan bakar boiler sebesar 4,9395 kg/jam

Bahan bakar yang digunakan adalah Diesell Oil, dengan densitas :

$$\rho = 880,9867 \text{ kg/m}^3$$

Jadi,

$$\begin{aligned} \text{Volume Diesell Oil} &= \frac{4,9395 \text{ kg/jam}}{880,9867 \text{ kg/m}^3} \\ &= 0,0056 \text{ m}^3/\text{jam} = 134,5621 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan bahan bakar Generator

$$\begin{aligned} \text{Tenaga Generator} &= 194 \text{ kW} \\ &= 15882780,2765 \text{ Btu/hari} \end{aligned}$$

Bahan bakar yang digunakan adalah Diesell Oil,

- Heating Value (H_v) = 19000 Btu/lb
- Densitas (ρ) = 55 lb/ft³ = 880,9867 kg/m³
- Efisiensi (η) = 80,5% (Fig. 9.9, Perry 6thed, hal. 9-18)

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan bahan bakar} &= \frac{15882780,2765 \text{ Btu/hari}}{19000 \text{ Btu/lb} \times 0,805 \times 55 \text{ lb/ft}^3} \\
 &= 18,88054 \text{ ft}^3/\text{hari} \\
 &= 534,6402 \text{ L/hari}
 \end{aligned}$$

Sehingga kebutuhan total bahan bakar per hari, sebesar :

$$\begin{aligned}
 &= 134,5621 + 534,6402 \text{ L/hari} \\
 &= 669,2022 \text{ L/hari}
 \end{aligned}$$

8.4. Unit Penyediaan Udara

Udara digunakan untuk keperluan pemanas pada spray dryer. Udara yang digunakan adalah udara yang dihisap dari atmosfer dengan menggunakan blower yang dilewatkan pada filter udara terlebih dahulu. Kemudian udara ini dilewatkan dalam heater udara.

a. Filter udara

Fungsi = Menyaring debu yang terbawa filter udara yang akan dimasukkan pada blower (G-142)

Type = *Dry Filter*

Kapasitas filter = 1000 ft³/mnt

Ukuran = 24 x 24 in

Jumlah = 1 buah

Bahan = Carbon Steel

b. Blower

Fungsi = Menghembuskan udara kedalam heater (E-140) yang akan digunakan sebagai pemanas pada Spray Dryer (B-133)

Type = Centrifugal blower

Kapasitas = 281,951 lb/jam

Power = 1 Hp

Jumlah = 1 buah

Bahan konstruksi = Carbon Steel

c. Heater udara

Fungsi = Memanaskan udara sebelum masuk Spray Dryer (B-133)

Type = DPHE

Type aliran = counter current

Ukuran DPHE = 2 x 1 ¼ IPS Sch 40

Bagian annulus

$$a_{an} = 1,19 \text{ in}^2$$

$$d_e = 0,915 \text{ in}$$

$$d_{e'} = 0,40 \text{ in}$$

$$\Delta P_{an} = 9,33302 \text{ psi}$$

Bagian pipa

$$a_p = 1,5 \text{ in}^2$$

$$d_i = 0,870 \text{ in}$$

$$d_o = 1 \text{ in}$$

$$a'' = 0,2618 \text{ ft}^2$$

$$\Delta P_p = 0,00062 \text{ psi}$$

$$l = 12 \text{ ft}$$

$$n = 1$$

$$\text{Jumlah} = 1 \text{ buah}$$

BAB IX

LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK

9.1. Lokasi Pabrik

Dasar pemilihan untuk penentuan lokasi pabrik dari suatu perusahaan adalah sangat penting sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat, karena akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan.

Oleh karena itu, perlu diadakan seleksi dan evaluasi, sehingga lokasi terpilih benar-benar memenuhi persyaratan bila ditinjau dari segala aspek. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik dapat digolongkan menjadi dua faktor, yaitu faktor utama dan faktor khusus.

9.1.1. Faktor utama, meliputi :

a. Penyediaan bahan baku

Ditinjau dari tersedianya bahan baku dan harga bahan baku, maka pabrik hendaknya didirikan dekat dengan sumber bahan baku. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya.
- Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan



Gambar 9.1 Peta ketersediaan batuan kapur di Indonesia

b. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu faktor yang paling penting dalam industri kimia karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Dimana produksi akan dipasarkan
- Kebutuhan produk saat sekarang dan akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak pemasaran dari lokasi dan bagaimana sarana pengangkutan untuk sampai ke daerah pemasaran.

c. Utilitas

Unit utilitas dalam suatu pabrik sangatlah penting karena merupakan sarana bagi kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari :

- Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, air umpan boiler, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini air diambil dari air kawasan daerah industri Gresik.

Bila air dibutuhkan dalam jumlah besar, maka pengambilan air sungai (sumber) akan lebih ekonomis. Hal-hal yang diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk melayani pabrik
- Kualitas air yang disediakan
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air
- Listrik dan bahan bakar

Listrik dan bahan bakar dalam industri mempunyai peranan penting terutama sebagai motor penggerak selain penerangan dan untuk memenuhi kebutuhan yang lainnya. Hal-hal yang harus diperhatikan :

- Ada tidaknya jumlah tenaga listrik yang tersedia didaerah itu
- Harga tenaga listrik dan bahan bakar dimasa yang akan datang
- Mudah atau tidaknya mendapatkan bahan bakar

d. Iklim dan alam sekitarnya

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Keadaan alamnya, keadaan alam yang menyulitkan akan mempengaruhi spesifikasi peralatan serta konstruksi peralatan.
- Keadaan angin (kecepatan dan arah angin) pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut.
- Gempa bumi yang mungkin pernah terjadi
- Kemungkinan untuk perluasan dimasa yang akan datang

9.1.2. Faktor Khusus

Yang termasuk faktor khusus :

a. Transportasi

Masalah transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran pembekalan (supply) bahan baku dan penyaluran produk dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu yang singkat. Karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada, seperti :

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor
- Jalur kereta api

- Jalur kereta api
- Adanya pelabuhan laut dan lapangan udara
- Sungai atau laut yang dapat dilalui perahu atau kapal

b. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan
- Keahlian dan pendidikan tenaga kerja yang tersedia
- Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut

c. Karakteristik dari lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah :

- Apakah daerah tersebut merupakan lokasi bebas sawah, rawa, bukit, dsb
- Harga tanah dan fasilitas lainnya

d. Faktor lingkungan (komunitas)

- Adat istiadat atau kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik dan tempat ibadah
- Apakah merupakan daerah pedesaan atau perkotaan

e. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah tersebut
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada bagi industri di daerah tersebut

f. Buangan pabrik

Apabila buangan pabrik berbahaya bagi kehidupan di sekitarnya, maka ada beberapa yang harus diperhatikan :

- Cara pengeluaran bentuk buangan, terutama yang berhubungan dengan peraturan pemerintah dan peraturan setempat
- Masalah pencemaran yang mungkin timbul

Berdasarkan pertimbangan dari kedua faktor tersebut maka pabrik *Kalsium Hipoklorit* ini layak didirikan di daerah Manyar, Kabupaten Gresik.

Adapun pertimbangannya karena :

1. Penyediaan air sangat mudah karena berada di dekat aliran Sungai Bengawan Solo.

2. Mudah dalam pendistribusian bahan baku *CaO* dari gunung kapur di daerah Gresik yaitu jalur transportasi darat yang cukup memadai, serta dekat dengan pelabuhan yang memudahkan menggunakan transportasi laut sehingga sangat menguntungkan dalam pendistribusian bahan baku. Mudah untuk mendapatkan bahan baku NaOH dari PT Tjiwi Kimia dan gas Cl_2 dari PT Industri Soda Indonesia.
3. Mudah dalam pendistribusian produk *Kalsium Hipoklorit* baik untuk konsumsi dalam negeri maupun untuk ekspor.

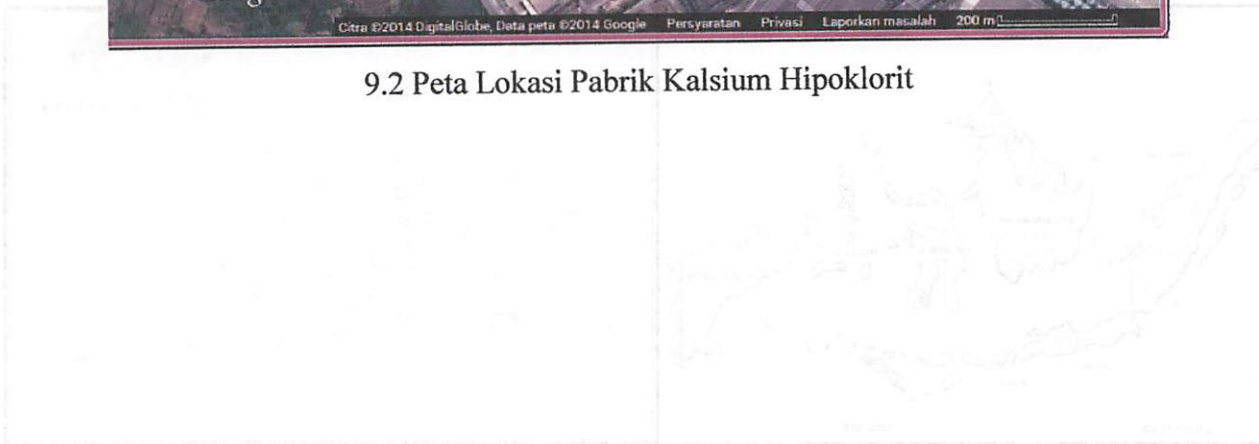
Faktor-faktor yang menyangkut iklim, karakteristik lingkungan dan faktor-faktor sosial yang tidak menjadi masalah bila ditinjau dari industri-industri yang telah berdiri di daerah Manyar, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur.

Lokasi pabrik dapat dilihat pada gambar 9.2





9.2 Peta Lokasi Pabrik Kalsium Hipoklorit



9.2. Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah pengaturan atau peletakan bangunan dan peralatan dalam pabrik, yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan dan areal material sedemikian rupa sehingga pabrik dapat beroperasi secara efektif dan efisien.

Tujuan utama dari tata letak pabrik adalah :

- Untuk mengatur alat-alat serta fasilitas produksi
- Untuk menjaga keselamatan
- Supaya pemeliharaan dapat diatur dengan mudah
- Pembiayaan dapat ditekan seminimal mungkin
- Fungsi dari peralatan dan bangunan dapat dipakai seefisien mungkin

Tata letak pabrik dapat dibagi menjadi 2 bagian :

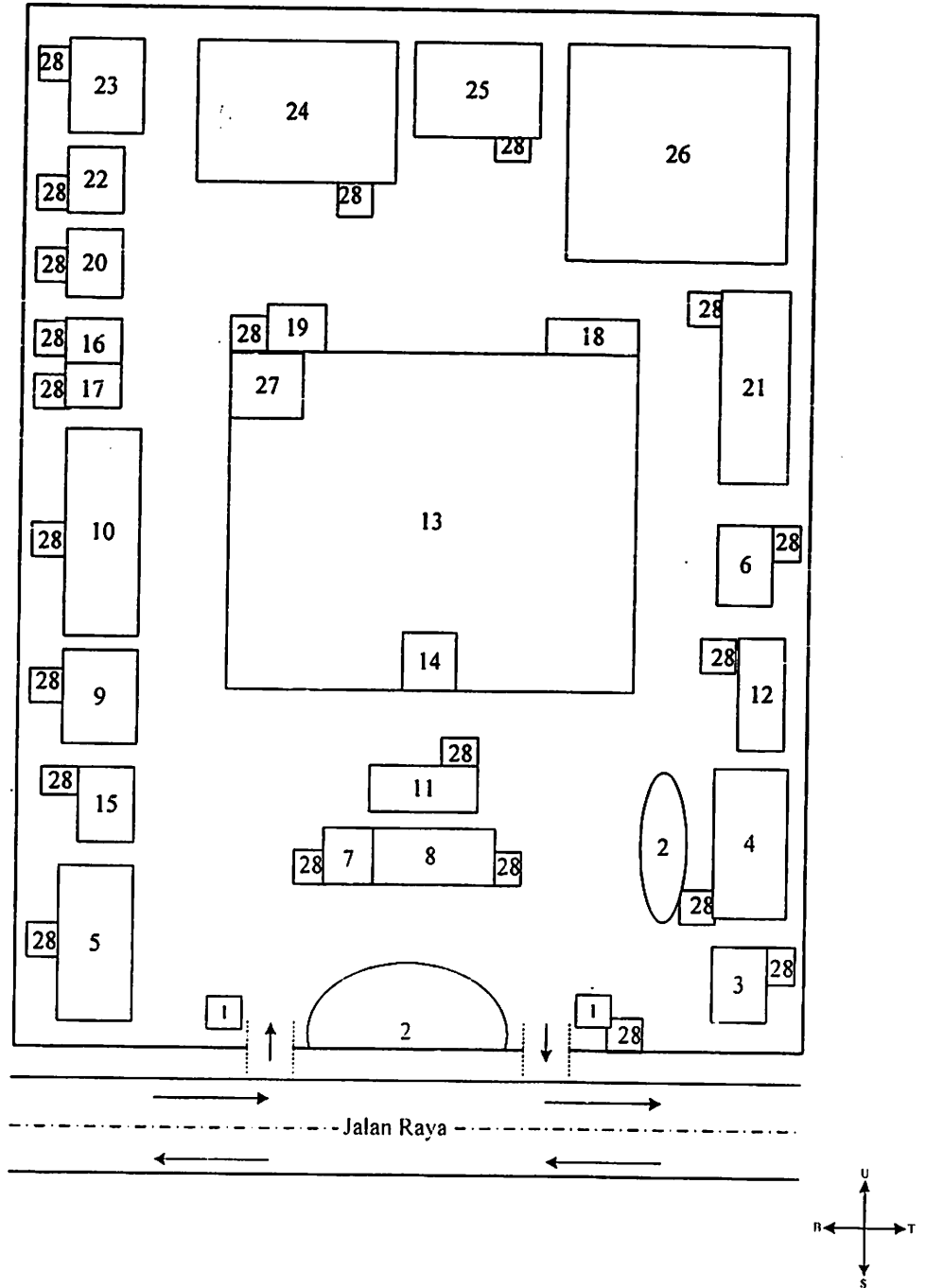
1. Tata letak bangunan
2. Tata letak peralatan

9.2.1. Tata letak bangunan pabrik

Pengaturan tata letak ruangan daripada unit-unit bangunan dalam satu pabrik, dapat dilaksanakan sedemikian rupa sehingga ;

- a. Pemakaian areal tanah sekecil mungkin.
- b. Letak bangunan sesuai dengan urutan proses
- c. Letak bangunan kantor dan bangunan untuk proses harus terpisah, hal ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya bahaya yang mungkin timbul
- d. Bahan baku dan produk dapat diangkut dengan mudah
- e. Terjadinya areal tanah jalan maupun perluasan pabrik
- f. Ventilasi dan penerangan yang cukup pada bangunan pabrik

Rencana tata letak pabrik Kalsium Hipoklorit dapat dilihat pada gambar 9.3 sebagai berikut



Gambar 9.3 Tata Letak Pabrik Kalsium Hipoklorit

Keterangan Gambar 9.3

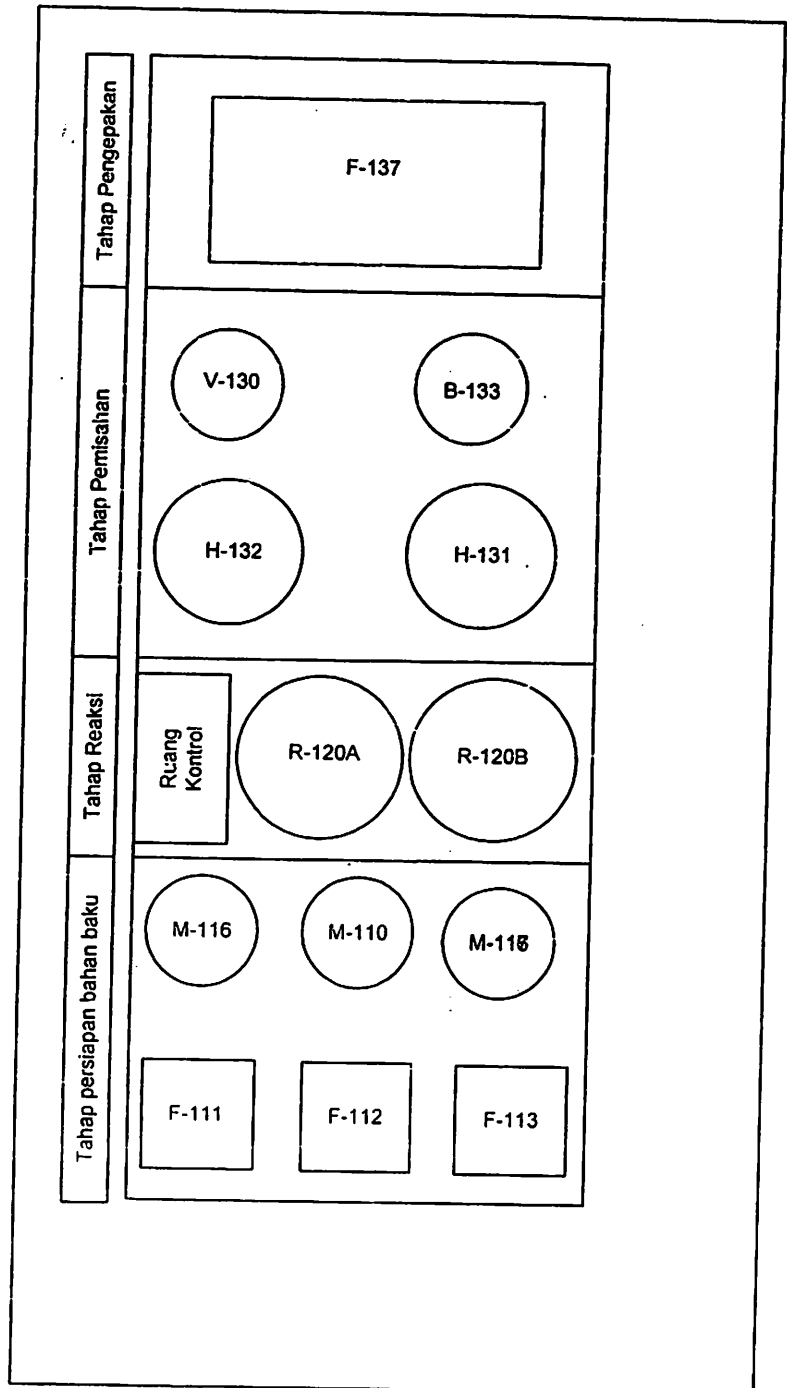
- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. Pos keamanan | 15. Perkantoran produksi |
| 2. Taman | 16. Laboratorium |
| 3. Parkir kendaraan tamu | 17. <i>Quality Control</i> |
| 4. Perkantoran administrasi | 18. Pemadam kebakaran |
| 5. Parkir kendaraan karyawan | 19. Ruang bahan bakar |
| 6. Kantin | 20. <i>Maintenance Room</i> |
| 7. Perpustakaan | 21. Ruang penyimpanan produk |
| 8. Aula | 22. Utilitas Listrik |
| 9. Jembatan Timbang | 23. Ruang generator |
| 10. Ruang Penyimpanan bahan baku | 24. Utilitas Air |
| 11. Musholla | 25. <i>Waste Water Treatment Process</i> |
| 12. Poliklinik | 26. Area perluasan pabrik |
| 13. <i>Site Plant</i> | 27. Ruang boiler |
| 14. <i>Control Room</i> | 28. Toilet |
| | 29. Jalan raya |

9.2.2. Tata Letak Peralatan Pabrik

Tata letak peralatan adalah cara menempatkan peralatan-peralatan didalam pabrik sehingga pabrik dapat bekerja secara efektif dan efisien. Perencanaan dalam tata letak pabrik harus mencakup arus proses, storage dan material yang efisien serta diharapkan adanya kombinasi yang sempurna. Dalam menentukan tata letak peralatan maka perlu diperhatikan beberapa faktor :

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan yang lainnya untuk memudahkan pemeriksaan, perawatan, serta dapat menjamin keselamatan kerja.
- Diusahakan agar setiap alat tersusun berurutan menurut fungsinya masing-masing sehingga tidak menyulitkan pengoperasian
- Walaupun dalam ruangan yang penuh alat, harus diusahakan agar dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan

- Letak peralatan yang harus memperhatikan keselamatan kerja operatornya. Rencana tata letak peralatan pabrik Kalsium Hipoklorit dapat dilihat pada gambar 9.4



Gambar 9.4. Tata Letak Peralatan Pabrik Kalsium Hipoklorit

Gambar 9.4. Tata Letak Peralatan Pabrik Kalsium Hipoklorit**Keterangan Gambar 9.4**

1. F-111 : Ruang Penyimpan NaOH
2. F-112 : Ruang Penyimpan Lime
3. F-113 : Tangki Penyimpan Cl_2
4. M-116 : Tangki Pencampur NaOH dan H_2O
5. M-117 : Tangki Pencampur Lime dan H_2O
6. M-110 : Tangki Pencampur NaOH dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$
7. R-120-A : Salt Nucleator
8. R-120-B : Reaktor Utama
9. H-131 : Hydrocyclone
10. H-132 : Decanter
11. V-130 : Evaporator
12. B-133 : Spray Dryer
13. F-137 : Ruang Penyimpan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$



Tabel 9.1. Luas Area Pabrik

No	Lokasi	Luas		F	Lumen
		m ²	ft ²		
1	Pos keamanan/ penjagaan	50	538,18	5	4484,
2	Taman	500	5381,82	5	44848,
3	Parkir tamu	150	1614,55	5	13454,
4	Parker karyawan	200	2152,73	5	17939,
5	Kantor pusat	600	6458,19	25	269091,
6	Toilet	125	1345,46	20	44848,
7	Departemen produksi	80	861,09	20	28703,
8	Depatremen teknik	80	861,09	15	21527,
9	Laboratorium dan QC	80	861,09	15	21527,
10	Area proses	1200	12916,38	15	322909,
11	Kantor penelitian dan pengembangan	200	2152,73	15	53818,
12	Area bahan baku	225	2421,82	15	60545,
13	Utilitas	450	4843,64	10	80727,
14	Area produk	200	2152,73	5	17939,
15	Ruang kontrol	100	1076,36	25	44848,
16	Pengolahan limbah	300	3229,09	25	134545,
17	Gedung serbaguna (aula)	180	1937,46	25	80727,
18	Perpustakaan	96	1033,31	15	25832,
19	Musholla	144	1549,97	15	38749,
20	Koperasi	64	688,87	10	11481,
21	Kantin	120	1291,64	20	43054,
22	Poliklinik	120	1291,64	5	10763,
23	Pemadam kebakaran	150	1614,55	5	13454,
24	Bengkel	150	1614,55	10	26909,
25	Garasi	150	1614,55	10	26909,
26	Area perluasan pabrik	1300	13992,74	20	466424,
27	Jalan	800	8610,92	5	71757,
Total		7814	84107,15	365	1997822,8

BAB X

STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN

Proses pengelolaan perusahaan ditujukan untuk mencapai sasaran secara efektif dan hasil produksi yang tinggi, sehingga perlu diperhitungkan elemen dasar yang ada di dalam suatu perusahaan di antara lain sebagai berikut :

- Manusia (*man*)
- Bahan (*material*)
- Mesin (*machine*)
- Metode (*methode*)
- Uang (*money*)
- Pasar (*market*)

Sebuah perusahaan memiliki suatu bentuk organisasi yang berfungsi sebagai bentuk hubungan yang memiliki sifat dinamis, dalam arti dapat menyesuaikan diri terhadap segala perubahan, yang merupakan suatu bentuk yang dengan sadar diciptakan manusia untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

Dalam suatu organisasi dibuat suatu struktur yang merupakan gambaran secara skematis tentang hubungan atau kerjasama antar departemen yang terdapat dalam kerangka usaha untuk mencapai suatu tujuan tertentu.

10.1. Dasar Perusahaan.

Bentuk perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Lapangan usaha	: Memproduksi <i>Kalsium Hipoklorit</i>
Kapasitas	: 63.000 ton/tahun
Status perusahaan	: Swasta
Modal	: Penanaman Modal Dalam Negeri

10.2. Bentuk Perusahaan.

Perusahaan yang memproduksi *Kalsium Hipoklorit* ini merupakan perusahaan swasta berskala nasional yang berbentuk perseroan terbatas (PT). Adapun pemilihan bentuk perusahaan ini berdasarkan pada pertimbangan sebagai berikut :

1. Perseroan Terbatas merupakan suatu badan hukum yang memiliki kekayaan sendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi masing-masing pemegang saham. Kepada Pemegang saham yang dibayarkan deviden apabila perseroan mendapatkan laba. Jika perusahaan menderita rugi, tidak boleh dibayarkan deviden kepada persero. Oleh karena itu setiap tahun diwajibkan kepada direksi atau pengurus untuk melaporkan keuntungan perusahaan yang diperolehnya.
2. Modal yang dibutuhkan dapat dikumpulkan secara mudah dengan membagi modal atas sejumlah saham-saham, sehingga PT dapat menarik modal dari banyak orang. Begitu pula memperoleh tambahan modal untuk memperluas volume usahanya, misalnya dengan mengeluarkan saham baru.
3. Pemilik saham dengan pengurus adalah terpisah satu dengan yang lainnya. Pemilik PT adalah pemegang saham sedangkan pengurus adalah direksi. Pelaksana sebuah PT adalah orang yang sanggup melaksanakan tugas tersebut, dengan demikian kemampuan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan semakin besar.
4. Kehidupan sebuah PT lebih teratur, ini berarti sebuah PT mempunyai potensi hidup yang kontinyu dibandingkan dengan bentuk perusahaan lain karena tidak tergantung pada beberapa peserta (pemegang saham), dan pemilik dapat berganti-ganti.
5. Tanggung jawab yang terbatas dari para pemegang saham terhadap hutang-hutang perusahaan.

6. Adanya efisiensi dalam perusahaan, karena tiap bagian dalam PT dipegang oleh seorang yang ahli dalam bidangnya. Tiap orang atau bagian mempunyai tugas yang jelas sehingga ada dorongan untuk mengerjakan tugas dengan sebaik-baiknya. Dan jika pengurus atau direksi perusahaan tidak cakap maka dapat diganti dengan yang lebih cakap.

10.3. Struktur Organisasi Perusahaan.

Dalam proses pelaksanaan kegiatan perusahaan ada sebuah system yang digunakan untuk mengatur kinerja perusahaan tersebut yang disebut dengan struktur organisasi perusahaan. Struktur organisasi perusahaan yang digunakan adalah sistem garis dan staf dengan alasan memakai sistem ini adalah :

1. Sering digunakan dalam perusahaan yang berskala besar dengan produksi yang kontinyu.
2. Dapat digunakan untuk organisasi yang besar
3. Pemimpin lebih leluasa dalam memberikan saran terhadap tugas khusus diluar tanggungjawabnya.
4. Terdapat kesatuan pimpinan dan perintah sehingga disiplin kerja dapat berjalan dengan baik.
5. Staff dapat membantu untuk mengatasi berbagai persoalan sehingga akan meningkatkan efisiensi kerja.
6. Masing-masing kepala bagian atau manager secara langsung bertanggungjawab atas aktifitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
7. Pimpinan tertinggi perusahaan dipegang oleh seorang direktur utama yang bertanggungjawab terhadap dewan komisaris. Anggota dewan komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff atau yang bertugas memberikan nasehat dan saran kepada direktur.

10.4. Pembagian tugas dan tanggungjawab.

Pembagian kerja dalam organisasi perusahaan merupakan pembagian jabatan dan tanggung jawab antara satu pengurus dan pengurus yang lain sesuai dengan strukturnya. Penjelasan dari setiap jabatan dalam organisasi perusahaan ini diterangkan sebagai berikut :

A. Pemegang Saham.

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Mereka merupakan pemilik perusahaan dimana jumlah yang dimiliki tergantung sesuai dengan besarnya saham yang dimiliki, sedangkan kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan sahamnya paling sedikit satu tahun. Rapat umum pemegang saham adalah rapat dari pemegang saham. Mereka mempunyai kekuasaan tertinggi dalam Perseroan Terbatas (PT)

Rapat umum pemegang saham biasanya diadakan paling sedikit sekali dalam satu tahun, dan selambat-lambatnya enam bulan sesudah tahun buku yang bersangkutan. Di mana melalui rapat pemegang saham mereka menetapkan :

1. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris.
2. Mengesahkan hasil-hasil usaha neraca perhitungan laba dan rugi tahunan

B. Dewan Komisaris.

Dewan komisaris ini bertindak sebagai wakil dari pemegang saham. Dewan komisaris diangkat menurut ketentuan yang ada dalam perjanjian dan dapat diberhentikan setiap waktu oleh rapat umum pemegang saham apabila mereka bertindak bertentangan dengan anggaran dasar atau kepentingan perseoran tersebut. Adapun tugas dewan komisaris :

1. Mengawasi direktur utama dan berusaha agar tindakan direktur utama tidak merugikan perusahaan
2. Menentukan dan memutuskan siapa yang menjabat sebagai direktur dan menetapkan kebijaksanaan perusahaan.
3. Menyetujui dan menolak rencana yang diajukan oleh direktur utama
4. Mengadakan evaluasi atau pengawasan tentang hasil yang diperoleh perusahaan

5. Memberi nasehat kepada direktur utama bila mengadakan perubahan dalam perusahaan

C. Direktur Utama.

Direktur utama merupakan pimpinan tinggi secara langsung dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan.

Dengan membawahi :

- Direktur Teknik
- Direktur Administrasi

Tugas direktur utama adalah :

1. Menetapkan strategi perusahaan, merumuskan rencana kerja dan cara-cara pelaksanaannya.
2. Mengurus harta kekayaan perseroan
3. Mengurus dan mewakili perseroan didalam dan luar negeri
4. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas dan tanggungjawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan lebih dahulu
5. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi
6. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing
7. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris segala anggaran belanja dan pendapatan perusahaan
8. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perseroan. Dan harus meminta ijin kepada dewan komisaris bila akan melakukan tindakan yang berhubungan dengan perseroan (peminjaman uang di Bank, memindahtangankan perseroan untuk menanggung hutang dan lain sebagainya)

D. Penelitian dan Pengembangan (Litbang).

Litbang merupakan staff direktur utama yang terdiri dari ahli teknik dan ahli ekonomi.

Tugas dan wewenang litbang :

1. Memberikan nasehat dan informasi mengenai masalah teknik dan ekonomi kepala direktur utama.
2. Membantu direktur utama dalam bidang penelitian dan pengembangan organisasi perusahaan, teknik proses dan sebagainya sehingga dapat memajukan perusahaan.

E. Direktur Teknik.

Direktur teknik membawahi bagian teknik dan produksi, dan bertanggungjawab terhadap bagian produksi di pabrik, baik produksi langsung maupun perangkat dalam membantu atau menunjang produksi. Tugas utamanya adalah merencanakan, mengelola dan mengontrol semua kegiatan yang berkaitan dengan produksi.

F. Direktur Administrasi

Direktur administrasi ini berkaitan dengan segala kegiatan diluar produksi, tetapi sangat erat hubungannya dengan kegiatan pabrik. Karena dalam perusahaan, direktur ini mengatur dan mengelola segala hal yang berkaitan dengan lingkungan eksternal dengan membawahi bagian-bagian :

- Keuangan
- Sumber Daya Manusia
- Pemasaran

G. Kepala Bagian.

• **Kepala Bagian Teknik.**

Kepala bagian teknik adalah kepala bagian yang bertanggungjawab atas semua kegiatan yang berhubungan erat dengan produksi. Dalam hal ini bukan produksi secara langsung, tetapi sebagai penunjang dalam proses produksinya. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

1. Seksi Utilitas

Bertugas untuk mengawasi dan mengatur pelaksanaan penyediaan air proses, air pendingin, steam, air umpan boiler, bahan bakar, listrik dan pengadaan refrigerant.

2. Seksi Perawatan

Bertugas untuk merawat, memelihara gedung, taman dan peralatan proses termasuk utilitas. Dan juga bertugas dalam memperbaiki peralatan yang rusak dan mempersiapkan suku cadangnya, agar peralatan tersebut dapat dipergunakan lagi dalam proses produksi.

3. Seksi K₃

Bertugas untuk mengatur dan mengawasi semua kegiatan yang berhubungan dengan keselamatan kerja termasuk memberikan pelatihan-pelatihan keselamatan kerja

• Kepala Bagian Produksi

Bertanggungjawab kepada kepala direktur teknik dalam bidang mutu produksi. Kepala bagian produksi merupakan kepala bagian yang bertanggungjawab atas semua bagian produksi, mulai dari perencanaan, pembuatan atau produksi dan pengendalian mutu produk. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

1. Seksi Proses.

Bertugas untuk mengatur dan mengawasi pelaksanaan jalannya proses produksi yang terjadi serta realisasi rencana dan bertanggungjawab atas jalannya masing-masing proses.

2. Seksi QC dan Laboratorium.

Bertugas dalam mengawasi dan mengontrol kualitas bahan baku, bahan bakar dan produk. Agar produk yang diterima konsumen mempunyai kualitas yang sesuai dengan standart yang telah ditetapkan.

3. Seksi Gedung.

Bertugas dalam penyediaan bahan baku, pengepakan atau pengemasan produk jadi dan menimbun atau menyimpan dalam gudang serta merencanakan pengiriman produk ke luar pabrik.

- **Kepala Bagian Umum**

Bertanggung jawab kepada direktur administrasi dalam bidang personalia. Kabag umum mempunyai tugas untuk merencanakan, mengelola dan mendayagunakan sumber daya manusia, baik sumber daya manusia yang sudah ada maupun merekrut sumber daya manusia yang baru. Selain itu Kabag umum juga mempunyai tugas untuk mengatur masalah karyawan, jenjang karier dan masalah penempatan karyawan. Seksi-seksi yang dibawahinya meliputi :

1. **Seksi Personalia.**

Bertugas untuk mencari tenaga kerja baru apabila perusahaan membutuhkan tenaga kerja baru. Tugasnya mulai dari penyebaran iklan, lowongan, pengadaan test, pemilihan danm pelatihan tenaga kerja baru.

2. **Seksi Keamanan.**

Bertugas untuk memperhatikan dan menjaga keamanan pabrik , para staff dan karyawan.

3. **Seksi Kesejahteraan Pekerja.**

Bertugas untuk mengatur semua kegiatan yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan, mulai dari tunjangan , memberikan cuti, JAMSOSTEK sampai mengatur pensiunan karyawan.

- **Kepala bagian pemasaran.**

Bertanggungjawab kepada direktur administrasi dalam bidang pemasaran. Kepala bagian pemasaran mempunyai tugas menentukan daerah pemasaran dan melakukan riset market serta menangani masalah promosi. Seksi-seksi yang dibawahinya adalah :

1. **Seksi Market dan Riset.**

Bertugas untuk meneliti dan mengupayakan agar hasil-hasil produksi dapat disalurkan ke jalur-jalur distribusi yang tepat sehingga hasil produksi mempunyai harga jual yang terjangkau. Seksi ini juga bertugas mengenalkan produk kepada konsumen-konsumen yang membutuhkan atau pabrik-pabrik lain yang menggunakan produk sebagai bahan baku produk lain. Dan juga bertugas dalam menarik minat konsumen untuk membeli produk yang dihasilkan.

2. Seksi Pemasaran.

Bertugas dalam menjual hasil produksi dengan harga jual yang telah ditetapkan.

- **Kepala Bagian Keuangan.**

Bertanggungjawab kepada direktur administrasi dalam bidang keuangan. Kabag keuangan bertugas mengatur keuangan serta menangani penyediaan serta pembelian baik bahan baku maupun peralatan.

1. Seksi keuangan dan pembukuaan.

Bertugas dalam mengamankan keuangan perusahaan, perencanaan keuangan dimasa yang akan datang, perhitungan uang perusahaan dan membayar gaji karyawan.

2. Seksi Penyediaan dan Pembelian

Bertugas dalam penyediaan dan pembelian bahan baku serta peralatan lainnya.

10.5. Jam Kerja

Untuk karyawan yang bekerja di kantor, total jam kerja 40 jam/minggu dengan perincian sebagai berikut :

a. Untuk pegawai non shift

Senin – kamis	:	08.00-16.00 (istirahat 12.00-13.00)
Jum'at	:	08.00-16.00 (istirahat 11.00-13.00)
Sabtu	:	08.00-12.00
Minggu	:	Libur, begitu juga dengan hari libur yang telah ditetapkan oleh pemerintah sebagai hari libur

b. Untuk pegawai shfit

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

Untuk kegiatan produksi ini diperlukan 4 regu karyawan dimana jam kerja setiap shiftnya selalu bergantian setiap minggunya, dan jadwal kerja dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 10.1 Jadwal Kerja Karyawan

Regu	Minggu			
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat
I	Libur	Pagi	Siang	Malam
II	Pagi	Libur	Malam	Siang
III	Siang	Malam	Libur	Pagi
IV	Malam	Siang	Pagi	Libur

10.6. Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan.

Penggolongan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi pada pra rencana pabrik *Kalsium Hipoklorit* ini adalah :

1. Direktur Utama
2. Direktur (Direktur Teknik dan Direktur Administrasi)
3. Kepala Bagian
4. Kepala Seksi (Kasie)
5. Staff kepala seksi
6. Operator (tenaga pelaksana)

Sedangkan latar belakang pendidikan yang harus dimiliki oleh karyawan berdasarkan kedudukannya dan struktur organisasi pada Pra rencana Pabrik *Kalsium Hipoklorit* dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Direktur Utama : Doktoral Teknik Kimia
2. Direktur :
 - Direktur Teknik : Magister Teknik Kimia
 - Direktur Adiministrasi : Magister Administrasi (FIA)
3. Direktur Litbang : Magister Teknik Kimia
4. Sekretaris Direktur : Sarjana Administrasi
5. Kepala Bagian :
 - Kabag Teknik : Magister Teknik Mesin
 - Kabag Produksi : Magister Teknik Kimia
 - Kabag Pemasaran : Magister Ekonomi – Manajemen
 - Kabag Umum : Magister Psikologi
 - Kabag Keuangan : Magister Ekonomi – Akuntansi

6. Kepala Seksi.

- Seksi Utilitas : Sarjana Teknik Kimia
- Seksi perawatan : Sarjana Teknik Mesin
- Seksi Proses : Sarjana Teknik Kimia
- Seksi QC & Laboratorium : Sarjana Teknik Kimia
- Seksi Gudang : Diploma 3 Teknik Kimia
- Seksi Personalia : Sarjana Psikologi
- Seksi Humas : Sarjana Psikologi
- Seksi Keamanan : Sarjana Hukum / Alumni Garda Utama
- Seksi Kesejahteraan Pekerja : Sarjana Psikologi
- Seksi Market dan Riset : Sarjana ekonomi – Manajemen
- Seksi Pemasaran : Sarjana Ekonomi – Manajemen
- Seksi Keuangan : Sarjana Ekonomi-Akuntansi
- Seksi Penyed & Pembelian : Sarjana Ekonomi-Akuntansi
- Karyawan : Diploma dan SLTA
- Satpam : Alumni Garda Utama
- Dokter : Sarjana Kedokteran
- Kebersihan / Taman : SLTA
- Parkir : SLTA

10.7 Perincian jumlah karyawan.

Perhitungan jumlah tenaga operasional dilakukan berdasarkan pembagian proses yang dilakukan. Pada pabrik Kalsium Hipoklorit proses yang dilakukan terbagi dalam beberapa tahap, yaitu :

- a. Proses Utama
 1. Penyediaan bahan baku, terdiri dari :
 - Gudang
 - Transportasi
 - Tahap Pemasaran
 2. Tahap reaksi
 3. Tahap pemisahan dan pemurnian
 4. Tahap Penanganan produk

- Tahap penyimpanan
- b. Tahap Tambahan / pembantu

1. Laboratorium
2. Utilitas, terdiri dari :
 - Pengolahan air
 - Boiler
 - Pengolahan limbah

Sehingga jumlah proses keseluruhan yang membutuhkan tenaga operasional adalah 5 tahap. Dari Vilbrant & Dryen, Fig.6-35, hal.235, maka dibutuhkan karyawan 38 orang-jam/hari/tahap untuk kapasitas 63.000 ton/tahun = 190,9 ton/hari dan beroperasi selama 330 hari/tahun, pabrik kontinyu dan otomatis, yaitu :

Jumlah karyawan = 38 orang/jam x 12 = 456 orang jam/hari

Dalam satu hari terdapat 3 shift kerja, sehingga :

Jumlah karyawan sebanyak = [456 orang jam/hari] / 3 shift
= 152 orang jam/shift

Masing-masing pekerja shift bekerja 8 jam/hari sehingga:

Jumlah karyawan per shift = (152 / 8) orang/shift = 19 orang/shift

Karena karyawan shift dibagi 4 regu, dimana 3 regu kerja dan 1 regu istirahat, maka jumlah karyawan bagian proses = 19 orang / shift x 4 = 76 orang

Sedangkan jumlah karyawan keseluruhan pabrik Kalsium Hipoklorit ini seperti berikut:

Tabel 10.2. Daftar Jumlah Karyawan Pabrik *Kalsium Hipoklorit*

No	Jabatan	Jumlah
1.	Dewan Komisaris	5
2.	Direktur Utama	1
3.	Direktur Teknik	1
4.	Direktur Administrasi	1
5.	Staff Litbang	4
6.	Sekretaris Direktur	3
7.	Kabag Teknik	1
8.	Kasie Perawatan	1
9.	Karyawan Perawatan	8
10.	Kasie. Utilitas	1
11.	Karyawan Utilitas	8
12.	Kabag Produksi	1
13.	Kasie. Proses	1
14.	Karyawan Proses	76
15.	Kasie. Gudang	1
16.	Karyawan Gudang	20
17.	Kasie. QC & Lab	1
18.	Karyawan QC & Lab	4
19.	Kabag Pemasaran	1
20.	Kasie. Market & riset	1
21.	Karyawab Market & riset	4
22.	Kasie Pemasaran	1
23.	Karyawan Pemasaran	5
24.	Kabag Umum	1
25.	Kasie. Personalia	1
26.	Karyawan Personalia	3
27.	Kasie. Humas	1
28.	Karyawan Humas	4
29.	Kasie. Kesejahteraan Pekerja	1
30.	Karyawan Kesejahteraan Pekerja	3

31.	Kasie. Keamanan	1
32.	Karyawan Keamanan	12
33.	Kabag Keuangan	1
34.	Kasie. Keu & Pembukuan	1
35.	Karyawan Keu & Pembukuan	2
36.	Kasie. Penyediaan & Pembelian	1
37.	Karyawan Penyed. & Pembelian	5
38.	Dokter	1
39.	Karyawan Poliklinik	4
40.	Karyawan Kebersihan/taman	10
41.	Karyawan Parkir	5
42.	Sopir	5
	Jumlah	220

10.8 Sistem Pengupahan Karyawan.

Dalam penentuan besar kecilnya upah ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan, yaitu :

- a. Tingkat pendidikan
- b. Pengalaman kerja
- c. Tanggungjawab dan kedudukan
- d. Keahlian yang dimiliki

Berdasarkan aspek-aspek di atas maka sistem pengupahan pada pabrik *Kalsium Hipoklorit* dibedakan menjadi :

a. Upah bulanan

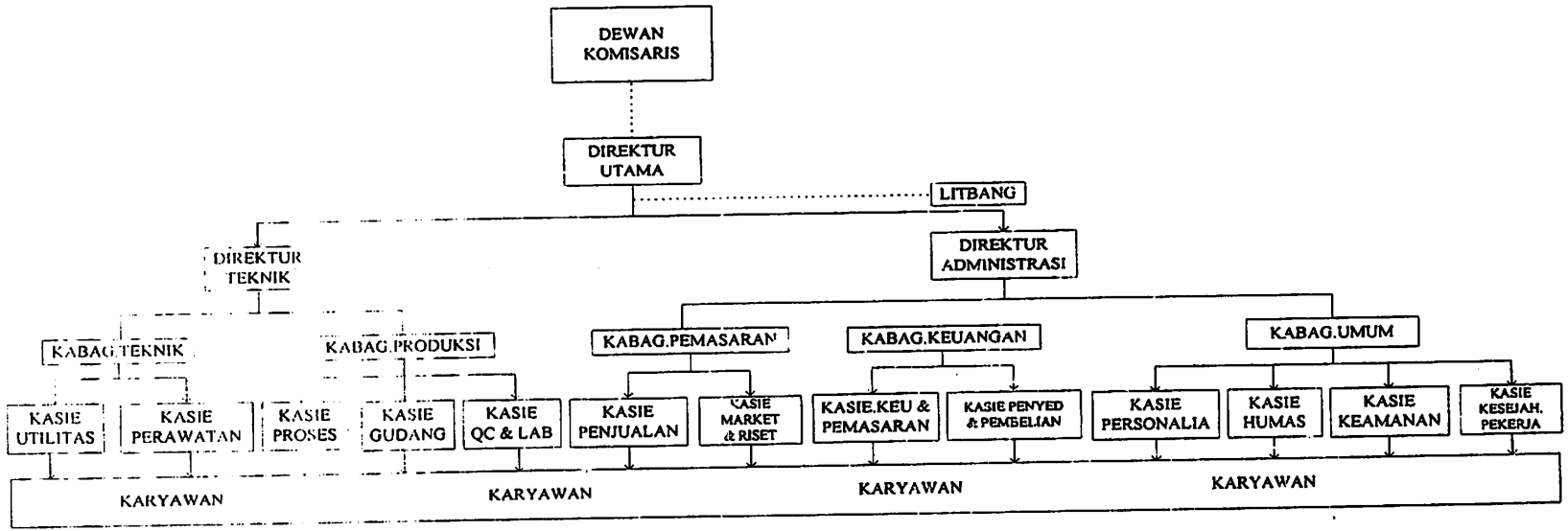
Upah bulan diberikan kepada karyawan tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada akhir bulan.

b. Upah mingguan

Upah mingguan diberikan kepada karyawan mingguan tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada akhir pekan.

c. Upah Borongan

Upah borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau karyawan borongan yang besarnya tidak tetap, tergantung pada macam pekerjaan yang dilakukan dan diberikan setelah pekerjaan itu selesai.



Gambar 10.1. Bagan Struktur Oganisasi Pra Rencana Pabrik Kalsium Hipoklorit

BAB XI

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi bertujuan untuk mengetahui apakah suatu pabrik yang dirancang menguntungkan atau tidak. Untuk itu pada pra-rancangan pabrik Calcium Hypochlorite ini dilakukan evaluasi serta penilaian investasi, yang ditinjau dengan metode :

1. Profit on sales
2. Return of investment
3. Pay out time
4. Break even point
5. Shut down point

Untuk meninjau faktor-faktor di atas, perlu dilakukan penafsiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

1. Penafsiran modal industri (Total Capital Investment), yang terdiri dari :
 - a). Modal tetap (Fixed Capital Investment)
 - b). Modal kerja (Working Capital)
2. Penentuan biaya produksi total (Production Cost), yang terdiri dari :
 - a). Biaya pengeluaran (Manufacturing Cost)
 - b). Biaya pengeluaran umum (General Expense)
3. Total pendapatan

(Peters and Timmerhaus, hal.297)

11.1. Penafsiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses selalu mengalami perubahan tergantung pada kondisi perekonomian yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit, sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat dari data peralatan serupa pada tahun lalu.

Persamaan pendekatan yang digunakan untuk memperkirakan harga peralatan adalah :

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

Dalam hubungan ini :

E_x = Harga alat untuk tahun x

E_y = Harga alat untuk tahun y

N_x = Nilai index tahun x

N_y = Nilai index tahun y

11.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi = 63000 ton / tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan = tahun 2017

11.3. Perhitungan Biaya

11.3.1. Capital Investment

Capital investment adalah pengeluaran keuangan yang diperlukan untuk fasilitas-fasilitas produktif dan pengoperasiannya. Capital investment meliputi :

- Fixed Capital

Fixed capital adalah investasi yang digunakan untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

- Working Capital

Working capital adalah dana yang diperlukan untuk menjalankan usaha secara normal.

11.3.2. Manufacturing Cost

Manufacturing cost merupakan jumlah direct, indirect dan fixed manufacturing cost yang bersangkutan dengan produk.

- Direct Manufacturing Cost

Merupakan pengeluaran khusus yang bersangkutan langsung dalam pembuatan produk.

- Indirect Manufacturing Cost

Adalah pengeluaran sebagai akibat tidak langsung dari operasi pabrik.

- **Fixed Manufacturing Cost**

Merupakan pengeluaran yang berkaitan dengan fixed capital dan harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi.

11.3.3. General Expense

General expense adalah pengeluaran yang tidak berkaitan dengan produksi, tetapi berhubungan dengan operasional perusahaan secara umum.

11.4. Analisa Kelayakan

Untuk mengetahui apakah keuntungan yang diperoleh nantinya cukup besar atau tidak, serta untuk memutuskan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak harus dilakukan analisa atau evaluasi kelayakan.

Ada beberapa faktor yang digunakan untuk menyatakan kelayakan. Antara lain adalah sebagai berikut :

a). Profit on Sales (POS)

POS adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan terhadap nilai penjualan.

$$\% \text{ POS} = \frac{\text{keuntungan}}{\text{penjualan produk}} \times 100\%$$

b). Percent Return of Investment (ROI)

ROI adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari investasi yang telah dikeluarkan.

$$\% \text{ ROI} = \frac{\text{keuntungan}}{\text{Fixed Capital Investment}} \times 100\%$$

c). Pay Out Time (POT)

Pay out time adalah waktu pengembalian modal berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{keuntungan} + \text{depresiasi}} \times 100\%$$

d). Break Even Point (BEP)

Break even point adalah titik impas yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP ini kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang harus dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.

$$BEP = \frac{Fa + 0,3.Ra}{(Sa - Va - 0,7.Ra)} \times 100\%$$

Dalam hubungan ini :

- Fa = Fixed manufacturing cost
- Ra = Regulated cost
- Va = Variable cost
- Sa = Penjualan produk

11.5. Hasil Perhitungan

11.5.1. Fixed Capital Investment

Tabel 11.1. Perkiraan *Fixed Capital Investment* berdasarkan komponen biaya

No	Jenis Biaya	Range Prosentase	Jumlah
A.	DIRECT COST		
1	Pengadaan Alat		1,661,301.86
2	Instrumentasi	0.18	299,034.33
3	Isolasi	0.09	26,913.09
4	Perpipaan Terpasang	0.16	4,306.09
5	Pelistrikan Terpasang	0.10	430.61
6	Harga FOB		1,991,985.99
7	Ongkos angkutan	0.10	199,198.60
8	Harga C dan F		2,191,184.58
9	Biaya asuransi	0.01	21,911.85
10	Harga CIF		2,213,096.43
11	Biaya Angkutan Barang ke plant site	0.20	442,619.29
12	Pemasangan Alat	0.45	747,585.84

13	Bangunan Pabrik		0.70	1,162,911.30
	Service Facilities and Yard			
14	Improvement		0.50	830,650.93
15	Tanah		0.06	99,678.11
16	Direct Cost			5,496,541.89
B	Indirect Cost			
17	Engineering and Supervision		0.15	249,195.28
18	Ongkos Pemborong		0.20	1,099,308.38
19	Biaya tidak terduga		0.10	0.1xFCI
	Indirect Cost			1,348,503.66+0.1FCI
C	Fixed Capital Investment			
21	Fixed Capital Investment			7,605,606.16

11.5.2. Manufacturing Cost

Direct Manufacturing Cost

Tabel 11.2. Perkiraan *Direct Manufacturing Cost* berdasarkan komponen biaya

Bahan Baku		54,000,000.00
Buruh		360,000.00
Biaya Pengawasan	0.15	54,000.00
Utilitas		110,000.00
Biaya Perawatan dan Perbaikan	0.07	532.392.43
Operating Supplies	0.15	79,858.86
Laboratorium	0.15	79.858.86
Patent and Royalties	0.01	0.01xTPC
Jumlah		55.216.110.16

Fixed charges

Tabel 11.3. Perkiraan *Fixed charges* berdasarkan komponen biaya

Depresiasi			760,560.62
Pajak kekayaan	2%-4%	0.02	114,084.09
Asuransi	0.4%-1%	0.01	76,056.06
Biaya Sewa	8-10%	0.10	0.00
			950,700.77

Plant Overhead Cost

Tabel 11.4. Perkiraan *Plant Overhead Cost* berdasarkan komponen biaya

Plant Overhead Cost	
	662,474.70

Total manufacturing cost

Tabel 11.5. Perkiraan *Total Manufacturing Cost* berdasarkan komponen biaya

Manufacturing Cost	Biaya (Rp)
DMC	55.216.110.16
IMC	950.700.77
FMC	662.474.70
Total MC	56829285.63

11.5.3. General Expense

Tabel 11.6. Perkiraan *General Expense* berdasarkan komponen biaya

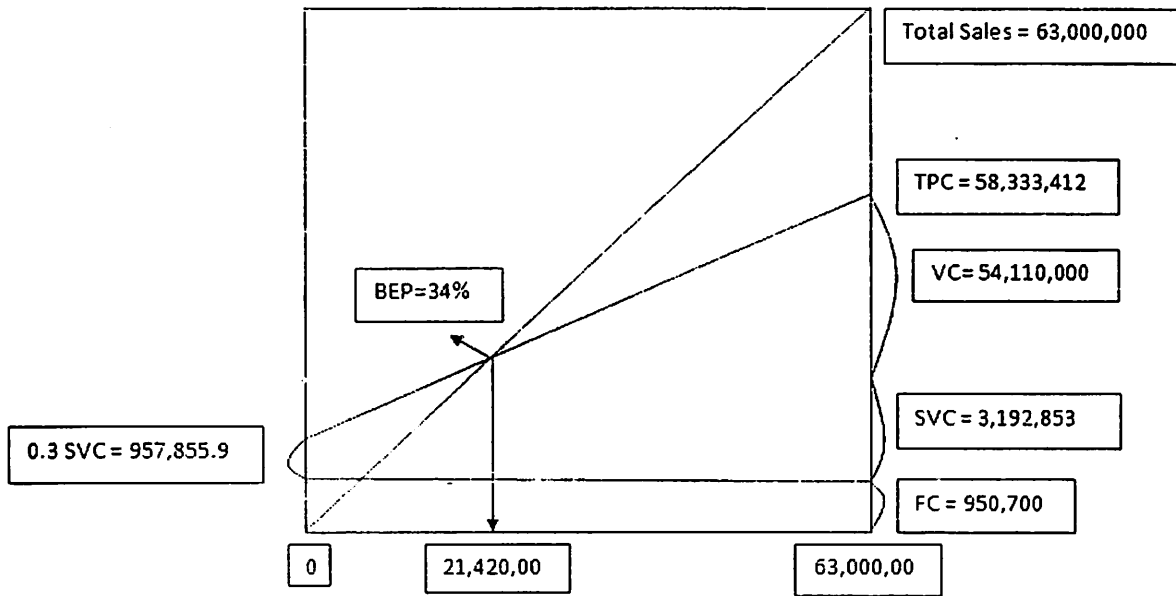
1	Biaya Administrasi	141.958.86
2	ongkos distribusi dan penjualan	
3	research and development	1,134,000.00
4	biaya bunga pinjaman	228,168.18
		1.504.127.05

11.5.4. Total Production Cost

Tabel 11.7. Perkiraan *Total Production Cost* berdasarkan komponen biaya

TPC	Biaya (Rp)
Manufacturing Cost	56829285.63
General Expenses	1504127.05
Total Production Cost	58333412.68

11.5.5. Break Even Point (BEP)



Gambar 11.1. Grafik *Break Even Point* (BEP)

11.5.6. IRR dan NPV

Tabel 11.8 Cash Flow

$i = 0,19$ $i = 0,36093712285$

Tahun	Investasi (Rp.)	Cash-In	Discounted Factor $(1/(1+i)^t)$	PV (Rp.)	NPV (Rp.)	Discounted Factor $(1/(1+i)^t)$	PV (Rp.)	IRR (Rp.)
0	(91.267.273.977)	0	0	0	(91.267.273.977)	0	0	(91.267.273.977)
1		34.525.775.198	0,840	29.013.256.469	(62.254.017.508)	0,735	25.369.118.542	(66.898.15)
2		34.525.775.198	0,706	24.350.887.789	(37.873.129.719)	0,540	18.640.918.905	(47.257.23)
3		34.525.775.198	0,593	20.458.140.999	(17.384.988.720)	0,397	13.697.119.869	(33.560.11)
4		34.525.775.198	0,459	17.216.925.209	(168.063.511)	0,292	10.064.476.631	(23.495.64)
5		34.525.775.198	0,419	14.468.004.378	14.299.940.867	0,214	7.395.254.683	(16.100.38)
6		34.525.775.198	0,352	12.157.986.872	26.457.927.738	0,157	5.433.942.949	(10.666.44)
7		34.525.775.198	0,296	10.216.795.691	36.674.723.429	0,116	3.992.795.007	(6.673.64)
8		34.525.775.198	0,249	8.585.542.597	45.260.266.026	0,085	2.933.857.075	(3.739.75)
9		34.525.775.198	0,209	7.214.741.678	52.475.007.705	0,062	2.155.762.398	(1.584.01)
10		34.525.775.198	0,176	6.062.808.133	58.537.815.538	0,046	1.584.027.919	

11.5.7. Evaluasi Ekonomi

1. Profit On Sales
 - a. Sebelum pajak : 3.666.587.32
 - b. Setelah pajak : 2,116,587.32
2. Persen Rate of Return
 - a. Sebelum pajak : 48 %
 - b. Setelah pajak : 28 %
3. Pay Out Time
 - a. Sebelum pajak : 1,72 tahun
 - b. Setelah pajak : 2.64 tahun
4. Break Even Point : 34%
5. IRR : 36 %

BAB XII

KESIMPULAN

Dari hasil analisa kami, Pra Rencana Pabrik Kalsium Hipoklorit ini cukup menjanjikan dan beberapa aspek dapat menjadi landasan kesimpulan kami, yaitu :

12.1. Aspek Teknis

Secara teknis, proses pembuatan tidak terlalu rumit dan tidak membutuhkan instrumentasi yang semuanya harus otomatis. Sedangkan dari segi prosesnya telah ada penelitian detail sehingga proses ini sudah cukup dikenal dan digunakan.

12.2. Aspek Sosial

- Pendirian Pabrik Kalsium Hipoklorit bisa menyerap banyak tenaga kerja dan mengurangi pengangguran.

12.3. Aspek Lokasi Pabrik

- Dekat dengan bahan baku
- Dekat dengan tenaga kerja
- Dekat dengan transportasi

12.4. Aspek Lingkungan

- Kalsium hipoklorit erat kaitannya dengan 'pembersih' sehingga dengan ditingkatkannya produksi kalsium hipoklorit dapat mempertambah kebersihan lingkungan.

12.5. Aspek Analisa Ekonomi

1. Profit On Sales

- a. Sebelum pajak : \$ 3.666.587,32
- b. Setelah pajak : : \$ 2.116.587,32

2. Persen Rate of Return

- a. Sebelum pajak : 48 %
- b. Setelah pajak : 28 %



3. Pay Out Time

- a. Sebelum pajak : 1,74 tahun
 - b. Setelah pajak : 2,64 tahun
4. Break Even Point : 34%
5. IRR : 36%

Ditinjau dari nilai BEP yang kurang dari 100% bisa disimpulkan bahwa pabrik ini layak didirikan.



DAFTAR PUSTAKA

- Brownell E.L, and E.H. Young, *Process Equipment Design*. Wiley Eastern Limited, 1959.
- Brown, G.G. *Unit Operation*. International Edition, John Wiley and Son Inc, New York, 1961.
- Geankoplis, J Christie, *Transport Process and Unit Operation*. Third Edition. Prentice-Hall Inc, 1993
- Kern, D.Q. *Process Heat Transfer*. McGraw Hill Book Company, New York, 1950
- Kirk, R.E and Othmer, D.P. *Encyclopedia of Chemical Technology*, 6-th Edition, John Wiley and Sons Inc, New York, 2012
- Peter and Timmerhaus. *Plant Design and Economic for Chemical Engineer*. 4-th Edition, Mc Graw-Hill Book Company, 1991
- Perry, Robert H, *Perry's Chemical Engineering Handbook*, 8-th Edition, Mc Graw-Hill Book Company, San Francisco, 2008
- Smith, J. M., H.C. Van Ness, M.M. Abbott. *Introduction To Chemical Engineering Thermodynamics Sixth Edition*. Mc Graw Hill. New York, 2001
- Ulrich, Gael D. *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley and Sons Inc, New York, 1984
- Vilbrandt and Dryden. *Chemical Engineering Plang Design*, 4-th Edition. McGraw-Hill Book Company, Kogakusha, 1980.