

# **PRA RENCANA PABRIK**

**PRA RANCANGAN PABRIK PEMBUATAN AMMONIUM KLORIDA  
DARI AMMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA DENGAN  
KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

**YUSRON FAUZI**

**10.149.20**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2013**

# LEMBAR PERSETUJUAN

## PRA RENCANA PABRIK AMMONIUM KLORIDA DARI AMMONIUM SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN

### SKRIPSI

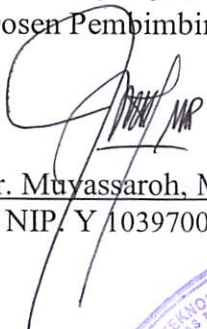
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Jenjang Strata Satu (S-1)  
Di Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

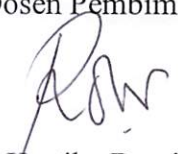
**YUSRON FAUZI    NIM. 10.14.920**

**Malang, 3 Agustus 2013**


Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I

  
Ir. Muhyassaroh, MT  
NIP. Y 1039700306

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing II

  
Rini Kartika Dewi, ST, MT  
NIP. Y 1030100370

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia

  
Jimmy, ST, MT  
NIP. Y 1039900330



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : YUSRON FAUZI  
NIM : 1014918  
Jurusan/Program Studi : TEKNIK KIMIA  
Judul Skripsi : AMMONIUM KLORIDA DARI AMMONIUM  
SULFAT DAN NATRIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000  
TON/TAHUN.

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)  
pada:


Hari : Sabtu  
Tanggal : 3 Agustus 2013  
Nilai : B



Ketua Jurusan,


Jimmy, ST, MT  
NIP.Y. 1039900330

Sekretaris Jurusan,


  
M. Istnaeny Hudha, ST, MT  
NIP.Y. 1030400400

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,

  
Jimmy, ST, MT  
NIP.Y. 1039900330

Penguji Kedua,

  
M. Istnaeny Hudha, ST, MT  
NIP.Y. 103040040

## **PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : YUSRON FAUZI

NIM : 1014920

Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / Teknik Kimia S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul :

**“AMMONIUM KLORIDA DARI AMMONIUM SULFAT DAN  
NATRIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000  
TON/TAHUN “**

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

Malang, Agustus 2013

Yang membuat pernyataan,



YUSRON FAUZI

## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ *Pra Rencana Pabrik Ammonium Korida dari Ammonium Sulfat dan Natrium Klorida dengan Kapasitas 30.000 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. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT., selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT., selaku Dekan FTI ITN Malang.
3. Bapak Jimmy, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia ITN Malang.
4. Ibu Ir. Muyassaroh, MT., selaku dosen pembimbing Skripsi I.
5. Ibu Rini Kartika D., ST, MT., selaku dosen pembimbing Skripsi II.
6. 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, Juli 2013

**Penyusun**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	I-1
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk .....	I-2
1.3. Analisa Pasar .....	I-4
1.4. Lokasi Pabrik .....	I-5
<b>BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES</b> .....	II-1
2.1. Macam-macam Proses .....	II-1
2.2. Uraian Proses .....	II-6
<b>BAB III NERACA MASSA</b> .....	III-1
<b>BAB IV NERACA PANAS</b> .....	IV-1
<b>BAB V SPESIFIKASI ALAT</b> .....	V-1
<b>BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA</b> .....	VI-1
6.1. Perancangan dimensi reaktor .....	VI-1
6.2. Perhitungan Pengaduk.....	VI-6
6.3. Perhitungan Nozzle .....	VI-8
6.4. Perhitungan Coil Pemanas .....	VI-12
6.5. Perhitungan Sambungan Tutup dengan Dinding Reaktor.....	VI-14
6.6. Perhitungan Sistem Penyangga Reaktor .....	VI-24
<b>BAB VII INSTRUMEN DAN KESELAMATAN KERJA</b> .....	VII-1
7.1. Instrumentasi .....	VII-1
7.2. Keselamatan Kerja .....	VII-2

7.3. Material Safety Data Sheet Bahan-Bahan.....	VII-5
<b>BAB VIII UTILITAS .....</b>	<b>VIII-1</b>
8.1. Unit Penyediaan Air.....	VIII-1
8.2. Unit Penyediaan Steam .....	VIII-4
8.3. Unit Pembangkit Listrik.....	VIII-5
8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	VIII-6
<b>BAB IX TATA LETAK PABRIK.....</b>	<b>IX-1</b>
9.1. Tata Letak Pabrik .....	IX-1
9.2. Tata Letak Peralatan Proses .....	IX-4
9.3. Pembagian Areal Tanah .....	IX-7
<b>BAB X STRUKTUR ORGANISASI.....</b>	<b>X-1</b>
10.1. Bentuk Perusahaan .....	X-1
10.2. Struktur Organisasi Perusahaan .....	X-2
10.3. Pembagian Tugas dan Tanggung Jawab .....	X-4
10.4. Jadwal Jam Kerja .....	X-9
10.5. Jaminan Sosial.....	X-10
10.6. Status Karyawan dan Sistem Upah .....	X-12
10.7. Perincian Tenaga Kerja .....	X-12
10.8. Gaji Karyawan .....	X-14
<b>BAB IX ANALISA EKONOMI .....</b>	<b>XI-1</b>
<b>BAB XII KESIMPULAN.....</b>	<b>XII-1</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA</b>	
<b>APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS</b>	
<b>APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI ALAT</b>	
<b>APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS</b>	
<b>APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Data impor Ammonium Klorida tahun 1998-2002 .....	I-2
Tabel 1.2. Data kenaikan impor Ammonium Klorida pada tahun 1998-2002 .....	I-4
Tabel 2.1. Pemilihan proses.....	II-5
Tabel 7.1. Instrumentasi pada peralatan .....	VII-2
Tabel 7.1. Alat-alat keselamatan kerja pabrik Ammonium Klorida.....	VII-5
Tabel 9.1. Perincian luas tanah bangunan pabrik .....	IX-7
Tabel 10.1. Jadwal kerja pegawai shift.....	X-10
Tabel 10.2. Jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja .....	X-13
Tabel 10.3. Daftar gaji karyawan perbulan .....	X-14



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Lokasi Pabrik Ammonium Klorida .....	I-9
Gambar 2.1. Blok diagram pembuatan Ammonium Klorida .....	II-1
Gambar 2.2. Blok diagram pembuatan Ammonium Klorida .....	II-3
Gambar 2.1. Blok diagram pembuatan Ammonium Klorida .....	II-4
Gambar 9.1. Tata letak Pabrik Ammonium Klorida .....	IX-2
Gambar 9.2. Tata letak peralatan proses Pabrik Ammonium Klorida.....	IX-5
Gambar 10.1. Struktur Organisasi perusahaan .....	X-3

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Perkembangan industri kimia begitu cepat mempunyai dampak terhadap tumbuhnya berbagai industri yang terkait. Salah satu industri yang cukup baik dikembangkan adalah industri Ammonium Chloride.

Pabrik Ammonium Chloride didirikan dengan tujuan merangsang industri – industri lain yang menggunakan Ammonium Chloride sebagai bahan baku dan bahan pembantu. Hal ini secara tidak langsung dapat menambah devisa negara, pemecahan masalah tenaga kerja dan memperkuat perekonomian negara.

Industri Ammonium Chloride digunakan sebagai bahan baku dalam industri baterai kering. Sedangkan kegunaan lainnya adalah sebagai bahan baku dalam industri pupuk, bahan penunjang dalam industri farmasi, pembuatan berbagai senyawa amoniak, elektroplating, bahan pencuci, serta sebagai bahan untuk memperlambat melelehnya salju.

Ammonium Chloride yang diproduksi di Indonesia adalah sebagai co-product, sehingga sebagian besar kebutuhan masih harus impor. Impor Ammonium Chloride dalam beberapa tahun ini menunjukkan adanya fluktuasi.

### **1.2. Penentuan Kapasitas Rancangan**

Penentuan kapasitas produksi suatu industri senantiasa diupayakan dengan memperhatikan segi teknis, finansial, ekonomis, dan kapasitas minimal. Dari segi teknis, industri Ammonium Chloride yang direncanakan memperhatikan peluang pasar, segi ketersediaan dan kontinuitas bahan baku. Selain itu

penentuan kapasitas rancangan pabrik yang akan didirikan harus berada diatas kapasitas minimum atau sama dengan kapasitas pabrik yang sudah berjalan. Adapun faktor – faktor yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan kapasitas pabrik Ammonium Chloride yaitu :

#### 1. Ammonium Chloride di Indonesia

Dari segi ekonomis pendirian industri Ammonium Chloride harus memperhatikan profitabilitas selain modal yang harus disediakan yang pada akhirnya harus melihat kondisi finansial nasional. Berdasarkan data import, data ekspor, proyeksi kebutuhan Ammonium Chloride dalam industri baterai kering, dan data dari proyeksi konsumsi Ammonium Chloride, dapat ditentukan kapasitas pra rancangan pabrik Ammonium Chloride pada tahun 2014 sebesar 30.000 ton/tahun. Besarnya kapasitas ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan Ammonium Chloride di dalam negeri dan sisanya diekspor ke luar negeri.

***Tabel 1.1 Perkembangan Import Ammonium Chloride***

Tahun	Jumlah (ton)	Nilai (US \$'000)
1998	5.720	1.029
1999	5.313	1.851
2000	7.129	2.202
2001	8.213	2.937
2002	8.432	3.300

*Sumber : BPS Semarang*

Import Ammonium Chloride terutama berasal dari Jepang. Import lainnya berasal dari Hong Kong, Korea, China, Singapura, USA, Kanada, Inggris,

Belanda, Swedia, dan Jerman. Dari tabel 1.1. tersebut dapat dilihat bahwa kebutuhan Ammonium Chloride di Indonesia semakin meningkat yang ditunjukkan dengan nilai import yang semakin tinggi. Besarnya kebutuhan Ammonium Chloride di Indonesia dapat dilihat dari jumlah importnya, karena selama ini produksi Ammonium Chloride secara khusus masih belum ada. Sedangkan Ammonium Chloride yang merupakan co-product dari industri lain telah diekspor seluruhnya.

Sektor industri terbesar pemakai bahan kimia ini adalah industri baterai kering. Perkembangan industri ini cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir. Menurut data statistik yang dikeluarkan oleh Indochemical dari PT. Capricorn Indonesia Consult Inc menunjukkan bahwa proyeksi kebutuhan Ammonium Chloride sebagai bahan baku baterai kering meningkat dari tahun ke tahun.

#### Penentuan Lokasi Pabrik

Pendirian pabrik Ammonium Chloride pada pra rancangan ini dipilih di kawasan industri Gresik Jawa Timur, faktor yang dijadikan acuan dalam penentuan pabrik dibagi dua faktor utama, yaitu :

##### 1. Faktor Primer

###### □ Penyediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik, karena pabrik dapat beroperasi atau tidak sangat bergantung pada ketersediaan bahan baku. Dengan mempertimbangkan besarnya kebutuhan akan bahan baku, maka sumber bahan baku merupakan faktor penting dalam pemilihan lokasi pabrik yang mengkonsumsi jumlah bahan baku yang besar karena semakin dekat

lokasi pabrik dengan sumber bahan baku, maka dapat mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan. Lokasi pabrik dipilih di Gresik mengingat bahan baku NaCl dan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dapat diperoleh dengan mudah karena lokasi pabrik dekat dari sumber bahan baku yaitu dari PT. Petrokimia Gresik dengan kapasitas 600.000 ton/tahun dan bahan baku NaCl yang dari Madura dapat melalui Pelabuhan Surabaya ataupun Pelabuhan Gresik dan diangkut ke lokasi pabrik dengan sarana transportasi darat yang sudah cukup tersedia.

#### □ Pemasaran

Lokasi pemasaran akan mempengaruhi biaya produksi dan biaya angkutan. Letak yang sangat berdekatan dengan pasar merupakan pertimbangan yang sangat penting karena konsumen akan lebih mudah dan cepat mendapatkannya. Dengan prioritas utama pasar di dalam negeri, maka diharapkan akan memperoleh hasil penjualan yang maksimal selain sebagian akan diekspor ke luar negeri.

#### □ Transportasi

Sarana dan prasarana sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Dengan adanya fasilitas jalan raya, rel kereta api, dan pelabuhan laut yang memadai akan mempermudah dalam pengiriman bahan baku dan penyaluran produk. Untuk daerah Gresik, sarana transportasi darat sangat menunjang karena Gresik merupakan salah satu sentra industri yang maju.

#### □ Buruh dan Tenaga Kerja

Faktor buruh atau tenaga kerja merupakan faktor yang penting bagi suatu perusahaan, karena berhasil tidaknya pencapaian tujuan perusahaan juga dipengaruhi oleh buruh atau tenaga kerja yang berkualitas dan berkemampuan

tinggi. Daerah Gresik merupakan tujuan pencari kerja, sebab cukup banyak industri baru yang dibangun di sekitar pendirian pabrik, sehingga dapat menunjang dalam pemenuhan kebutuhan akan tenaga kerja terhadap pabrik yang akan didirikan.

#### □ Utilitas

Sarana utilitas telah memadai karena kawasan tersebut memang dibangun untuk kawasan yang infrastrukturnya telah disesuaikan dengan kebutuhan untuk industri. Di daerah Gresik, air dapat diperoleh dengan mudah. Begitu juga sarana listrik yang merupakan bagian terpenting dalam sentra industri.

#### □ Lahan

Faktor lahan berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik lebih lanjut. Kawasan industri yang merupakan lahan untuk pendirian atau pengembangan pabrik akan memudahkan pengembangan pabrik di masa yang akan datang.

#### □ Kemungkinan Perluasan Pabrik

Apabila permintaan terus bertambah, maka dapat dilakukan perluasan pabrik untuk meningkatkan kapasitas produksi. Kemungkinan perluasan pabrik ini dapat dilakukan oleh dinas tata kota. Gresik merupakan kawasan industri yang luas sehingga masih memungkinkan untuk memperluas area pabrik yang diinginkan.

## 2. *Faktor Sekunder*

#### □ Kondisi Tanah dan Daerah

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar dengan kondisi iklim yang stabil sepanjang tahun sangat menguntungkan. Disamping itu, Gresik merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan

dan penanggulangan ,engenai dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik.

□ **Iklm**

Kadaan iklim di Indonesia khususnya Gresik secara umum cukup mendukung dan daerah yang tidak mudah dilanda topan dan banjir. Sehingga akan menunjang kemajuan daari pabrik yang akan dibangun.

□ **Kebijakan Pemerintah**

Pendirian suatu pabrik perlu mempertimbangkan faktor kepentingan pemerintah yang terkait didalamnya seperti kebijakan pengembangan industri daan hubungan dengan pemerataan kesempatan kerja serta hasil – hasil pembangunan.

□ **Sarana Penunjang lain**

Gresik sebagai kawasan industri telah memiliki fasilitas terpadu seperti perumahan, sarana olah raga, sarana kesehatan, sarana hiburan, dan lainnya. Walaupun perusahaan nantinya harus mengembangkan fasilitas – fasilitas untuk karyawannya sendiri tetapi untuk mengurangi pembiayaan awal pendirian pabrik maka dapat mempergunakan fasilitas terpadu tersebut.

### **1.3 Sifat Fisis dan Kimia**

#### **1.3.1 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku**

##### **2. Ammonium Sulfat**

###### **a. Sifat Fisis**

➤ Rumus Kimia :  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

➤ BM : 132,14

➤ Titik Leleh : 280<sup>0</sup>C

➤ Titik didih : 330<sup>0</sup>C

b. Sifat Kimia

➤ Berwarna abu-abu kecoklatan sampai putih

➤ Berbentuk kristal

➤ Tidak mudah terbakar

➤ Tidak larut dalam alkohol dan acetone

3. Sodium Klorida

a. Sifat Fisis

➤ Rumus : NaCl

➤ BM : 58,44

➤ Titik leleh : 801<sup>0</sup>C

➤ Titik didih : 1413<sup>0</sup>C

b. Sifat Kimia

➤ Fase padat (kristal atau bubuk putih)

➤ Bentuk kristal/kubik

➤ Menyerap air

➤ Larut dalam air dan gliserol

➤ Tidak larut dalam alkohol

➤ Tidak mudah terbakar

**1.3.2 Sifat Fisis dan Kimia Produk**

**Ammonium Chloride**

a. Sifat Fisika



- Rumus Kimia :  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- BM : 53,49
- Titik Didih :  $520^{\circ}\text{C}$
- Titik Sublimasi :  $338^{\circ}\text{C}$

b. Sifat Kimia

- Berwarna putih
- Berbentuk kristal
- Rasa asin
- Tidak larut dalam acetone dan pyridine
- Larut dalam air, gliserol, dan  $\text{NH}_3$  cair

#### 1.4 Kegunaan Produk

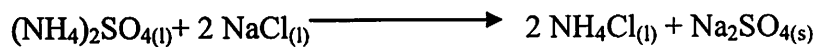
Ammonium Chloride mempunyai kegunaan yang amat luas di dalam industri kimia, baik sebagai bahan baku dan sebagai bahan pembantu. Sebagai bahan baku terutama digunakan pada pembuatan sel baterai kering. Sedangkan kegunaan lain adalah sebagai bahan baku dalam industri pupuk dan bahan penunjang dalam industri farmasi, pembuatan berbagai macam senyawa ammonia, elektroplating, bahan pencuci, serta bahan untuk memperlambat melelehnya salju.

#### 1.5 Tinjauan Proses Secara Umum

Ammonium Chloride atau yang lebih dikenal sebagai sel ammonia telah ditemukan sejak awal abad pertengahan. Proses yang terjadi pada pembuatan ammonium chloride adalah proses ammonium sulfat – sodium chloride. Pada proses ini dilakukan dengan cara mereaksikan larutan ammonium sulfat dan sodium chloride dalam reaktor berpengaduk yang dijaga pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ .

Konversi reaksi dalam reaktor 95 %, reaksi yang terjadi merupakan reaksi cair-cair, sehingga perpindahan massa terjadi pada lapisan yang sangat tipis.

Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



### 1.6 Perkiraan Kapasitas Pabrik Baru

Untuk mendirikan Pabrik ammonium klorida pada tahun 2014 diperlukan data lengkap tentang nilai import ammonium klorida. Dari tabel 1.1 dapat diproyeksikan untuk mendapatkan data-data yang diperlukan pada tahun 2013

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

Dimana : F = Perkiraan import pada tahun 2002

P = Data besarnya import pada tahun 1998

i = Jumlah kenaikan rata-rata import tiap tahun dalam %

n = Selisih tahun (2002 – 1998) = 4

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

$$8.432 \text{ ton} = 5.720 \text{ ton} (1 + i)^4$$

$$1,47 = (1 + i)^4$$

$$\ln 1,47 = 4 \ln (1 + i)$$

$$0,388 = 4 \ln (1 + i)$$

$$0,097 = \ln (1 + i)$$

$$1,1 = (1 + i)$$

$$i = 0,1$$

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

Dimana : n = selisih tahun (2014 – 2002) = 12

$$F = 8.432 \text{ ton} (1 + 0,1)^{12}$$

= 26.463,22 ton/ tahun.

Atas pertimbangan prediksi kebutuhan tahun 2014 kesediaan bahan baku dan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi, maka dalam pra rancangan ini dengan kapasitas 30.000 ton/tahun untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagian di ekspor.



## BAB II

### SELEKSI PROSES DAN URAIAN PROSES

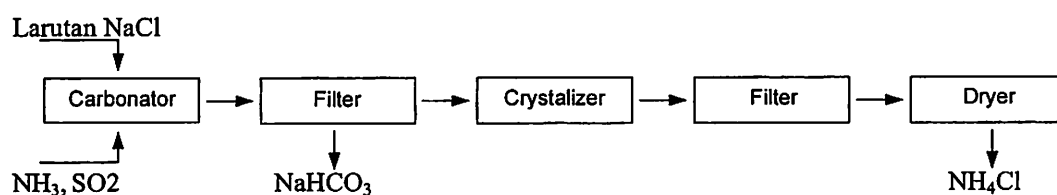
Ammonium Klorida dapat diproduksi dengan beberapa macam proses, sehingga diperlukan seleksi untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Untuk menghasilkan produk lebih disukai metathesis atau *double decomposition*.

#### 2.1 Macam – macam Proses

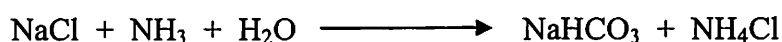
Proses pembuatan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dikenal dengan 4 macam cara, yaitu :

1. Proses Soda – Amonia.
2. Proses Ammonium Sulfat – Natrium Klorida.
3. Proses Ammonium Sulfit – Natrium Klorida.
4. Proses  $\text{NH}_3$  – HCL (Netralisasi)

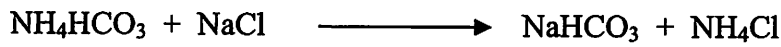
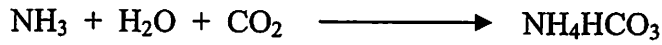
##### 2.1.1 Proses Soda – Amonia



Ammonium klorida diperoleh sebagai hasil samping dari proses Soda – Amonia atau proses Solvay yang bertujuan untuk menghasilkan sodium karbonat. Proses ini adalah mereaksikan amonia, karbondioksida dan sodium klorida.



Reaksi diatas dapat ditulis dengan alternatif

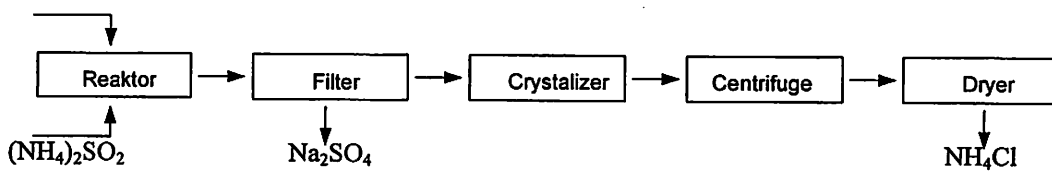


Kedua campuran antara sodium bikarbonat dan natrium klorida dipisahkan secara filtrasi. Ammonium klorida direcycle dari filtrat dengan kristalisasi yang diikuti pencucian dan pengeringan, diperoleh  $\text{NaHCO}_3$  sebagai *cake* dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sehingga filtrat diambil dengan jalan kristalisasi kemudian dicuci dan dikeringkan.

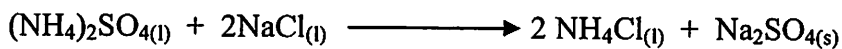
( Kirk Othmer, Vol 2)

### 2.1.2 Proses Ammonium Sulfat – Natrium Klorida

Larutan NaCl



Ammonium sulfat sangat luas penggunaannya dan banyak digunakan dalam bentuk ammonium klorida secara *double decomposition* dengan natrium klorida. Reaksi yang terjadi :

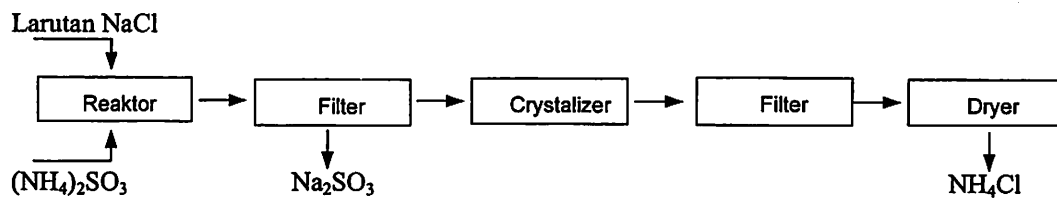


Ammonium klorida dihasilkan dengan mereaksikan larutan ammonium sulfat dengan larutan natrium klorida di dalam reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk yang dijaga pada suhu  $100^\circ\text{C}$ . Dalam proses ini digunakan  $\text{NaCl}$  5 % berlebih dan Konversi reaksi dalam reaktor 95 %. Campuran dipanaskan dengan suhu tinggi dan diaduk cepat untuk menghindari terjadinya endapan dari  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  karena kelarutannya rendah. Setelah pengadukan selesai, hasil reaksi yang berupa

pasta tetap dijaga panasnya. Kemudian  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang berupa *cake* dicuci untuk menghilangkan kadar  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , lalu Kristal Ammonium Chloride yang terjadi dipisahkan dari larutan induknya dalam *centrifuge* yang diteruskan dengan proses pengeringan.

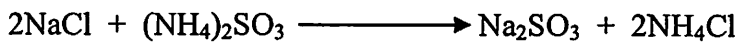
( Kirk Othmer, Vol 2)

### 2.1.3 Proses Ammonium Sulfit – Natrium Klorida



Sebuah Plant Canadian yang besar menghasilkan ammonium klorida dengan mereaksikan ammonium sulfite dan sodium klorida.

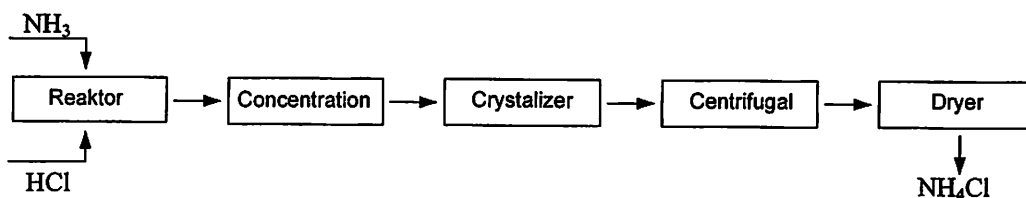
Reaksi yang terjadi :



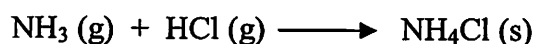
Proses ini mempunyai keuntungan dimana dibutuhkan bahan baku dengan kemurnian tinggi dan seragam, contohnya kristal  $\text{NaCl}$  dari air laut, anhydrous ammonia, dan sulfur dioxide dari plant asam sulfat terdekat. Prosedur penambahan ammonia dan sulfur dioxide secara terus menerus dalam larutan garam, dimana sulfur dioxide yang digunakan sedikit berlebih sekitar 1,4 – 2,5 %. Pada saat akhir reaksi, laju penambahan sulfur dioxide dikurangi sampai kadar bisulfit akhirnya 1,2 %. Keseimbangan reaksi terjadi pada suhu 60 °C dimana terbentuk endapan sodium sulfite. Sodium sulfite difilter, kemudian dicuci dengan air dan dikeringkan.

( Kirk Othmer, Vol 2)

### 2.1.4 Proses NH<sub>3</sub> – HCl (Netralisasi)



Proses ini juga disebut *direct neutralization*, metode untuk menghasilkan ammonium klorida diperoleh dari netralisasi asam hidroklorida dengan amonia. Reaksi kimia yang terjadi untuk langsung menghasilkan ammonium klorida sebagai berikut :



Asam klorida dimasukkan ke dalam reaktor dengan berlebih, sedangkan gas amonia dihembuskan ke dalam reaktor melalui heater, lalu masuk ke dalam kristaliser. NH<sub>4</sub>Cl yang terbentuk di centrifuge untuk dipisahkan dari *mother liquor* sedangkan kristal NH<sub>4</sub>Cl dikeringkan. Reaksi yang terjadi sangat eksotermis, dan panas reaksi digunakan untuk menghilangkan sebagian besar air. Peralatan yang digunakan nonmetalik atau baja yang sesuai untuk kondisi korosif.

( Kirk Othmer, Vol 2)

## 2.2 Seleksi Proses Pembuatan Ammonium Klorida

Sebelum menentukan seleksi proses yang tepat perlu adanya studi perbandingan dari alternatif proses yang ada, baik dari aspek teknis maupun aspek ekonomis sehingga didapatkan suatu proses produksi Ammonium Klorida yang efektif dan efisien.

Tabel 2.1 Perbandingan proses produksi Ammonium Klorida.

Deskripsi	Macam Proses			
	Soda - Amonia	Amonium Sulfat – Natrium Klorida	Amonium Sulfit – Natrium Klorida	Amonia – Asam Klorida
Bahan Baku	Amonia, CO <sub>2</sub> , NaCl	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NaCl	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , NaCl	Amonia, HCl
Suhu Operasi	-	100°C	100°C	-
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm	1 atm
Kemurnian (%)	-	95%	99%	-
Investasi	Tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi
Kemurnian Produk	-	Sedang	Tinggi	-

Dari perbandingan diatas proses yang akan dipilih dalam pembuatan ammonium klorida ini adalah proses ammonium sulfat dan natrium klorida.

Dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Bahan baku cukup tersedia dan mudah didapat.
2. Proses ammonium sulfat dan natrium klorida lebih sederhana dibandingkan proses lainnya terutama pada proses pemurnian.
3. Diperoleh produk yang mendekati murni.

### 2.3 Uraian Proses Terpilih

Uraian proses pembuatan ammonium klorida dari ammonium sulfat dan natrium klorida terdiri atas empat tahapan :

1. Persiapan bahan baku.
2. Reaksi pembentukan produk.
3. Proses pemurnian Ammonium Klorida.
4. Tahap penyimpanan produk

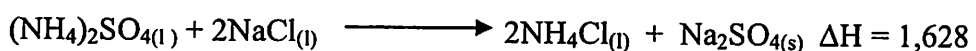


### 2.3.1 Persiapan Bahan Baku

Tahap ini dimaksudkan untuk mengangkut bahan baku ammonium sulfat dari gudang penyimpanan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (F-111A) pada kondisi tekanan 1 atm dengan temperatur  $30^\circ\text{C}$ , selanjutnya dilewatkan dalam *belt conveyor* (J-112A). Kemudian diangkut oleh bucket elevator (J-113A) untuk dimasukkan ke hopper dan ditambah air untuk dimasukkan bersama-sama menjadi larutan jenuh ammonium sulfat dalam mixer pada kondisi tekanan 1 atm dengan temperatur  $30^\circ\text{C}$  (M-116A). Bahan baku NaCl dari gudang (F-111B) pada kondisi tekanan 1 atm dengan temperatur  $30^\circ\text{C}$  dilewatkan dalam belt conveyor (J-112B) kemudian diangkut dengan bucket elevator (J-113B) untuk dimasukkan ke hopper selanjutnya ditambah air untuk dimasukkan kedalam mixer (M-116B) pada kondisi tekanan 1 atm dengan temperatur  $30^\circ\text{C}$  sehingga dicapai larutan jenuh NaCl.

### 2.3.2. Tahap Reaksi

Dalam Reaktor (R-110) yang dilengkapi dengan coil pemanas. Kondisi operasi reaktor pada temperatur  $100^\circ\text{C}$  untuk menaikkan temperature digunakan heater serta, tekanan di dalam reaktor 1 atm dan konversi 95%. Reaktor ini digunakan untuk mereaksikan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dan NaCl sehingga membentuk produk ammonium chloride. Reaksi yang terjadi dalam Reaktor (R-110) adalah sebagai berikut :



### 2.3.3. Tahap Pemurnian Produk

Untuk memekatkan ammonium klorida digunakan evaporator (V-140) ( $P = 0,1 \text{ atm}$  dan  $T = 100^{\circ}\text{C}$ ), pada proses ini menggunakan double effect dengan suhu keluar  $62,9^{\circ}\text{C}$ . Larutan jenuh dari evaporator dialirkan ke kristalizer (X-150) untuk membentuk kristal ammonium Chloride pada kondisi operasi  $P = 1 \text{ atm}$  dan  $T = 50^{\circ}\text{C}$ , Kemudian kristal dan mother liquor dari kristalizer dialirkan ke centrifuge (H-164) ( $P = 1 \text{ atm}$  dan  $T = 50^{\circ}\text{C}$ ) melalui *screw conveyor* (J-165), didalam centrifuge kristal dan mother liquor akan dipisahkan. Kristal ammonium chloride melalui *screw conveyor* (J-165), dikeringkan kedalam rotary dryer (B-160) ( $P = 1 \text{ atm}$  dan  $T = 100^{\circ}\text{C}$ ), untuk menaikkan suhu  $T = 100 \text{ C}$  digunakan heater sebelum rotary dryer maka dapat mengurangi kadar airnya sehingga sesuai dengan spesifikasi produk yang diharapkan.

### 2.3.4. Tahap Penyimpanan Produk

Kristal ammonium chloride dari rotary dryer (B-160) dilewatkan kedalam *screw conveyor* (J-165) untuk ditampung sementara dalam Bin Penampung selanjutnya dilakukan pengepakan (P-167) menggunakan kantung plastik 50 kg kemudian dibawa menuju gudang penyimpanan (F-168).



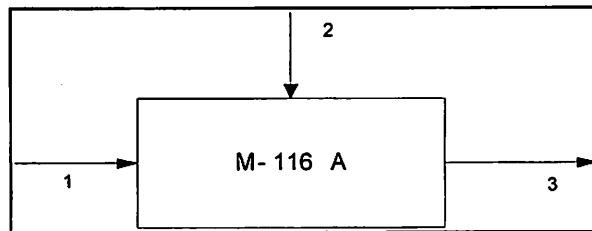
## BAB III NERACA MASSA

Kapasitas produksi = 30000 ton/tahun  
 = 90,909 ton/hari  
 = 3787,879 kg/jam

(330 hari, 24 jam operasi)

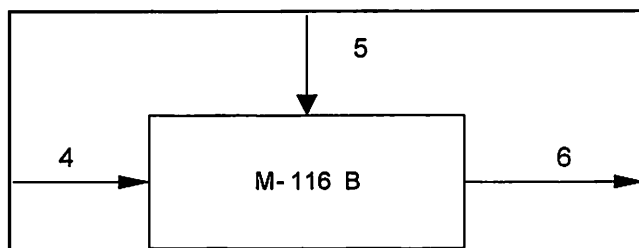
Basis = 3797,373 kg/jam bahan baku

### 1. Neraca Massa pada Tangki Pelarutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (M-116A)



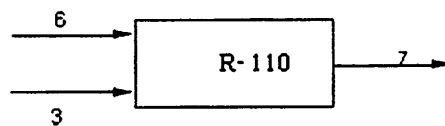
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4684,612		4684,612
$\text{H}_2\text{SO}_4$	16,632		16,632
$\text{H}_2\text{O}$	842,676	6005,913	6848,588
	5543,919	6005,913	
total	11549,832		11549,832

### 2. Neraca Massa pada Tangki Pelarutan NaCl (M-116B)



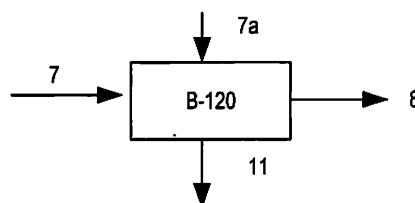
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
NaCl	4359,883		4359,883
CaSO <sub>4</sub>	7,552		7,552
H <sub>2</sub> O	667,072	12010,697	12677,769
total	5034,507	12010,697	17045,204
	17045,204		

### 3. Neraca Massa pada Reaktor (R-110)



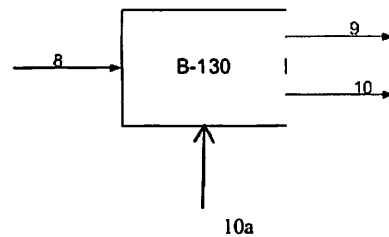
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	Arus 3	Arus 6	Arus 7
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4684,612		234,231
NaCl		4359,883	415,227
NH <sub>4</sub> Cl			3607,506
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			4787,531
H <sub>2</sub> O	6848,588	12677,769	19526,358
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,632		16,632
CaSO <sub>4</sub>		7,552	7,552
total	11549,832	17045,204	28595,036
	28595,036		

### 4. Neraca Massa pada Rotary Filter (B-120)



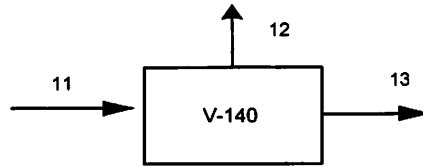
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Arus 7	Arus 7a	Arus 8	Arus 11
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	234,231		7,027	227,204
NaCl	415,227		5,190	410,037
NH <sub>4</sub> Cl	3607,506		9,019	3598,487
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4787,531		4428,466	359,065
H <sub>2</sub> O	19526,358	531,948	503,160	19555,145
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,632			16,632
CaSO <sub>4</sub>	7,552		7,552	
	28595,036	531,948	4960,414	24166,570
total	29126,984		29126,984	

### 5. Neraca Massa pada Rotary dryer (B-130)



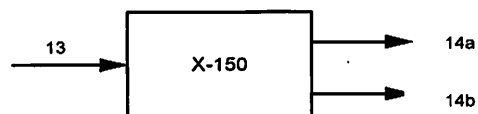
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Arus 8	Arus 10a	Arus 9	Arus 10
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,027			7,027
NaCl	5,190			5,190
NH <sub>4</sub> Cl	9,019			9,019
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4428,466			4428,466
H <sub>2</sub> O	503,160		500,730	2,430
CaSO <sub>4</sub>	7,552			7,552
udara panas		992,083	992,083	
total	4960,414	992,083	1492,813	4459,684
	5952,497		5952,497	

### 6. Neraca Massa pada Evaporator (V-140)



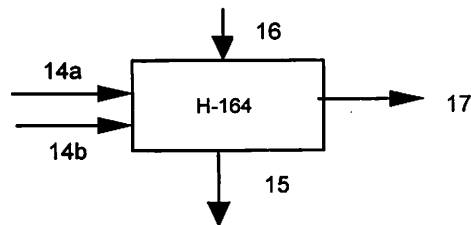
Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	227,204		227,204
NaCl	410,037		410,037
NH <sub>4</sub> Cl	3598,487		3598,487
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	359,065		359,065
H <sub>2</sub> O	19555,145	16969,595	2585,550
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,632	8,316	8,316
		16977,911	7188,659
total	24166,570	24166,570	

### 7. Neraca Massa pada Kristaliser (X-150)



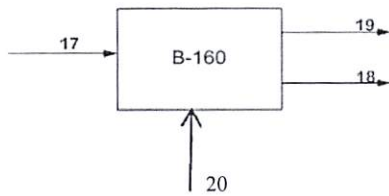
Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
	Arus 13	Arus 14a	Arus 14b
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	227,204		227,204
NaCl	410,037		410,037
NH <sub>4</sub> Cl	3598,487		
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	359,065		359,065
H <sub>2</sub> O	2585,550		2585,550
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8,316		8,316
NH <sub>4</sub> Cl kristal		3598,487	
		3598,487	3590,171
total	7188,659	7188,659	

### 8. Neraca Massa pada Centrifuge (H-164)



Komponen	Masuk (kg)			Keluar (kg)	
	Arus 14a	Arus 14b	Arus 16	Arus 15	Arus 17
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		227,204		225,227	1,977
NaCl		410,037		406,674	3,362
NH <sub>4</sub> Cl	3598,487				3598,487
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		359,065		354,648	4,416
H <sub>2</sub> O		2585,550	359,849	2563,638	381,761
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		8,316			8,316
	3598,487	3590,171	359,849	3550,188	3998,319
total	7548,507			7548,507	

### 9. Neraca Massa pada Rotary Dryer (B-160)



Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Arus 17		Arus 18	Arus 19
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,977			1,977
NaCl	3,362			3,362
NH <sub>4</sub> Cl	3598,487			3598,487
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4,416			4,416
H <sub>2</sub> O	381,761		381,749	0,012
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8,316			8,316
udara panas		799.664	799.664	
	3998,319	799.664	1181.413	3616,570
total	4797.983		4797.983	





## BAB IV NERACA PANAS

### Pabrik Ammonium Klorida

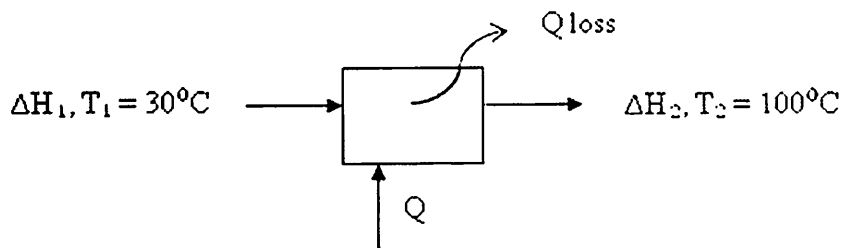
Kapasitas produksi = 30000 ton/tahun

Waktu operasi = 330 hari/tahun

Basis waktu = 1 jam

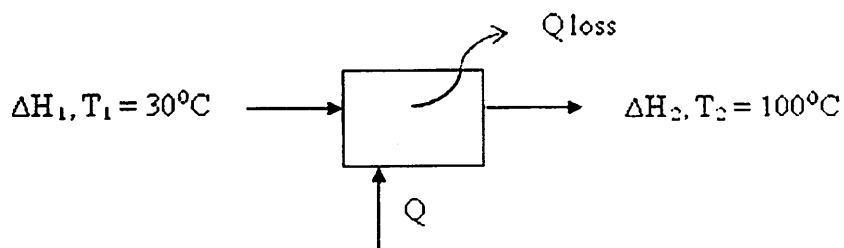
Basis suhu = 25°C

#### 1. Heater (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



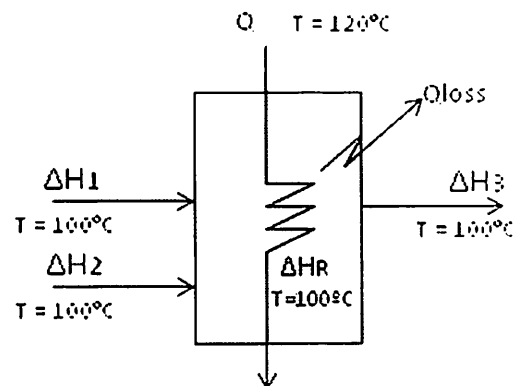
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
ΔH <sub>1</sub>	11147,4548	ΔH <sub>2</sub>	167099,9499
Q	164747,2293	Q loss	8794,7342
<b>Total</b>	<b>175894,6841</b>	<b>Total</b>	<b>175894,6841</b>

#### 2. Heater NaCl



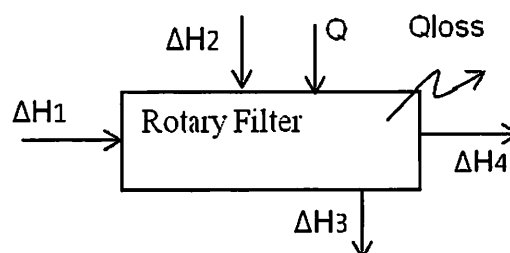
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	8020,141	$\Delta H_2$	121125,633
Q	119480,525	Q loss	6375,033
<b>Total</b>	<b>127500,667</b>	<b>Total</b>	<b>127500,667</b>

### 3. Reaktor



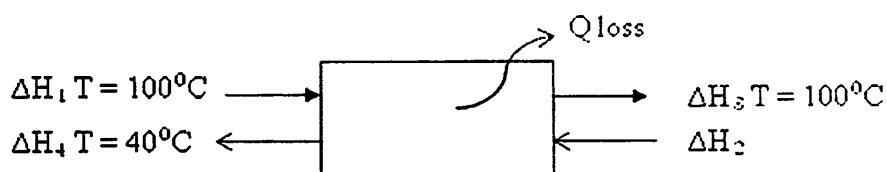
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	167099,950	$\Delta H_3$	290993,417
$\Delta H_2$	121125,633	Q loss	35558,108
Q	422936,584	$\Delta H_R$	384610,642
<b>Total</b>	<b>711162,167</b>	<b>Total</b>	<b>711162,167</b>

### 4. Rotary Filter



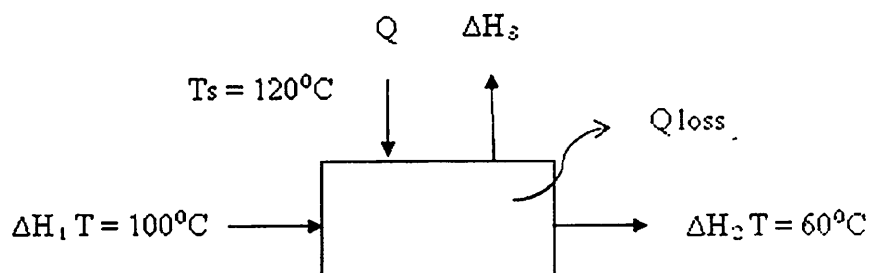
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	290993,417	$\Delta H_3$	79495,779
$\Delta H_2$	2785,726	Q loss	14688,957
Q	14119,681	$\Delta H_4$	213714,087
<b>Total</b>	<b>307898,824</b>	<b>Total</b>	<b>307898,824</b>

### 5. Rotary Dryer



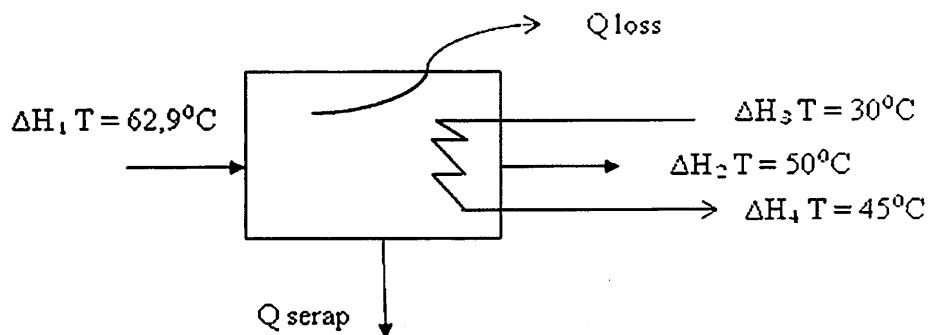
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	79495,779	$\Delta H_3$	77409,404
$\Delta H_2$	3974,789	$\Delta H_4$	2086,376
		Q loss	3974,789
<b>Total</b>	<b>83470,568</b>	<b>Total</b>	<b>83470,568</b>

### 6. Evaporator



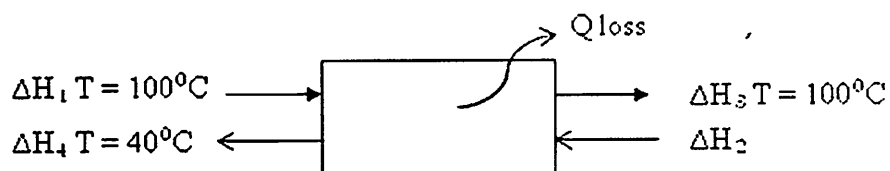
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	208381,105	$\Delta H_2$	70299,712
Q	96851,654	$\Delta H_3$	219671,408
		Q loss	15261,638
<b>Total</b>	<b>305232,758</b>	<b>Total</b>	<b>305232,758</b>

## 7. Kristaliser



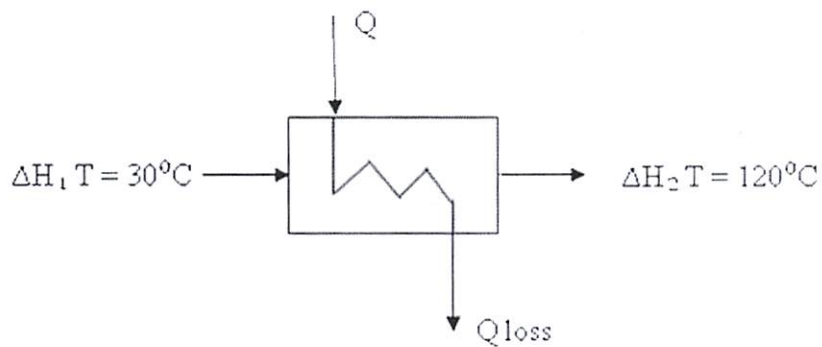
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	70299,712	$\Delta H_2$	45914,782
		Q serap	20869,945
		Q loss	3514,986
<b>Total</b>	<b>70299,712</b>	<b>Total</b>	<b>70299,712</b>

## 8. Rotary Dryer



Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	45914,782	$\Delta H_3$	112516,942
$\Delta H_2$	70488,521	$\Delta H_4$	1590,621
		Q loss	2295,739
<b>Total</b>	<b>116403,302</b>	<b>Total</b>	<b>116403,302</b>

## 9. Heater Udara



Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	863,2371	$\Delta H_2$	17009,2495
Q	17041,2360	Q loss	895,2237
<b>Total</b>	<b>17904,4732</b>	<b>Total</b>	<b>17904,4732</b>



## BAB V SPESIFIKASI ALAT

### 1. STORAGE $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Fungsi	:	Untuk menyimpan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Jenis	:	Tangki vertikal dengan tutup atas dishead dan tutup bawah plat datar.
Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA - 240 grade M type 316 (f = 18750 psi)
Bahan Konstruksi	:	Beton bertulang
Tinggi Storage	:	10 m
Lebar Storage	:	12,701 m
Panjang Storage	:	25,402 m
Jumlah	:	1 m

### 2. BELT CONVEYOR

Fungsi	:	Untuk mengangkut ammonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dari gudang ke Bin
Type	:	Flat Belt on continous plate
Bahan	:	Carbon steel
Kapasitas	=	5543,919 kg/jam = 12222,125 lb/jam
Recidence time	=	10 detik
Panjang belt	=	10 m
Kecepatan	=	1 m/detik
Power pompa	=	8,333 HP
Jumlah	=	1 buah

### 3. TANGKI PENGECERAN $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Type	:	Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dishead
Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 grade M type 316
Pengelasan	:	Double welded butt joint
Volume bahan	:	90,554 ft <sup>3</sup> /jam
Jenis pengaduk	:	impeller
di	:	13,252 in

do	:	13,627	in
ts	:	3/16	in
Ls	:	19,878	in
tha	:	5/16	in

#### 4. BIN PENAMPUNG

Fungsi : Menampung ammonium sulfat sebelum masuk ke Tangki Pelarut.

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 60°.

Bahan	=	Carbon steel SA 240 grade M type 316
Pengelasan	=	Double welded but joint
Dimensi vessel	=	do = 60,000 in thb = 2/16 in
		di = 59,750 in hb = 51,776 in
		ts = 2/16 in tinggi tanki = 68,814 in
Jumlah	=	1 buah

#### 5. STORAGE (NaCl)

Fungsi	:	Untuk menyimpan NaCl
Jenis	:	Tangki vertikal dengan tutup atas dishead dan tutup bawah plat datar.
Bahan Konstruksi	:	Beton bertulang
Tinggi Storage	:	10 m
Lebar Storage	:	17,509 m
Panjang Storage	:	35,018 m
Jumlah	:	1 m

#### 6. BELT CONVEYOR

Fungsi	:	Untuk mengangkut NaCl dari gudang ke Bin
Type	:	Flat Belt on continous plate
Bahan	:	Carbon steel
Kapasitas	=	5034,507 kg/jam = 11099,074 lb/jam
Recidence time	=	10 detik
Panjang belt	=	10 m

Kecepatan	=	1	m/detik
Power pompa	=	8,333	HP
Jumlah	=	1	buah

### 7. TANGKI PENGECERAN NaCl

Type	:	Silinder tegak dengan tutup atas dan bawah standart dishead	
Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 grade M type 316	
Pengelasan	:	Double welded butt joint	
Volume bahan	:	82,234	ft <sup>3</sup> /jam
Jenis pengaduk	:	impeller	
di	:	13,252	in
do	:	13,627	in
ts	:	3/16	in
Ls	:	19,878	in
tha	:	5/16	in

### 8. BIN PENAMPUNG

Fungsi : Menampung ammonium sulfat sebelum masuk ke Tangki Pelarut.

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut 60°.

Bahan	=	Stainless steel SA 240 grade M type 316						
Pengelasan	=	Double welded but joint						
Dimensi vessel	=	do	=	60,000	in thb	=	2/16	in
		di	=	59,750	in hb	=	51,776	in
		ts	=	2/16	in tinggi tanki	=	68,814	in
Jumlah	=	1 buah						

### 9. REAKTOR

Perancangan alat utama Yusron Fauzi (1014920 )



## 10. ROTARY FILTER

Fungsi	=	Sebagai pemisah antara padatan dan cairan
Tipe	=	Plate dan Frame
Volume	=	12,360 m <sup>3</sup>
Luas Frame	=	30,337 m <sup>2</sup>
Jumlah plate	=	1 buah
Tebal plate	=	11,277 m
Jumlah	=	1 buah

## 11. Evaporator

Nama alat	=	Double effect evaporator
Fungsi	=	Untuk memekatkan larutan ammonium klorida
Type	=	Short tube vertical (calendria), dengan tutup atas berbentuk standart dished dan tutup bawah berbentuk conical.

Bahan konstruksi	:	<i>High Alloy Steel SA-240 grade M type 316</i>
Tipe pengelasan	:	<i>Single welding butt joint without backing up strip</i>
Volume tangki (VT)	:	995,012 ft <sup>3</sup>
Diameter tangki (di)	:	101,816 in
Diameter luar (Do)	:	102,000 in
Tebal silinder (ts)	:	0,092 in
Tinggi silinder (Ls)	:	8,485 ft
Tebal tutup atas (tha)	:	0,113 in
Tinggi tutup atas (ha)	:	1,555 ft
Tebal tutup bawah (thb)	:	0,122 in
Tinggi tutup bawah (hb)	:	2,6557 ft
Tinggi tangki (H)	:	22,6105 ft

## 12. KRISTALISER

Fungsi	:	Membentuk kristal NH <sub>4</sub> Cl
Tipe	:	Swenson walker
Bahan konstruksi	:	Carbon steel SA 53 Grade B

Diameter : 2 ft = 24 in  
Panjang : 20 ft  
Putaran pengaduk : 15 rpm  
Jumlah : 1 buah

### **13. CENTRIFUGE**

Fungsi : Untuk memisahkan kristal dari pelarutnya  
Tipe : Recyprocoating puser, single stage with cylinder screen  
Bahan : Carbon steel SA 53 Grade A  
Diameter : 30 in  
Kecepatan putar : 1,5548 rpm  
Power : 7 HP  
Jumlah : 1 buah

### **ROTARY DRYER**

**Perancangan alat utama Roni Wicaksono (1014918)**

## BAB VI

### PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : **Reaktor**

Kode : R-110

Fungsi : Untuk mereaksikan Ammonium Sulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dengan Natrium Klorida (NaCl)

Jumlah : 1 buah

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dishead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak  $120^\circ$  dilengkapi pengaduk dan coil pemanas

Kondisi operasi :

Temperatur	=	$100^\circ\text{C}$
Tekanan	=	1 atm
Waktu operasi	=	1 jam
Fase	=	Liquid - Liquid
Densitas campuran	=	$73.210 \text{ lb/ft}^3$

Direncanakan :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316  
 $f = 18750$  (Brownell & Young, App. D-4 hal 342)

Jenis pengelasan : Double welded butt joint  
 $E = 0.8$  (Brownell & Young, tabel 13.2 hal 254)

Faktor korosi ( C ) : 1 / 16

Bahan masuk :  $28595.036 \text{ kg/jam} = 63040.616 \text{ lb/jam}$

#### 6.1. Rancangan dimensi reaktor

##### A. Menentukan volume reaktor

Bahan masuk :  $28595.036 \text{ kg/jam} = 63040.616 \text{ lb/jam}$

$\rho$  campuran :  $73.210 \text{ lb/ft}^3$

Rate volumetrik =  $\frac{\text{massa bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}} = \frac{63040.616 \text{ lb/jam}}{73.210 \text{ lb/ft}^3} = 861.096 \text{ ft}^3/\text{jam}$

Volume liquid =  $861.096 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} = 861.096 \text{ ft}^3$

Diasumsikan volume ruang kosong = 20% volume liquid serta volume coil dan pengaduk = 10% volume liquid

$$\begin{aligned}\text{Volume ruang kosong} &= 0.200 \times 861.096 \text{ ft}^3 \\ &= 172.219 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume coil dan pengaduk} &= 0.100 \times 861.096 \text{ ft}^3 \\ &= 86.110 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jadi volume total} &= V \text{ liquid} + V \text{ ruang kosong} + V \text{ (coil dan pengaduk)} \\ &= 861.096 \text{ ft}^3 + 172.219 \text{ ft}^3 + 86.110 \text{ ft}^3 \\ &= 1119.425 \text{ ft}^3\end{aligned}$$

## B. Menentukan dimensi vessel

### 1. Menghitung diameter vessel

Diasumsikan :  $L_s = 1.500 \text{ di}$

Volume total = V tutup bawah + V silinder + V tutup atas

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg} 1/2\alpha} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot L_s + 0.085 \text{ di}^3$$

$$1119.425 = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot L_s + 0.085 \text{ di}^3$$

$$1119.425 = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}(60)} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot (1.5di) + 0.085 \text{ di}^3$$

$$di^3 = 836.828 \text{ ft}^3$$

$$di = 9.214 \text{ ft} = 110.574 \text{ in}$$

### 2. Menghitung tinggi liquid dalam shell

$V_L = V \text{ liquid dalam silinder} + V \text{ tutup bawah}$

$$861.096 \text{ ft}^3 = \frac{\pi}{4} di^2 L_{ls} + \frac{\pi \cdot di^3}{24 \text{ tg} 1/2\alpha}$$

$$861.096 \text{ ft}^3 = \left[ \frac{\pi}{4} (4.229)^2 \times L_{ls} \right] + \frac{\pi (4.229)^3}{24 \text{ Tg } 60}$$

$$L_{ls} = 60.939 \text{ ft} = 731.274 \text{ in}$$

### 3. Menentukan P design (Pi)

$$\begin{aligned} \text{Tekanan hidrostatik (Ph)} &= \frac{\rho \times (H-1)}{144} \\ &= \frac{73.210 \times (60.939 - 1)}{144} = 30.473 \text{ Psi} \end{aligned}$$

$$P \text{ operasi} = 1 \text{ atm} = 14.700 \text{ Psi}$$

$$P \text{ design} = 30.473 \text{ Psig}$$

### 4. Menentukan tebal silinder (ts)

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0.6 P_i)} + C \\ &= \frac{30.473 \times 110.574}{2(18750 \times 0.800) - (0.6 \times 30.473)} + \frac{1}{16} \\ &= 0.112 + \frac{1}{16} \approx \frac{3}{16} \end{aligned}$$

#### Standarisasi do

$$d_o = d_i + 2 t_s$$

$$d_o = 110.574 \text{ in} + 2 \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$d_o = 110.949 \text{ in} = 9.246 \text{ ft}$$

Standarisasi do = 114 in (Brownell & Young, tabel 5.7 hal 90)

$$d_i = d_o - 2 t_s$$

$$d_i = 114 \text{ in} - 2 \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$d_i = 113.625 \text{ in} = 9.469 \text{ ft}$$

Cek hubungan antara Ls dan di :

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \cdot d_i^3}{24 \cdot \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \cdot L_s + 0.085 d_i^3$$

$$1119.425 = \frac{\pi (9.469)^3}{24 \cdot 1.732} + \frac{\pi (9.469)^2}{4} L_s + 0.085 (9.469)^3$$

$$L_s = 13.972 \text{ ft} = 167.669 \text{ in}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{13.972}{9.469} = 1.520 > 1.500 \text{ (memenuhi)}$$

$$d_i = 9.469$$

### C. Menentukan dimensi tutup

#### 1. Menentukan tebal tutup atas berbentuk standart dished

$$r = d_i = 113.625 \text{ in}$$

$$i_{cr} = 0.060 d_i = 6.818 \text{ in}$$

$$sf = 2 \text{ (Brownell \& Young, tabel 5.6 hal 88)}$$

Dari Brownell & Young, persamaan 13.12 hal 2 :

$$t_{ha} = \frac{0.885 \times P_i \times d_i}{f E - 0.1 P_i} + C$$

$$t_{ha} = \frac{0.885 \times 30.473 \times 113.6}{18750 \times 1 - 0.1 \times 30.473} + \frac{1}{16}$$

$$t_{ha} = 0.204 + \frac{1}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Tinggi tutup atas (h :

$$a = d_i/2 = 113.625 / 2 \text{ in} = 56.813 \text{ in}$$

$$AB = a - i_{cr} = 56.813 - 6.818 \text{ in} = 49.995 \text{ in}$$

$$BC = r - i_{cr} = 113.6 - 6.818 \text{ in} = 106.808 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(106.808)^2 - (49.995)^2} \\ = 89.400 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 113.625 - 89.400 \text{ in} = 24.225 \text{ in}$$

$$h_a = t_{ha} + b + sf = \frac{3}{16} + 24.225 + 2 \text{ in} = 26.413 \text{ in}$$

#### 2. Menentukan tebal tutup bawah

Tebal tutup bawah (thb) berbentuk conical dengan  $\alpha = 1$  :

$$t_{hb} = \frac{P_i \cdot d_e}{2(fE - 0.6P_i)\cos 60} + C \quad \text{dimana } d_e = d_i$$

$$thb = \frac{30.473 \times 113.625}{2 \left( 18750 \times 0.8 - 0.600 \times 30.473 \right) \times 0.500} + \frac{1}{16}$$

$$thb = 0.231 + \frac{1}{16} \approx \frac{3}{16} \text{ in}$$

Dari Brownell & Young, tabel 5.6 hal 88 untuk  $t_s = 3/16$  in maka  $s_f = 1.5-2$ . diambil harga  $s_f = 2$  in

Tinggi tutup bawah ( $hb$ ):

$$b = \frac{1 / 2 \text{ di}}{\text{tg } 1/2 \alpha}$$

$$b = \frac{0.500 \times 113.6}{1.732} = 32.802 \text{ in}$$

$$hb = b + s_f = 32.802 + 2 \text{ in} = 34.802 \text{ in}$$

Dari perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai beri :

$$do = 114 \text{ in} \quad tha = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$di = 113.625 \text{ in}$$

$$L_s = 170.438 \text{ in} \quad ha = 26.413 \text{ in}$$

$$t_s = \frac{3}{16} \text{ in} \quad thb = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$hb = 34.802 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor} &= hb + L_s + ha \\ &= 34.802 + 170.4 + 26.413 \text{ in} \\ &= 231.652 \text{ in} = 19.304 \text{ ft} \end{aligned}$$

## 6.2. Perhitungan pengaduk

Perencanaan pengaduk :

Jenis pengaduk : Axial turbin 4 blades sudut  $45^\circ$  (G.G. Brown hal 507)

Bahan impeller : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

Bahan poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020

Dari G.G. Brown hal 507 diperoleh data-data sebagai beriku :

$$Dt/Di : 2.4 - 3$$

$$Zi/Di : 0.75 - 1.3$$

$$Zl/Di : 2.7 - 3.9$$

$$W/Di : 0.17$$

Dimana :

Dt = Diameter dalam dari silinder

Di = Diameter impeller

a. Menentukan diameter impeller

$$Dt/Di = 3$$

$$Di = Dt/3.0$$

$$Di = 113.625 \text{ in} / 3 = 37.875 \text{ in} = 3.156 \text{ ft}$$

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$Zi/Di = 0.9$$

$$Zi = 0.9Di$$

$$Zi = 0.9 \times 37.875 \text{ in} = 34.088 \text{ in}$$

c. Menentukan panjang impeller

$$L/Di = 1/4 \quad (\text{Geankoplis, tabel 3.4-1 hal 144})$$

$$L = 1/4 Di$$

$$L = 0.250 \times 37.875 \text{ in} = 9.469 \text{ in}$$

d. Menentukan lebar impeller

$$W/Di = 0.170$$

$$W = 0.17Di$$

$$W = 0.170 \times 37.875 \text{ in} = 6.439 \text{ in}$$

e. Menentukan tebal blades

$$J/Dt = 1/12$$

$$J = 1/12 Dt$$

$$J = 113.625 \text{ in} / 12 = 9.469 \text{ in}$$

f. Menentukan jumlah pengaduk

$$n = \frac{H \text{ liquida}}{2 \times Di^2}$$

$$= \frac{60.939 \text{ ft}}{2 \times (3.156 \text{ ft})^2} = 3.059 \approx 3 \text{ buah}$$



**Perhitungan daya pengaduk**

$$P = \frac{\Phi \times \rho \times n^3 \times D_i^5}{g_c}$$

Dimana:

P = daya pengaduk

 $\Phi$  = power number $\rho$  = densitas bahan = 73.210 lb/ft<sup>3</sup>

Di = diameter impeller = 37.875 in = 3.156 ft

g<sub>c</sub> = 32.200 lb.ft/dt<sup>2</sup>.lbf

n = putaran pengaduk, ditetapkan n = 100 rpm = 1.667 rps

Menghitung bilangan Reynold ( N<sub>Re</sub> )

$$N_{Re} = \frac{D^2 n \rho}{\mu} \quad (\text{Geankoplis, pers. 3.4-1 hal 144})$$

dengan  $\mu$  bahan = 1.377 cp = 1.377 x 6.720 10<sup>-4</sup> = 0.0009256 lb/ft.s

$$N_{Re} = \frac{(3.156 \text{ ft})^2 \cdot 1.667 \cdot 73.210 \text{ lb/ft}^3}{0.0009 \text{ lb/ft.s}}$$

$$N_{Re} = 1313258.617$$

Dari Mc Cabe II hal 47, diketahui aliran liquid adalah turbul ( N<sub>Re</sub> > 2100 )Dari pers. 9.23 & 9.24, diperoleh Mc Cabe hal 245  $\Phi = 6.300$ 

$$P = \frac{6.300 \cdot 73.210 \cdot (1.667)^3 \cdot (3.156)^5}{32.200}$$

$$P = 20770.961 \text{ lb.ft/dt}$$

$$= 20770.961 / 550$$

$$= 37.765 \text{ Hp} \approx 37.765 \text{ Hp}$$

Jika efisiensi motor adalah 0.900

(Timmerhouse, fig. 14-38)

$$P = 37.765 / 0.900 = 41.962 \text{ Hp}$$

## Perhitungan poros pengaduk

### 1. Diameter poros

$$T = \frac{\pi S D^3}{16} \quad (\text{Hesse, pers. 16-1 hal 465})$$

Dimana:

$$T = \text{Momen puntir (lb.in)} = \frac{63025 H}{N} \quad (\text{Hesse, hal 469})$$

$$H = \text{daya motor pada poros} = 41.962 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 150 \text{ rpm}$$

Sehingga :

$$T = \frac{63025 \cdot 41.962}{150} = 17630.839 \text{ lb.in}$$

Dari Hesse, tabel 16-1 hal 457 untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020, mengandung  $k_a = 0.200$

dengan batas =  $36000 \text{ lb/in}^2$

$S$  = maksimum design shering stress yang diijinkan

$$S = 0.200 \times 36000 \text{ lb/in}^2$$

$$= 7200 \text{ lb/in}^2$$

Maka didapatkan diameter poros pengaduk (D) :

$$D = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times S}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 17630.839 \text{ lb.in}}{3.14 \times 7200 \text{ lb/in}^2}} = 2.300 \text{ in}$$

### 2. Panjang poros

Rumus :

$$L = h + l - Z_i$$

Dimana:

$$L = \text{Panjang poros (ft)}$$

$$Z_i = \text{jarak impeller dari dasar tangki} = 34.088 \text{ in} = 2.841 \text{ ft}$$

$$l = \text{panjang poros diatas bejana tangki} = 9.469 \text{ in} = 0.789 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi silinder} + \text{tinggi tutup atas}$$

$$= 231.652 + 26.413 = 258.064 \text{ in} = 21.505 \text{ ft}$$

Jadi panjang poros pengadu :

$$L = 231.652 + 26.413 - 34.088 \text{ in} = 223.977 \text{ in} = 18.665 \text{ ft}$$

Kesimpulan dimensi pengaduk :

- Type : Axial turbin 4 blades sudut  $45^\circ$   
 Di : Diameter impeller = 37.875 in  
 Zi : Tinggi impeller dari dasar bejan = 34.088 in  
 W : lebar impeller = 6.439 in  
 L : panjang impelle = 9.469 in  
 J : tebal blades = 9.469 in  
 n : jumlah pengadu = 3 buah  
 Daya = 41.962 Hp  
 Diameter poros = 2.300 in  
 Panjang poros = 223.977 in

### 6.3. Perhitungan Nozzle

Perencanaan :

Nozzle pada tutup atas standard dishead

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed NaCl

Nozzle untuk silinder reaktor

Nozzle untuk pemasukan coil

Nozzle untuk pengeluaran coil

Nozzle pada tutup bawah conical

Nozzle untuk pengeluaran produk

Digunakan flange standard type welding neck pa :

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed NaCl

Nozzle untuk pemasukan coil

Nozzle untuk pengeluaran coil

Nozzle untuk pengeluaran produk

**Dasar perhitungan****a. Nozzle untuk pemasukan umpan/feed (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

$$\text{Rate umpan masuk} = 11549.832 \text{ kg/jam} = 25462.759 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas umpan} = 73.210 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungar :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}} \\ &= \frac{25462.759 \text{ lb/jam}}{73.210 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 347.806 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.097 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2 hal 498 maka didapatkan Di optimi :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3.900 \quad Q^{0.45} \quad \rho^{0.13} \\ &= 3.900 \quad 0.097^{0.45} \quad 73.210^{0.13} \\ &= 1.862 \text{ in} = 0.155 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal 892 maka dipilih pipa 1 1/4 in IPS Sch. 80 dengan uk :

$$\text{ID} = 1.25 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 1.66 \text{ in}$$

$$\text{A} = 0.00891 \text{ ft}^2$$

**b. Nozzle pemasukan umpan/feed NaCl**

$$\text{Rate umpan masuk} = 17045.204 \text{ kg/jam} = 37577.857 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas umpan} = 73.210 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungar :

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\rho \text{ umpan}} \\ &= \frac{37577.857 \text{ lb/jam}}{73.210 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 513.291 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.143 \text{ ft}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Dari Peter & Timmerhausse, fig. 14.2 hal 498 didapatkan Di optimi :

$$\text{Di opt} = 3.900 \quad Q^{0.45} \quad \rho^{0.13}$$

$$= 3.900 \cdot 0.143^{0.45} \cdot 73.21^{0.13}$$

$$= 2.262 \text{ in} = 0.189 \text{ ft}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal 892 maka dipilih pipa 1 1/4 in IPS Sch. 80 dengan uk :

$$\text{ID} = 1.25 \text{ in}$$

$$\text{OD} = 1.66 \text{ in}$$

$$A = 0.00891 \text{ ft}^2$$

c. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas

$$\text{Rate steam masuk} = 803.545 \text{ kg/jam} = 1771.495 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas steam} = 31.204 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungar :

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{1771.495 \text{ lb/jam}}{31.204 \text{ lb/ft}^3} = 56.771 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0.016 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Dari Peter & Timmerhausse fig. 14.2 hal 498, didapatkan Di optimu :

$$\text{Di opt} = 3.900 (Q)^{0.450} (\rho)^{0.130}$$

$$= 3.900 (0.016)^{0.450} (31.204)^{0.130}$$

$$= 0.943 \text{ in} = 0.079 \text{ ft}$$

Dari Geankoplis, App. A5 hal 892, maka dipilih pipa 1 in IPS Sch. 80 dengan ukurur :

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

$$\text{OD} = 1.315 \text{ in}$$

$$A = 0.00499 \text{ ft}^2$$

d. Nozzle pengeluaran produk

$$\text{Rate produk keluar} = 28595.036 \text{ kg/jam} = 63040.616 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas produk} = 73.210 \text{ lb/ft}^3$$

Perhitungar :

$$\text{Rate volumetrik (Q)} = \frac{\text{Rate produk keluar}}{\rho \text{ produk}}$$

$$= \frac{63040.616 \text{ lb/jam}}{73.210 \text{ lb/ft}^3}$$

$$= 861.096 \text{ ft}^3/\text{jam} = 0.239 \text{ ft}^3/\text{det}$$

Dari Peter & Timmerhause, fig. 14.2 hal 498 didapatkan Di optimu :

$$\begin{aligned} \text{Di opt} &= 3.9 \quad Q^{0.45} \quad \rho^{0.13} \\ &= 3.9 \quad 0.239^{0.45} \quad 73.21^{0.13} \\ &= 2.93 \text{ in} = 0.244 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari Geankoplis, App. A.5 hal 892 maka dipilih pipa 3 in IPS Sch. 80 dengan ukuran

$$\begin{aligned} \text{ID} &= 3 \text{ in} \\ \text{OD} &= 3.5 \text{ in} \\ \text{A} &= 0.04587 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

#### e. Nozzle untuk manhole

Lubang manhole dibuat berdasarkan standart yang ada y: : 20 in

( Brownell & Young fig. 3.15 hal 51 dengan data item 3, 4, 5 hal 351 )

Berdasarkan fig. 12.2 Brownell & Young hal 221, didapatkan dimensi pi :

Ukuran pipa nominal (NPS)	:	20	in
Diameter luar pipa	:	27.5	in
Ketebalan flange minimum (T)	:	1 11/16	in
Diameter bagian lubang menonjol ( R )	:	23	in
Diameter hubungan pada titik pengelasan (K:	:	20	in
Diameter hubungan pada alas (E)	:	22	in
Panjang julakan (L)	:	5 11/16	in
Diameter dalam flange (B)	:	19.25	in
Jumlah lubang baut	:	20	buah
Diameter baut	:	1 1/8	in

Dari Brownell & Young tabel 12.2 hal 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle,

Dipilih flange standart type welding neck dengan dimensi nozzle sebagai ber :

Nozzle A = Nozzle untuk pemasukan feed  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Nozzle B = Nozzle untuk pemasukan feed NaCl

- Nozzle C = Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas
- Nozzle D = Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle E = Nozzle untuk manhole
- NPS = Ukuran pipa nominal (in)
- A = Diameter luar flange (in)
- T = Ketebalan flange minimum (in)
- R = Diameter luar bagian yang menonjol (in)
- E = Diameter hubungan atas (in)
- K = Diameter hubungan pada titik pengelasan (in)
- L = Panjang julakan (in)
- B = Diameter dalam flange (in)

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	1.5	5	11/16	2.125	2 9/16	1.9	2 7/16	1.61
B	1.5	5	11/16	2.875	2 9/16	1.9	2 7/16	1.61
C	1/2	3.5	7/16	1.375	1 3/16	0.84	1 7/8	0.62
D	3.5	8.5	15/16	5.5	4 13/16	4	2 13/16	3.55
E	20	27.5	1 11/16	23	22	20	5 11/16	19.25

#### 6.4. Perhitungan coil pemanas

Dalam reaktor, reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermis dan beroperasi pada suhu 100°C.

Sehingga diperlukan steam sebagai media pemanas sehingga reaksi tetap 100°C.

**Dasar perancangan :**

Bahan masuk dalam reaktor

$$28595.036 \text{ kg/jam} = 63040.616 \text{ lb/jam}$$

$$Q = 422936.584 \text{ kkal/jam} = 1678339.248 \text{ Btu/jam}$$

$$\text{Steam masuk pada suhu } 120 \text{ } ^\circ\text{C} = 248 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\text{Steam keluar pada suhu } 100 \text{ } ^\circ\text{C} = 212 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Menggunakan coil pendingin dengan bentuk spiral

Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

( Brownell & Young, tabel 13.1 hal 251 )

Menentukan  $\Delta T$  LMTD :

$$t_1 = \text{Suhu bahan masuk} = 100 \text{ } ^\circ\text{C} = 212 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_2 = \text{Suhu bahan keluar} = 100 \text{ } ^\circ\text{C} = 212 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_1 = \text{Steam masuk} = 120 \text{ } ^\circ\text{C} = 248 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$T_2 = \text{Steam keluar} = 110 \text{ } ^\circ\text{C} = 230 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_1 = ( 248 - 212 ) = 36 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta t_2 = ( 230 - 212 ) = 18 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$\Delta T \text{ LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \Delta t_1 / \Delta t_2} = \frac{( 36 - 18 )}{\ln \frac{36}{18}} = 90.452 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Menentukan suhu kalor :

$$T_c = 1/2 ( 212 + 212 ) = 212 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$t_c = 1/2 ( 248 + 230 ) = 239 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Ukuran pipa yang digunakan 2 in IPS Sch. 40, dengan ukura :

( Kern, tabel 11 hal 844 )

$$D_o = 2.380 \text{ in} = 0.198 \text{ ft}$$

$$D_i = 2.067 \text{ in} = 0.172 \text{ ft}$$

$$a'' = 0.622 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

$$a_p = 3.350 \text{ in}^2 = 0.023 \text{ ft}^2$$

Dasar perhitungan :

Koefisien perpindahan panas bagian dalam pipa coil pemanas

Diketahui :

$$h_{io \text{ steam}} = 1500 \text{ Btu/h.ft}^2.^\circ\text{F}$$

$h_{io \text{ steam}}$  = Koefisien perpindahan panas dari pipa luar yang dikoreksi terhadap diameter pipa dalam.

$$C_p = 0.450 \text{ Btu/lb.}^\circ\text{F}$$



$$\mu = 0.024 \text{ cp}$$

$$k = 0.200 \quad (\text{Kern, tabel 5 hal 801})$$

$$D_i = 0.079 \text{ ft}$$

Koefisien perpindahan panas bagian permukaan shell reaktor.

$$G_p = \frac{M}{a_p} = \frac{841.617}{0.023} \text{ lb/jam} = 36176.987 \text{ lb/h.ft}^2$$

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{D_i \times G_p}{\mu \times 2.420} = \frac{0.079 \times 36176.987}{0.024 \times 2.420} \\ &= 48928.142 > 2100 \quad (\text{Aliran Turbulen}) \quad (\text{Mc Cabe II hal 47}) \end{aligned}$$

$$J_H = 2000 \quad (\text{Kern, fig. 20.2 hal 718})$$

$$h_o = J_H \frac{k}{D_i} \left[ \frac{C_p \mu}{k} \right]^{1/3} \left[ \frac{\mu}{\mu W} \right]^{0.140}$$

Dimana :

$$\left[ \frac{\mu}{\mu W} \right]^{0.14} = 1$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} h_o &= 2000 \times \frac{0.2}{0.079} \times \left[ \frac{0.45 (0.024 \cdot 2.42)}{0.2} \right]^{1/3} \\ &= 2584.2799 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Tahanan panas pada pipa dalam keadaan bersih

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o} = \frac{1500 \times 2584.280}{1500 + 2584.280} = 949.107 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Tahanan panas pada pipa dalam keadaan kotor

$$R_d = \frac{U_c - U_d}{U_c \times U_d}$$

$$0.004 = \frac{949.107 - U_d}{949.107 \times U_d}$$

$$3.796 U_d = 949.107 - U_d$$

$$U_d = 197.878 \text{ Btu/h.ft}^2.\text{°F}$$

Luas permukaan perpindahan panas

$$A = \frac{Q}{U_d \times \Delta T \text{ LMTD}} = \frac{1678339.248}{197.878 \times 90.452} = 93.770 \text{ ft}^2$$

Menghitung panjang lilitan

$$L = \frac{A}{a''} = \frac{93.770}{0.622} = 150.755 \text{ ft}$$

Menghitung jumlah lilitan coil

$$n_c = \frac{L}{d_c \times \pi}$$

$$\text{Dimana: } d_c = 0.650 \times d_i$$

$$d_i = \text{Diameter tangki}$$

$$\text{Sehingga } d_c = 0.650 \times 9.469 \text{ ft} = 6.155 \text{ ft} = 73.856 \text{ in}$$

$$n_c = \frac{150.755}{6.155 \times \pi} = 7.801 \approx 8 \text{ buah}$$

Menghitung tinggi lilitan coil

$$L_c = (n_c - 1) (D_o + \text{jarak 2 coil}) + D_o$$

Dimana:

$$\text{Diambil jarak 2 coil} = 1 \text{ in}$$

$$L_c = (8 - 1) (1.315 + 1) + 1.315 \\ = 17.520 \text{ in} = 1.460 \text{ ft}$$

Karena  $L_c$  ( 1.460 ft ) <  $L_{ls}$  ( 60.939 ft ), jadi perhitungan coil pemanas sudah memadai

### 6.5 Sambungan tutup (head) dengan dinding Reaktor

Bagian tutup reaktor dan bagian shell reaktor dihubungkan secara flange dan bolting untuk mempermudah perbaikan dan perawatan reaktor.

## 1. Flange

Dari Brownell & Young, app. D-4 hal 342, didapatk :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316  
 Tensile strength minimu : 75000 psia  
 Allowable stress (f) : 18750  
 Type flange : Ring flange loose type

## 2. Bolting

Dari Brownell & Young, app. D-4 hal 344, didapatk :

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347  
 Tensile strength minimu : 75000 psia  
 Allowable stress (f) : 15000

## 3. Gasket

Dari Brownell & Young, fig. 12.11 hal 228, didapat :

Bahan konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless steel  
 Gasket factor (m) : 3.750  
 Min design seating stress (y : 9000 psia

### 6.5.1. Perhitungan lebar gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal 22 :

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{y - p m}{y - p (m + 1)}}$$

Dimana :

$d_o$  = diameter luar gasket  
 $d_i$  = diameter dalam gasket  
 $y$  = yield stress ( 9000 psia )  
 $p$  = internal pressure ( 14.7 )  
 $m$  = gasket factor ( 3.75 )

Diketahui  $d_i$  gasket =  $d_o$  shell = 114 in = 9.5 ft

Maka didapatkan :

$$d_o = \sqrt{\frac{9000 - (14.7 \cdot 3.75)}{9000 - (14.7 \cdot 3.75)}}$$

$$d_i = \sqrt{9000 - 14.7 (3.75 + 1)}$$

$$\underline{d_o} = 1.001 \text{ ft}$$

$$10$$

$$d_o = 9.508 \text{ ft} = 114.094 \text{ in}$$

$$\text{Lebar gasket minimum} = \frac{d_o - d_i}{2} = \frac{114.094 - 114}{2}$$

$$= 0.047 \text{ in} \approx 1/16 \text{ in}$$

$$\text{Diambil gasket (n)} = 1/16 \text{ in} = 0.063 \text{ in}$$

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

$$= 114 + 0.063$$

$$= 114.063 \text{ in} = 9.505 \text{ ft}$$

### 6.5.2. Perhitungan jumlah dan ukuran baut (Bolting)

Perhitungan beban baut

Dari Brownell & Young, pers. 12.88 hal 24C :

Beban gasket supaya tidak bocor ( $H_y$ )

$$W_{m_2} = H_y = \pi b G y$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.12 hal 2 :

$$\text{Lebar setting gasket bawah} = b_o = n/2$$

$$= \frac{0.063}{2.000} = 0.031$$

Sehingga didapatkan  $H_y$  :

$$H_y = W_{m_2} = 3.140 \times 0.031 \times 114.063 \times 9000$$

$$= 100731.445 \text{ lb}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.90 hal 24C :

Beban baut agar tidak bocor ( $H_p$ )

$$H_p = 2 \pi b G m p$$

$$= 2 \times 3.140 \times 0.031 \times 114.063 \times 3.750 \times 14.700$$

$$= 1233.960 \text{ lb}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.89 hal 24C :

Beban karena tekanan dalam (H)

$$\begin{aligned}
 H &= \pi/4 \times G^2 \times p \\
 &= \frac{3.140}{4.000} \times (114.063)^2 \times 14.700 \\
 &= 150131.825 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.91 hal 240 :

Total berat beban pada kondisi operasi ( Wm1 )

$$\begin{aligned}
 Wm1 &= H + Hp \\
 &= 150131.825 + 1233.960 = 151365.785 \text{ lb}
 \end{aligned}$$

Karena  $Wm2 > Wm1$ , maka yang mengontrol adalah  $Wm2$

Perhitungan luas minimum bolting area

Dari Brownell & Young, pers. 12.93 hal 240

$$Am2 = \frac{Wm2}{fa} = \frac{100731.445}{15000} = 6.715 \text{ in}^2 = 0.047 \text{ ft}^2$$

Perhitungan bolting optimum

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal 188 :

$$\text{Ukuran bau} = 1 \text{ in}$$

$$\text{Root area} = 0.551 \text{ in}^2$$

$$\text{Jumlah bolting optimum} = \frac{Am2}{\text{Root area}} = \frac{6.715}{0.551} = 12.188 \approx 13 \text{ buah}$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal 188 :

$$\text{Bolt spacing} = 2.250 \text{ in} =$$

$$\text{Minimum radial distance ( F )} = 0.375 \text{ in}$$

$$\text{Edge distance ( E )} = 0.625 \text{ in}$$

Bolting circle diameter ( C ):

$$C = do \text{ shell} + 2 ( 15 go + R )$$

Dimana :

$$do \text{ shell} = 114 \text{ in}$$

$$go = \text{tebal shell (ts)} = 3/16 \text{ in}$$

maka :

$$C = 114 + 2 \left( 15 \frac{3}{16} + 0.375 \right) \\ = 119.813 \text{ in}$$

Diameter luar flang :

$$OD = C + 2 E \\ = 119.813 + ( 2 \times 0.625 ) = 121.063 \text{ in}$$

Check lebar gasket :

$$Ab \text{ actual} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area} \\ = 13 \times 0.551 = 7.163 \text{ in}^2$$

Lebar gasket minimum

$$L = Ab \text{ actual} \times \frac{f}{2 \pi y G} \\ = 7.163 \times \frac{15000}{2 \pi \cdot 9000 \cdot 114.063} \\ = 0.017 \text{ in}$$

Karena  $L < 0.125 \text{ in}$ , jadi perhitungan bolting optimum memenuhi

Perhitungan Moment

Dari Brownell & Young, pers. 12.94 hal 242, untuk keadaan bolting up (tanpa tekanan uap dalam)

$$W = \left[ \frac{A_m + A_b}{2} \right] f_a = \left[ \frac{6.715 + 7.163}{2} \right] 15000 \\ = 104088.223 \text{ lb}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.101 hal 242

$$hG = \frac{C - G}{2} = \frac{119.813 - 114.063}{2} = 2.875 \text{ in}$$

Moment flange ( $M_a$ )

Dari Brownell & Young, hal 243

$$M_a = W hG$$

$$= 104088.22 \times 3 = 299253.640 \text{ lb.in}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.95 hal 243

Dalam kondisi operasi

$$W = W_{m1} = 151365.785 \text{ lb}$$

Hidrastatic and force pada daerah dalam flange (HD)

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal 243

$$HD = 0.785 B^2 p$$

Dimana :

$$B = \text{do shell reaktor} = 114 \text{ in}$$

$$p = \text{tekanan operasi} = 14.7 \text{ lb/in}^2$$

maka :

$$HD = 0.785 (114)^2 \cdot 15$$

$$= 149967.34 \text{ lb}$$

Jarak radial bolt circle pada aksi (hD)

Dari Brownell & Young, pers. 12.100 hal 243

$$hD = \frac{C - B}{2} = \frac{119.813 - 114}{2} = 2.906 \text{ in}$$

Moment MD

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal 243

$$MD = HD \times hD$$

$$= 149967.342 \times 2.906 = 435842.588 \text{ lb.in}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.98 hal 243

$$HG = W - HD$$

$$= 151365.785 - 149967.342 = 1398.443 \text{ lb}$$

Moment MG

Dari Brownell & Young, pers. 12.98 hal 242

$$MG = HG \times hG$$

$$= 1398.443 \times 2.875 = 4020.524 \text{ lb.in}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal 242

$$HT = H - HD$$

$$= 150131.825 - 149967.342 = 164.483 \text{ lb}$$

Dari Brownell & Young, pers. 12.102 hal 244

$$h_T = \frac{h_D + h_G}{2} = \frac{2.906 + 2.875}{2} = 2.891 \text{ in}$$

Moment  $M_T$

Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal 244

$$\begin{aligned} M_T &= H_T \times h_T \\ &= 164.483 \times 2.891 = 475.459 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi ( $M_c$ ):

$$\begin{aligned} M_o &= M_D + M_G + M_T \\ &= 435842.588 + 4020.524 + 475.459 \\ &= 440338.570 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena  $M_o > M_a$ , maka  $M_{\max} = M = 440338.570 \text{ lb.in}$

### 6.5.3. Perhitungan tebal flange

Dari Brownell & Young, pers. 12.85 hal 239

$$f_T = \frac{Y \cdot M_o}{t^2 \cdot B}$$

Sehingga didapat rumus:

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}} \quad \text{dan} \quad k = A/B$$

Dimana:

$$A = \text{diameter luar flange} = 121.063 \text{ in}$$

$$B = \text{diameter luar shell} = 114 \text{ in}$$

$$f = \text{stress yang di iijinkan untuk bahan flange} = 18750 \text{ psia}$$

maka :

$$k = \frac{121.063}{114} = 1.062$$

Dari Brownell & Young, fig. 12.22 hal 238 didapatk :



$$Y = 8$$

$$M = 440338.570 \text{ lb.in}$$

Sehingga tebal flang :

$$t = \sqrt{\frac{8 \times 440338.570}{18750 \times 114}}$$

$$= 1.284 \text{ in}$$

## Kesimpulan perancangan :

### 1. Flange

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Allowable stress (f)	:	18750
Tebal flange	:	1.284 in
Diameter dalam (Di) flange	:	114 in
Diameter luar (Do) flange	:	121.063 in
Type flange	:	Ring flange loose type

### 2. Bolting

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength minimum	:	75000 psia
Ukuran baut	:	1 in
Jumlah baut	:	13 buah
Allowable stress (f)	:	15000

### 3. Gasket

Bahan konstruksi	:	Asbestos filled
Gasket factor (m)	:	3.75
Min design seating stress (y)	:	9000 psia
Tebal gasket (n)	:	1/16 in

## 6.6. Perhitungan sistem penyangga reaktor

Sistem penyangga dirancang agar mampu untuk penyangga beban reaktor dan perlengkapannya.

Beban-beban yang ditahan oleh penyangga reaktor meliputi :

Beban shell reaktor

Berat tutup atas standard dishead

Berat tutup bawah reaktor

Berat liquid dalam reaktor

Berat pengaduk dan perlengkapannya

Berat coil pemanas

Berat attachment

**Dasar perhitungan :**

**Berat shell reaktor**

Rumus :

$$W_s = \frac{\pi}{4} (d_o^2 - d_i^2) H \cdot \rho$$

Dimana :

$W_s$  = Berat shell reaktor (lb)

$d_o$  = Diameter luar shell = 114 in = 10 ft

$d_i$  = Diameter dalam shell = 113.6 in = 9.469 ft

$H$  = Tinggi shell reaktor ( $L_s$ ) = 167.66904 in = 13.97 ft

$\rho$  = Densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>

( Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal 3-95, steel cold drawn )

Berat shell reaktor :

$$\begin{aligned} W_s &= \frac{\pi}{4} ( 10^2 - 9.469^2 ) \cdot 13.97 \cdot 489 \\ &= 3179.354 \text{ lb} = 1442.123 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Berat tutup atas standard dishead**

Rumus :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 6.280 L \cdot h \quad (\text{Hesse, persamaan 4-16 hal 92})$$

Dimana:

$$W_d = \text{berat tutup atas reaktor (lb)}$$

$$A = \text{luas tutup atas standard dishead (ft}^2\text{)}$$

$$t = \text{tebal tutup atas (th}_a\text{)} = 3/16 \text{ in} = 0.188 \text{ in} = 0.016 \text{ ft}$$

$$L = \text{crown radius (r)} = 113.6 \text{ in} = 9.469 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi tutup atas reaktor (h}_a\text{)} = 26.4125 \text{ in} = 2.201 \text{ ft}$$

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= 6.280 (113.625) (26.413) \\ &= 18847.036 \text{ in}^2 = 130.882 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_d &= 130.882 (0.016) (489) \\ &= 1000.022 \text{ lb} = 453.600 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Berat tutup bawah conical

Rumus :

$$W_d = A \cdot t \cdot \rho$$

$$A = 0.785 (D + m) \sqrt{4h^2 + (D - m)^2} + 0.78 D^2$$

(Hesse, persamaan 4-16 hal 92)

Dimana:

$$W_d = \text{berat tutup bawah reaktor (lb)}$$

$$A = \text{luas tutup bawah conical (ft}^2\text{)}$$

$$t = \text{tebal tutup bawah (th}_b\text{)} = 3/16 \text{ in} = 0.188 \text{ in} = 0.016 \text{ ft}$$

$$D = \text{diameter dalam silinder} = 113.6 \text{ in} = 9.469 \text{ ft}$$

$$h = \text{tinggi tutup bawah reaktor (h}_b\text{)} = 34.802 \text{ in} = 2.9 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} m &= \text{flat spot diameter} = 1/2 D = 1/2 (113.6 \text{ in}) \\ &= 56.8125 \text{ in} = 4.734 \text{ ft} \end{aligned}$$

Luas tutup bawah :

$$\begin{aligned} A &= 0.785 (9.469 + 4.734) \sqrt{4(2.900)^2 + (9.469 - 4.734)^2} \\ &+ 0.780 (9.469^2) \end{aligned}$$

$$= 139.003 \text{ ft}^2 = 20016.450 \text{ in}^2$$

Berat tutup bawah :

$$\begin{aligned} W_d &= 139.003 \times 0.016 \times 489 \\ &= 1062.071 \text{ lb} = 481.745 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Berat liquid dalam reaktor**

Rumus :

$$W_l = m \cdot t$$

Dimana :

$$m = \text{berat larutan dalam reaktor} = 28595.036 \text{ kg/jam} = 63040.616 \text{ lb/jam}$$

$$t = \text{waktu tinggal liquid dalam reaktor} = 1 \text{ jam}$$

maka :

$$W_l = 63040.616 \text{ lb/jam} \times 1 \text{ jam} = 63040.616 \text{ lb} = 28594.593 \text{ kg}$$

**Berat poros pengaduk dalam reaktor**

Rumus :

$$W_p = V \cdot \rho$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot L$$

Dimana :

$$W_p = \text{berat poros pengaduk dalam reaktor (lb)}$$

$$V = \text{volume poros pengaduk (ft}^3\text{)}$$

$$D = \text{diameter poros pengaduk} = 2.300 \text{ in} = 0.192 \text{ ft}$$

$$L = \text{panjang poros pengaduk} = 223.977 \text{ in} = 18.665 \text{ ft}$$

Volume poros pengaduk :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\pi}{4} \times 0.192^2 \times 18.665 \\ &= 0.538 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat poros pengaduk :

$$W_p = 0.538 \times 489 = 263.199 \text{ lb} = 119.384 \text{ kg}$$

**Berat impeller dalam reaktor**

Rumus :

$$W_i = V \cdot \rho$$

$$V = 4 (p \cdot l \cdot t)$$

$$p = D_i / 2$$

Dimana :

$$W_i = \text{berat impeller dalam reaktor (lb)}$$

$$V = \text{volume dari total blade (ft}^3\text{)}$$

$$p = \text{panjang 1 kupingan blade (ft)}$$

$$l = \text{lebar 1 kupingan blade} = 6.439 \text{ in} = 0.537 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal 1 kupingan blade} = 9.469 \text{ in} = 0.789 \text{ ft}$$

$$D_i = \text{diameter pengaduk} = 37.875 \text{ in} = 3.156 \text{ ft}$$

Volume impeller pengaduk :

$$p = \frac{3.156 \text{ ft}}{2} = 1.578 \text{ ft}$$

$$V = 4 \times 1.578 \text{ ft} \times 0.537 \text{ ft} \times 0.789 \text{ ft} \\ = 2.673 \text{ ft}^3$$

Berat impeller pengaadt :

$$W_i = 2.673 \text{ ft}^3 \times 489 \text{ lb/ft}^3 = 1306.899 \text{ lb} = 592.796 \text{ kg}$$

**Berat coil pendingin dalam reaktor**

$$W_c = \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) H \cdot \rho$$

Dimana :

$$W_c = \text{berat coil dalam reaktor (lb)}$$

$$D_o = \text{diameter luar pipa coil} = 1.315 \text{ in} = 0.110 \text{ ft}$$

$$D_i = \text{diameter dalam pipa coil} = 1 \text{ in} = 0.083 \text{ ft}$$

$$H = \text{panjang coil pendingin} = 150.755 \text{ ft}$$

Berat coil pemanas :

$$W_c = \frac{\pi}{4} ( 0.110^2 - 0.083^2 ) 150.755 \times 489$$

$$= 293.056 \text{ lb} = 132.927 \text{ kg}$$

### Berat attachment

Berat attachment merupakan berat dari seluruh perlengkapan seperti nozzle, dan sebagainya

Dari Brownell & Young hal 157:

$$W_a = 0.180 W_s$$

$$= 0.180 ( 3179.354 \text{ lb} )$$

$$= 572.284 \text{ lb} = 259.582 \text{ kg}$$

### Berat total penyangga

$$W_T = W_s + W_d \text{ tutup atas} + W_d \text{ tutup bawah} + W_l + W_p + W_i + W_c + W_a$$

$$= ( 3179.354 + 1000.022 + 1062.071 + 63040.616 + 263.199 )$$

$$+ 1306.899 + 293.056 + 572.284 ) \text{ lb}$$

$$= 70717.500 \text{ lb} = 32076.751 \text{ kg}$$

Dengan faktor keamanan adalah 0.2 maka berat total beban penyangg:

$$= 1.2 \times 70717.500 \text{ lb}$$

$$= 84861.000 \text{ lb} = 38492.101 \text{ kg}$$

## 6.7. Perhitungan kolom penyangga reaktor (Leg)

Perencanaan:

Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)

Jenis kolom yang digunakan : I beam

Dasar perhitungar :

Beban tiap kolom

Dari Brownell & Young, pers. 10.76 hal 197:

$$P = \frac{4 P_w \cdot (H - L)}{n \cdot D_{bc}} + \frac{\Sigma W}{n}$$

Dimana:

$P$  = beban tiap kolom (lb)

$P_w$  = total beban permukaan karena angin (lb)

$H$  = tinggi vessel dari pondasi (ft)

$L$  = jarak antara vessel dengan dasar pondasi (ft)

$D_b$  = diameter anchor bolt circle (ft)

$n$  = jumlah support

$\Sigma W$  = berat total (lb)

$P$  = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg (lb)

Reaktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin (beban tekanan angin tidak dikontrol).

maka berlaku rumu: :

$$P_w = 0$$

$$P = \frac{\Sigma W}{n} = \frac{84861.000 \text{ lb}}{4} = 21215.250 \text{ lb}$$

Direncanakan :

$$\text{Jarak kolom penyangga dari tanah (l) = 5 ft}$$

$$\text{Tinggi silinder (H) = 231.652 in = 19.304 ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang penyangga} &= 1/2 (H + L) \\ &= 1/2 (19.304 + 5) \text{ ft} \\ &= 12.152 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\text{Jadi tinggi penyangga (Leg) = 12.152 ft = 145.826 in}$$

### **Trial ukuran I beam**

Trial ukuran I beam 4" ukuran 4 x 2 5/8 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu)

Dari Brownell & Young, App. G-3 hal 355 didapatk :

$$\text{Nominal size} = 4 \text{ in}$$

$$\text{Berat} = 7.7 \text{ lb}$$

$$\text{Area of section (A}_y\text{) = 2.210 in}^2$$

$$\text{Depth of beam (h) = 4 in}$$

$$\text{Width of flange (b)} = 2.660 \text{ in}$$

$$\text{Axis (r)} = 1.640 \text{ in}$$

$$s = 3 \text{ in}^3$$

$$I = 6 \text{ in}^4$$

Analisa terhadap sumbu Y - Y

Dengan :

$$L/r = 145.826 \text{ in} / 1.640 \text{ in} = 88.918 \text{ in}$$

Karena  $L/r$  antara 60 - 120 maka  $f_c = 18000 \text{ psi}$

$$f_c \text{ aman} = f_c - f_c \text{ eksentrik}$$

$$= f_c - \frac{p(a + 0.5b)}{I(1 - 0.5b)}$$

$$= 18000 - \frac{21215.250 (1.500 + 0.500 \times 2.660)}{6.000 / 0.500 \times 2.660}$$

$$= 16119.074 \text{ psi} = 16119.074 \text{ lb/in}^2$$

$$A = \frac{P}{f_c \text{ aman}} = \frac{21215.250}{16119.074}$$

$$= 1.316 \text{ in}^2 < 2.210 \text{ in}^2$$

Kesimpulan perancangan penyangga ( $L_e$  :

$$\text{Ukuran I beam} = 3 \times 2.375 \text{ in}$$

$$\text{Berat} = 7.7 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah penyangga} = 4 \text{ buah}$$

Peletakan beban dengan beban eksentrik.

## 6.8. Base Plate

Perencanaan :

Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 0.05 dan toleransi lebar 0.2

(Hesse, hal 163)

Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate



**Dasar perhitungar :****Luas base plate**

Rumus :

$$A_{bp} = \frac{P}{f_{bp}}$$

Dimana :

 $A_{bp}$  = luas base plate, in<sup>2</sup>

P = beban dari tiap-tiap base plate = 21215.250 lb

$f_{bp}$  = stress yang diterima oleh pondasi (bearibg capacity yang terbuat dari beton)  
600 lb/in<sup>2</sup> (Hesse, tabel 7-7 hal 162)

Sehingga :

$$A_{bp} = \frac{21215.250 \text{ lb}}{600 \text{ lb/in}^2} = 35.359 \text{ in}^2$$

**Panjang dan lebar base plate**

$$A_{bp} = p \times l$$

Dimana :

 $A_{bp}$  = luas base plate 35.359 in<sup>2</sup>

p = panjang base plate, in = 2m + 0.95h

l = lebar base plate, in = 2n + 0.8b

Diasumsika m = n (Hesse, hal 163)

b = 3 in

h = 5 in

maka :

$$\begin{aligned} A_{bp} &= (2m + 0.95 h) \times (2n + 0.8 b) \\ &= [2m + (0.95 \times 5)] \times [(2n + (0.8 \times 3))] \\ &= (2m + 4.75) \times (2m + 2.4) \end{aligned}$$

$$35.36 = 4m^2 + 14.3 m + 11.4$$

$$0 = 4 m^2 + 14.3 m + -23.96$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatka :

$$= \frac{-14.3 \pm \sqrt{(14.3)^2 - (4)^2} - 23.96}{2 \cdot 4}$$

$$= \frac{-14.3 \pm \sqrt{587.830}}{8} = \frac{14.3 \pm 24.800}{8}$$

$$m_1 = 1.313$$

$$m_2 = -4.888$$

Diambil  $m_1 = 1.313$

Sehingga :

$$p = (2 \times 1.313) + (0.95 \times 5)$$

$$= 7.375 \text{ in} \approx 8 \text{ in}$$

$$l = (2 \times 1.313) + (0.8 \times 3)$$

$$= 5.025 \text{ in} \approx 6 \text{ in}$$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 8 in dan lebar base plate 6 in maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 8 x 6 in dengan luas ( $A = 48 \text{ in}^2$ )

#### Peninjauan terhadap bearing capacity

$$f = \frac{P}{A_{\text{baru}}}$$

dengan :

$$f = \text{bearing capacity, lb/in}^2$$

$$P = \text{beban tiap kolom} = 21215.250 \text{ lb}$$

$$A = \text{luas base plate} = 48 \text{ in}^2$$

maka :

$$f = \frac{21215.250}{48} = 441.98437 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

Karena  $f < f_{bp}$ , maka dimensi base plate sudah memenuhi.

#### Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)

$$p = 2m + 0.95h$$

$$8.000 = 2m + 0.950 \times 5$$

$$m = 1.625 \text{ in}$$

- Lebar base plate (l)

$$l = 2n + 0.8b$$

$$6 = 2n + 0.8 \times 3$$

$$n = 1.8 \text{ in}$$

Karena harga  $n > m$ , maka tebal base plate dihitung berdasarkan harga  $n$ .

### Menghitung tebal base plate

Rumus :

$$t_{bp} = \sqrt{0.00015 \ f \ n^2} \quad (\text{Hesse, pers 7-12, hal : 163})$$

dimana :

$$t_{bp} = \text{tebal base plate, in}$$

$$p = f = \text{actual unit pressure yang terjadi pada base plate}$$

$$= 441.984 \text{ lb/in}^2$$

$$n = 1.800 \text{ in}$$

maka :

$$\begin{aligned} t_{bp} &= \sqrt{0.00015 \times 441.984 \times (1.800)^2} \\ &= 0.463 \text{ in} \end{aligned}$$

### Menghitung dimensi baut dari base plate

Diketahui :

$$\text{Gaya yang bekerja pada 1 Leg} = 21215.250 \text{ lb}$$

$$\text{Jumlah baut pada setiap Leg} = 4 \text{ buah}$$

Maka beban tiap baut :

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{P}{n_{\text{baut}}} \\ &= \frac{21215.250}{4} \\ &= 5303.812 \text{ lb} \end{aligned}$$

Bahan baut : High Alloy Steel SA-193 grade B type 321

Max. Allowable stress (f) : 15000 psi

$$\begin{aligned}
 A_{\text{baut}} &= \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}} \\
 &= \frac{5303.812}{15000} \\
 &= 0.354 \text{ in}^2 \\
 A_{\text{baut}} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d_{\text{baut}}^2 \\
 0.354 &= \frac{1}{4} \times 3.140 \times d_{\text{baut}}^2 \\
 d_{\text{baut}}^2 &= 0.450 \text{ in}^2 \\
 d_{\text{baut}} &= 0.671 \text{ in}
 \end{aligned}$$

Standardisasi diameter baut dari tabel 10.4 Brownell & Young, hal : 188

sehingga diperoleh ukuran baut 1 in dengan dimensi baut sebagai berikut :

Ukuran baut	:	1 in
Root area	:	0.551 in <sup>2</sup>
Bolt spacing min.	:	2.250 in
Min. radial distance	:	1 3/8 in
Edge distance	:	1 1/16 in
Nut dimension	:	1.625 in
Max filled radius	:	7/16 in

## 6.9. Perancangan Lug dan Gusset

Perencanaan :

Digunakan 2 buah plat horizontal (untuk lug) dan 2 buah plat vertikal (untuk gusset).

Type	:	Double gusset plate
Bahan	:	High Alloy Steel SA-193 Grade B8 type 321
Max allowable stress (f)	:	15000 psi
$\mu$	:	poission ratio : 0.330

**Menghitung tebal horizontal plate (thp)**

$$thp = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}}$$

$$\mu P = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}} \quad (\text{Pers. 10.41 Brownell \& Young, hal: 192})$$

$$M_y = \frac{P}{\pi} \times \left( (1 + \mu) \times \ln \frac{2 \times 1}{\pi} + (1 - \gamma_1) \right)$$

*Menentukan gusset spacing (b')*

Diketahui :

Lebar flange (b) : 2.660 in

$d_{\text{baut}}$  : 1 in

$$b' = b + (2 \times d_{\text{baut}})$$

$$= 2.660 + 2 \times 1$$

$$= 4.660 \text{ in}$$

*Menentukan panjang lug (l) dengan konstanta  $\gamma_1$*

Diketahui :

$$l = b_{\text{I-Beam}} = \text{lebar flange} = 2.660 \text{ in}$$

$$\frac{b'}{l} = \frac{4.660}{2.660} = 1.752$$

Dari Tabel 10.6 Brownell & Young, hal : 192 diperoleh :

$$\gamma_1 = 0.073$$

*Menentukan radius (e)*

$$e = 0.500 \times \text{nut dimension}$$

$$= 0.500 \times 1.625$$

$$= 0.813 \text{ in}$$

Sehingga dapat dihitung :

$$M_y = \frac{P}{4\pi} \left[ (1 + \mu) \times \ln \frac{2l}{\pi e} + (1 - \gamma_1) \right]$$

$$= \frac{21215.250}{4\pi} \left[ (1 + 0.330) \times \ln \frac{2 \times 2.660}{\pi \times 0.813} + 1 - 0.073 \right]$$

$$= 2913.719 \text{ lb}$$



- Berat reaktor total
- Berat penyangga
- Berat base plate

2. Ditentukan :

- Masing-masing penyangga diberi pondasi
- Spesifik untuk semua penyangga sama

**Dasar perhitungan :**

**Beban tiap kolom (W)**

$$W = P = 21215.250$$

**Beban base plate ( $W_{bp}$ )**

Rumus :

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

dimana :

$$p = \text{panjang base plate} = 8 \text{ in} = 0.667 \text{ ft}$$

$$l = \text{lebar base plate} = 6 \text{ in} = 0.5 \text{ ft}$$

$$t = \text{tebal base plate} = 0.463 \text{ in} = 0.039 \text{ ft}$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 481 \text{ lb/ft}^3$$

maka :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= 0.667 \times 0.5 \times 0.039 \times 481 \\ &= 6.192 \text{ lb} \end{aligned}$$

**Beban tiap penyangga ( $W_p$ )**

Rumus :

$$W_p = L \times A \times F \times \rho$$

dimana :

$$L = \text{tinggi kolom} = 4 \text{ in} = 0.333 \text{ ft}$$

$$A = \text{luas kolom I-beam} = 2.21 \text{ in}^2 = 0.015 \text{ ft}^2$$

$$F = \text{faktor koreksi} = 1$$

$$\rho = \text{densitas dari bahan konstruksi} = 481 \text{ lb/ft}^3$$

maka :

$$W_p = 0.333 \times 0.015 \times 1 \times 481$$

$$= 2.461 \text{ lb}$$

### Beban total

$$\begin{aligned} W_T &= W + W_{bp} + W_p \\ &= 21215.250 + 6.192 + 2.461 \\ &= 21223.903 \text{ lb} \end{aligned}$$

Gaya yang bekerja pada pondasi dianggap hanya gaya vertikal dari berat kolom.

Untuk itu luas yang dibutuhkan untuk menahan beban tersebut adalah :

- Luas pondasi atas = 10 x 10
- Luas pondasi bawah = 20 x 20
- Tinggi = 15 in

$$\begin{aligned} \text{Luas pondasi rata-rata (A)} &= \left( \frac{\text{Luas pondasi atas} + \text{Luas pondasi bawah}}{2} \right) \\ &= \frac{10 \times 10}{2} + \frac{20 \times 20}{2} \\ &= 250 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume pondasi (V)} &= A \times t \\ &= 250 \times 15 \\ &= 3750 \text{ in}^3 \\ &= 2.170 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pondasi (W)} &= V \times \rho \\ &= 2.170 \times 144 \quad (\text{Perry, tabel 3-18}) \\ &= 312.5 \text{ lb} \\ &= 141.747 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Menghitung tekanan tanah

Pondasi didirikan diatas semen, sand dan gravel, dengan:

$$\text{Save bearing power minimum} = 5 \text{ ton/ft}^2$$

$$\text{Save bearing power maximum} = 10 \text{ ton/ft}^2 \quad (\text{Tabel 12.2 Hesse, hal. 327})$$

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= 10 \text{ ton/ft}^2 \\ &= 20000 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$



Takanan pada tanah :

$$P = \frac{W}{A}$$

dimana :

W = berat beban total + berat pondasi

A = Luas pondasi bawah

$$\begin{aligned} \text{maka : } P &= \frac{21223.903 + 312.500}{400} \\ &= 53.841 \text{ lb/in}^2 = 7753.318 \text{ lb/ft}^2 \end{aligned}$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas atas sebesar  $(10 \times 10)$  in dan ukuran luas bawah sebesar  $(20 \times 20)$  in dengan tinggi pondasi sebesar 15 in dapat digunakan.



## BAB VI

### PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : **Reaktor**

Kode : R-110

Fungsi : Untuk mereaksikan Ammonium Sulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dengan Natrium Klorida (NaCl)

Jumlah : 1 buah

Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standar dishead dan tutup awah berbentuk conical dengan sudut puncak  $120^\circ$  dilengkapi pengaduk dan coil pemanas

Kondisi operasi :

Temperatur	=	100°C
Tekanan	=	1 atm
Waktu operasi	=	1 jam
Fase	=	Liquid - Liquid
Densitas campuran	=	73.210 lb/ft <sup>3</sup>

Direncanakan :

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
		$f = 18750$ (Brownell & Young, App. D-4 hal 342)
Jenis pengelasan	:	Double welded butt joint
		$E = 0.8$ (Brownell & Young, tabel 13.2 hal 254)
Faktor korosi ( C )	:	1 / 16
Bahan masuk	:	28595.036 kg/jam = 63040.616 lb/jam

**Dimensi Peralatan :**

1. Dimensi tangki :

Bahan konstruksi	=	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Di (diameter dalam)	=	113.625 in
Do (diameter luar)	=	114 in
ts (tebal silinder)	=	3/16 in
Ls (tinggi silinder)	=	170.438 in

tha (tebal tutup atas)	=	3/16	in
ha (tinggi tutup atas)	=	26.413	in
thb (tebal tutup bawah)	=	3/16	in
hb (tinggi tutup bawah)	=	34.802	in
Tinggi tangki	=	231.652	in

## 2. Dimensi pengaduk :

Jenis pengaduk	=	Axial turbin 4 blades sudut 45°
Bahan impeller	=	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Diameter impeller	=	37.875 in
Tinggi impeller	=	34.088 in
Panjang impeller	=	9.469 in
Lebar impeller	=	6.439 in
Tebal blade	=	9.469 in
Daya pengaduk	=	41.962 HP
Diameter poros	=	2.300 in
Panjang poros	=	223.977 in
Jumlah pengaduk	=	3 buah

## 3. Nozzle untuk pemasukan feed $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ :

Type	=	Welding neck
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	2 in
Diameter luar flange (A)	=	5 in
Ketebalan flange minimum (T)	=	11/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	2 in
Diameter hubungan atas (E)	=	2 9/16 in
Diameter hub. pada titik pengelasan (K)	=	2 in
Panjang julakan (L)	=	2 7/16 in
Diameter dalam flange (B)	=	2 in

## 4. Nozzle untuk pemasukan feed NaCl :

Type	=	Welding neck
------	---	--------------

Ukuran nominal pipa (NPS)	=	2	in
Diameter luar flange (A)	=	5	in
Ketebalan flange minimum (T)	=	11/16	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	3	in
Diameter hubungan atas (E)	=	2 9/16	in
Diameter hub. pada titik pengelasan (K)	=	2	in
Panjang julakan (L)	=	2 7/16	in
Diameter dalam flange (B)	=	2	in

5. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas :

Type	=	Welding neck	
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	1/2	in
Diameter luar flange (A)	=	4	in
Ketebalan flange minimum (T)	=	7/16	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	1	in
Diameter hubungan atas (E)	=	1 3/16	in
Diameter hub. pada titik pengelasan (K)	=	1	in
Panjang julakan (L)	=	1 7/8	in
Diameter dalam flange (B)	=	1	in

6. Nozzle untuk pengeluaran produk :

Type	=	Welding neck	
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	4	in
Diameter luar flange (A)	=	9	in
Ketebalan flange minimum (T)	=	15/16	in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	6	in
Diameter hubungan atas (E)	=	4 13/16	in
Diameter hub. pada titik pengelasan (K)	=	4	in
Panjang julakan (L)	=	2 13/16	in
Diameter dalam flange (B)	=	4	in

## 7. Nozzle untuk man hole :

Type	=	Welding neck
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	20 in
Diameter luar flange (A)	=	28 in
Ketebalan flange minimum (T)	=	1 11/16 in
Diameter luar bagian yang menonjol (R)	=	23 in
Diameter hubungan atas (E)	=	22 in
Diameter hub. pada titik pengelasan (K)	=	20 in
Panjang julakan (L)	=	5 11/16 in
Diameter dalam flange (B)	=	19 in

## 8. Coil pemanas :

Diameter coil	=	2.38 in
Jumlah lilitan	=	8 buah
Tinggi coil	=	17.520 in
Bahan konstruk	=	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316

## 9. Flange :

Bahan konstruksi	=	High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	=	75000 psia
Allowable stress (f)	=	18750
Tebal flange	=	1.284 in
Diameter dalam (Di) flange	=	114 in
Diameter luar (Do) flange	=	121.063 in
Type flange	=	Ring flange loose type

## 10. Bolting :

Bahan konstruksi	=	High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347
Tensile strength mi	=	75000 psia
Ukuran baut	=	1 in
Jumlah baut	=	13 buah
Allowable stress (f)	=	15000

## 11. Gasket :

Bahan gasket	=	Asbestos filled
Lebar (L)	=	0.047 in
Tebal gasket (n)	=	1/16 in
Gasket faktor (m)	=	3.750
Diameter rata-rata	=	114.063 in

#### 12. Sistem penyangga :

Jenis	=	Kolom I beam
Jumlah	=	4 buah
Panjang (L)	=	145.826 in
Ukuran nominal pipa (NPS)	=	4 in
Area of section (Ay)	=	2.21 in <sup>2</sup>
Depth of beam (h)	=	4 in
Width of flange	=	2.66 in
Axis ( r )	=	1.64 in

#### 13. Base Plate :

Panjang (p)	=	8 in
Lebar (l)	=	6 in
Tebal (t)	=	0.463 in
Ukuran baut	=	1 in
Jumlah baut	=	4 buah
Bahan	=	Cast iron

#### 14. Lug dan Gusset :

Tebal plate horisontal	=	1.080 in
Tebal plate vertikal	=	0.405 in
Lebar lug dan gusset	=	10 in dan 4.660 in
Tebal lug dan gusset	=	1.080 in dan 0.405 in
Tinggi lug dan gusset	=	13.159 in dan 11 in

#### 5. Sistem Pondasi :

Luas atas	=	10 x 10 in
Luas bawah	=	20 x 20 in

Tinggi	=	15	in
Bahan	=	Cemen sand dan gravel	
Save bearing max	=	20000	lb/ft <sup>3</sup>
Tekanan	=	7753.318	lb/ft <sup>4</sup>

## BAB VII

### INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

#### 7.1. Instrumentasi

Pengoperasian suatu pabrik kimia harus memenuhi beberapa persyaratan yang ditetapkan dalam perancangannya. Persyaratan tersebut meliputi keselamatan, spesifikasi produk, peraturan mengenai lingkungan hidup, kendala operasional, dan factor ekonomi. Pemenuhan persyaratan tersebut berhadapan dengan keadaan lingkungan yang berubah-ubah, yang dapat mempengaruhi jalannya proses atau yang disebut *disturbance* (gangguan) (Stephanopoulos, 1984). Adanya gangguan tersebut menuntut penting dilakukannya pemantauan secara terus-menerus maupun pengendalian terhadap jalannya operasi suatu pabrik kimia untuk menjamin tercapainya tujuan operasioanl pabrik. Pengendalian atau pemantauan tersebut dilaksanakan melalui penggunaan peralatan dan *engineer* (sebagai operator terhadap peralatan tersebut) sehingga kedua unsur ini membentuk satu sistem kendali terhadap pabrik.

Instrumentasi adalah peralatan yang dipakai didalam suatu proses kontrol untuk mengatur jalannya suatu proses agar diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Fungsi instrumentasi adalah sebagai pengontrol, penunjuk, pencatat dan pemberi tanda bahaya. Peralatan instrumentasi biasanya bekerja dengan tenaga mekanik atau tenaga listrik dan pengontrolannya dapat dilakukan secara manual atau otomatis. Penggunaan instrumen pada suatu peralatan proses tergantung pada pertimbangan ekonomi dan sistem peralatan itu sendiri. Pada pemakaian alat-alt instrumen juga harus ditentukan apakah alat-alat tersebut dipasang diatas papan instrumen dekat peralatan proses (kontrol manual) atau disatukan dalam suatu ruang kontrol yang dihubungkan dengan bangsal peralatan (kontrol otomatis) (Timmerhaus, 2004).

Variabel-variabel proses yang biasanya dikontrol/diukur oleh instrumen adalah:

1. Variabel utama, seperti temperatur, tekanan, laju alir dan level cairan.
2. Variabel tambahan, seperti densitas, viskositas, panas spesifik, konduktivitas, pH, humiditas, titik embun, komposisi kimia, kandungan kelembaban, dan variabel lainnya.

Pada dasarnya sistem pengendalian diri terdiri dari:



1. Elemen perasa/*sensing* (Primary Element)

Elemen yang merasakan (menunjukkan) adanya perubahan dari harga variabel yang diukur.

2. Elemen pengukur (Measuring Element)

Elemen pengukur adalah suatu elemen yang sensitif terhadap adanya perubahan temperatur, tekanan, laju aliran, maupun tinggi fluida. Perubahan merupakan sinyal dari proses dan disampaikan oleh elemen pengukur ke elemen pengontrol.

3. Elemen pengontrol (Controlling Element)

Elemen pengontrol yang menerima sinyal kemudian akan segera mengatur perubahan-perubahan proses tersebut sama dengan nilai set point (nilai yang diinginkan). Dengan demikian elemen ini dapat segera memperkecil atau meniadakan penyimpangan yang terjadi.

4. Elemen pengontrol akhir (Final Control Element)

Elemen ini merupakan elemen yang akan mengubah masukan yang keluar dari elemen pengontrol ke dalam proses sehingga variabel yang diukur tetap berada dalam batas yang diinginkan dan merupakan hasil yang dikehendaki.

Pengendalian peralatan instrumentasi dapat dilakukan secara otomatis dan semi otomatis. Pengendalian secara otomatis adalah pengendalian yang dilakukan dengan mengatur instrumen dengan kondisi tertentu, bila terjadi penyimpangan variabel yang dikontrol maka instrument akan bekerja sendiri untuk mengembalikan variabel pada kondisi semula, instrumen ini bekerja sebagai controller. Pengendalian secara semi otomatis adalah pengendalian yang mencatat perubahan-perubahan yang terjadi pada variabel yang dikontrol. Untuk mengubah variabel-variabel ke nilai yang diinginkan dilakukan secara manual, instrumen ini bekerja sebagai pencatat (recorder).

Factor-faktor yang perlu diperhatikan dalam instrumen-instrumen adalah:

1. *Range* yang diperlukan untuk pengukuran
2. *Level* instrumentasi
3. Ketelitian yang dibutuhkan
4. Bahan konstruksinya
5. Pengaruh pemasangan instrumentasi pada kondisi proses

Alat-alat kontrol yang biasa dipakai pada peralatan proses antara lain:

1. *Temperature controller (TC)*

Adalah alat/instrumen yang digunakan sebagai alat pengatur suhu atau pengatur sinyal mekanis atau listrik. Pengaturan temperatur dilakukan dengan mengatur jumlah material proses yang harus ditambahkan/dikeluarkan dari dalam suatu proses yang sedang bekerja.

Prinsip kerja:

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

2. *Pressure Controller (PC)*

Adalah alat/instrumentasi yang dapat digunakan sebagai alat pengatur tekanan atau pengukur tekanan atau pengubah sinyal dalam bentuk gas menjadi sinyal mekanis. Pengatur tekanan dapat dilakukan dengan mengatur jumlah uap/gas yang keluar dari suatu alat dimana tekanannya ingin dideteksi.

Prinsip kerja:

*Pressure Controller (PC)* akibat tekanan uap keluar akan membuka/menutup diafragma *valve*. Kemudian *valve* memberikan sinyal kepada PC untuk mengukur dan mengeteksi tekanan pada *set point*.

3. *Flow Controller (FC)*

Adalah alat/instrumen yang bisa digunakan untuk mengatur kecepatan aliran fluida dalam pipa *line* atau unit proses lainnya. Pengukuran kecepatan aliran fluida dalam pipa biasanya diatur dengan mengatur *output* dari alat, yang mengakibatkan fluida mengalir dalam pipa *line*.

Prinsip kerja:

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

4. *Level Controller (LC)*

Adalah alat/instrumen yang dipakai untuk mengatur ketinggian (level) cairan dalam suatu alat dimana cairan tersebut bekerja. Pengukuran tinggi permukaan cairan

dilakukan dengan operasi dari sebuah *control valve*, yaitu dengan mengatur *rate* cairan masuk atau keluar proses.

Prinsip kerja:

Jumlah aliran fluida diatur oleh *control valve*. Kemudian *rate* fluida melalui *valve* ini akan memberikan sinyal kepada LC untuk mendeteksi tinggi permukaan pada *set point*.

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

Adalah alat/instrumen yang dipakai untuk mengontrol massa bahan dalam suatu alat.

Jumlah massa bahan diatur oleh *control valve* secara otomatis.

Tabel 7.1. Instrumentasi Pabrik Ammonium Klorida

No.	Kode Alat	Nama Alat	Instrumentasi	Jumlah
1.	F-111A	Storage $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	LC	1
2.	L-112	Pompa	FC	1
3.	F-116	Mixer	FC	1
4.	E-114	Heater NaCl	TC	1
5.	F-162	Storage Kristal	WC	1
6.	R-110	Reaktor	FC	1
7.	V-140	Evaporator	TC	2
8.	L-131	Pompa	LC	1
9.	X-150	Kristaliser	TC	1

Hal-hal yang diharapkan dari pemakaian alat-alat instrumentasi adalah:

- Kualitas produk dapat diperoleh sesuai dengan yang diinginkan
- Pengoperasian sistem peralatan lebih mudah
- Sistem kerja lebih efisien
- Penyimpangan yang mungkin terjadi dapat diketahui dengan cepat

Beberapa syarat penting yang harus diperhatikan dalam perancangan pabrik antara lain:

1. Tidak boleh terjadi konflik antar unit, dimana terdapat dua pengendali pada satu aliran.
2. Penggunaan *Supervisory computer control* untuk mengkoordinasikan tiap unit pengendali.
3. *Control valve* yang digunakan sebagai elemen pengendali akhir memiliki *opening position* 70%.
4. Dilakukan pemasangan *check valve* pada pompa dengan tujuan untuk menghindari fluida kembali ke aliran sebelumnya. *Check valve* yang dipasangkan pada pipa tidak boleh lebih dari satu dalam *one dependent line*. Pemasangan *check valve* diletakkan setelah pompa.
5. Seluruh pompa yang digunakan dalam proses diletakkan di permukaan tanah dengan pertimbangan syarat *safety* dari kebocoran.
6. Pada perpipaan yang dekat dengan alat utama dipasang *flange* dengan tujuan untuk mempermudah pada saat *maintenance*.

## 7.2. Keselamatan Kerja

Keselamatan kerja merupakan bagian dari kelangsungan produksi pabrik, oleh karena itu aspek ini harus diperhatikan secara serius dan terpadu. Untuk maksud tersebut perlu diperhatikan cara pengendalian keselamatan kerja dan keamanan pabrik pada saat perancangan dan saat pabrik beroperasi.

Statistik menunjukkan bahwa angka kecelakaan rata-rata dalam pabrik kimia relatif tidak terlalu tinggi. Tetapi situasi beresiko memiliki bentuk khusus, misalnya reaksi kimia yang berlangsung tanpa terlihat dan hanya dapat diamati dan dikendalikan berdasarkan akibat yang akan ditimbulkannya. Kesalahan-kesalahan dalam hal ini dapat mengakibatkan kejadian yang fatal.

Sebagai pedoman pokok dalam usaha penanggulangan masalah kerja, pemerintah Republik Indonesia telah mengeluarkan undang-undang keselamatan kerja No 1 Tanggal 12 Januari 1970. Semakin tinggi tingkat keselamatan kerja dari suatu pabrik maka makin meningkat pula aktivitas kerja para karyawan. Hal ini disebabkan oleh keselamatan kerja yang sudah terjamin dan suasana kerja yang menyenangkan.

Untuk mencapai hal tersebut adalah menjadi tanggung jawab dan kewajiban para perancang untuk merencanakannya. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam perancangan pabrik untuk menjamin adanya keselamatan kerja adalah sebagai berikut:

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

Pada pra rancangan pabrik pembuatan Ammonium Klorida dari Ammonium Sulfat dan Natrium Klorida, usaha-usaha pencegahan terhadap bahaya-bahaya yang mungkin terjadi dilakukan dengan cara:

1. Pencegahan terhadap kebakaran
  - a. Memasang sistem alarm pada tempat yang strategis dan penting, seperti *power station*, laboratorium dan ruang proses.
  - b. Mobil pemadam kebakaran harus selalu dalam keadaan siap siaga di *fire station*.
  - c. *Fire hydrant* ditempatkan didaerah *storage*, proses dan perkanroran.
  - d. *Fire extinguisher* disediakan pada bangunan pabrik untuk memadamkan api yang relative kecil.
  - e. *Gas detector* dipasang pada daerah proses, *storage*, dan daerah perpipaian dan dihubungkan dengan *gas alarm* di ruang kontrol untuk mendeteksi kebocoran gas.
  - f. *Smoke detector* ditempatkan pada setiap sub-stasiun listrik untuk mendeteksi kebakaran melalui asapnya.
2. Memakai peralatan perlindungan diri

Di dalam pabrik disediakan peralatan perlindungan diri, seperti:

- a. Pakaian kerja

Pakaian luar dibuat dari bahan-bahan seperti katun, wol, serat, sintetis dan asbes. Pada musim panas sekalipun tidak diperkenankan bekerja dengan badan atas terbuka.

- b. Sepatu pengaman

Sepatu harus kuat dan harus dapat melindungi kaki dari bahan kimia dan panas. Sepatu pengaman bertutup baja dapat melindungi kaki dari bahaya terjepit. Sepatu setengah tertutup atau bot dapat dipakai tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan.

c. Topi pengaman

Topi yang lembut baik dari plastik maupun dari kulit memberikan perlindungan terhadap percikan-percikan bahan kimia, terutama apabila bekerja dengan pipa-pipa yang letaknya lebih tinggi dari kepala, maupun tangki-tangki serta peralatan lain yang dapat bocor.

d. Sarung tangan

Dalam menangani beberapa bahan kimia yang bersifat korosif, maka para operator diwajibkan menggunakan sarung tangan untuk menghindari hal-hal yang tidak diinginkan.

e. Masker

Berguna untuk memberikan perlindungan terhadap debu-debu yang berbahaya ataupun uap bahan kimia agar tidak terhirup.

3. Pencegahan terhadap bahaya mekanis

- a. Sistem ruang gerak karyawan dibuat cukup luas dan tidak menghambat kegiatan kerja karyawan.
- b. Alat-alat dipasang dengan penahan yang cukup kuat.
- c. Peralatan yang berbahaya seperti ketel uap bertekanan tinggi, reaktor bertekanan tinggi dan tangki gas bertekanan tinggi, harus diberi pagar pengaman.

4. Pencegahan terhadap bahaya listrik

- a. Setiap instalasi dan alat-alat listrik harus diamankan dengan pemakaian sikring atau pemutus hubungan arus listrik secara otomatis lainnya.
- b. Sistem perkabelan listrik harus dipasang secara terpadu dengan tata letak pabrik, sehingga jika ada perbaikan dapat dilakukan dengan mudah.
- c. Memasang papan tanda bahaya yang jelas pada daerah sumber tegangan tinggi.
- d. Kabel-kabel listrik yang letaknya berdekatan dengan alat-alat yang beroperasi pada suhu tinggi harus diisolasi secara khusus.
- e. Setiap peralatan atau bangunan yang menjulang tinggi harus dilengkapi dengan penangkal petir yang dibumikan.

#### 5. Menerapkan nilai-nilai disiplin bagi karyawan

- a. Setiap karyawan bertugas sesuai dengan pedoman-pedoman yang diberikan dan mematuhi setiap peraturan dan ketentuan yang diberikan.
- b. Setiap kecelakaan kerja atau kejadian yang merugikan segera dilaporkan ke atasan.
- c. Setiap karyawan harus saling mengingatkan akan perbuatan yang dapat menimbulkan bahaya.
- d. Setiap ketentuan dan peraturan harus dipatuhi.

#### 6. Penyediaan poliklinik di lokasi pabrik

Poliklinik disediakan untuk tempat pengobatan akibat terjadinya kecelakaan secara tiba-tiba, misalnya menghirup gas beracun, patah tulang, luka bakar, pingsan/syok dan lain sebagainya.

Apabila terjadi kecelakaan kerja, seperti terjadinya kebakaran pada pabrik, maka hal-hal yang harus dilakukan adalah:

1. Mematikan seluruh kegiatan pabrik, baik mesin maupun listrik.
2. Mengaktifkan alat pemadam kebakaran, dalam hal ini alat pemadam kebakaran yang digunakan disesuaikan dengan jenis kebakaran yang terjadi, yaitu:

##### a. Instalasi pemadam dengan air

Untuk kebakaran yang terjadi pada bahan berpijar seperti kayu, arang, kertas dan bahan berserat. Air ini dapat disemprotkan dalam bentuk kabut. Sebagai sumber air, biasanya digunakan air tanah yang dialirkan melalui pipa-pipa yang dipasang pada instalasi-instalasi tertentu di sekitar areal pabrik. Air dipompakan dengan menggunakan pompa yang bekerja dengan instalasi listrik tersendiri, sehingga tidak terganggu apabila listrik pada pabrik dimatikan ketika kebakaran terjadi.

##### b. Instalasi pemadam dengan CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> yang digunakan berbentuk cair dan mengalir dari beberapa tabung gas yang bertekanan yang disambung secara seri menuju *noz-el-nozel*. Instalasi ini digunakan untuk kebakaran dalam ruang tertutup, seperti pada tempat tangki penyimpanan dan juga pemadam pada instalasi listrik.

Keselamatan kerja yang tinggi dapat dicapai dengan penambahan nilai-nilai disiplin bagi para karyawan, yaitu:

1. Setiap karyawan bertugas sesuai dengan pedoman-pedoman yang diberikan.
2. Setiap peraturan dan ketentuan yang ada harus dipatuhi.
3. Perlu keterampilan untuk mengatasi kecelakaan dengan menggunakan peralatan yang ada.
4. Setiap kecelakaan atau kejadian yang merugikan harus segera dilaporkan pada atasan.
5. Setiap karyawan harus saling mengingatkan perbuatan yang dapat menimbulkan bahaya.
6. Setiap kontrol secara periodik terhadap alat instalansi pabrik oleh petugas *maintenance*.





## **BAB VIII**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Klorida dari Ammonium Sulfat dan Natrium Klorida ini yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai air proses, air pendingin, air umpan boiler, air sanitasi dan air untuk pemadam kebakaran.
- Steam sebagai media pemanas dalam proses produksi.
- Listrik yang berfungsi untuk menjalankan alat-alat produksi, utilitas dan untuk penerangan.
- Bahan bakar untuk mengoperasikan boiler.

Dari kebutuhan unit utilitas yang diperlukan, maka utilitas tersebut dibagi menjadi 4 unit, yaitu :

- a. Unit penyediaan steam
- b. Unit penyediaan air
- c. Unit penyediaan tenaga listrik
- d. Unit penyediaan bahan bakar

#### **8.1 Unit Penyediaan Air**

Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik, maka direncanakan diambil dari air sungai. Pengambilan air sungai ditampung dalam bak penampung air sungai untuk mengalami pengolahan selanjutnya yang dipergunakan sebagai air sanitasi. Sedangkan untuk air proses, air pendingin dan air umpan boiler akan diolah lebih lanjut sesuai dengan kebutuhan masing-masing.

##### **a. Air Sanitasi**

Air sanitasi ini dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan, laboratorium, taman dan kebutuhan yang lain. Air sanitasi yang dipergunakan harus memenuhi syarat kualitas air sebagai berikut :

## 1. Syarat fisik

- Berada di bawah suhu kamar
- Warnanya jernih
- Tidak berasa, dan
- Tidak berbau

## 2. Syarat kimia

- Tidak mengandung logam berat seperti Pb, As, Cr, Cd, Hg
- Tidak mengandung zat-zat kimia beracun

## 3. Syarat mikrobiologis

- Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri patogen

Kebutuhan air sanitasi pada pra rencana pabrik Magnesium Klorida ini adalah :

**b. Air Steam**

Steam yang dibutuhkan digunakan pada alat-alat seperti pada Tabel D.1. dengan jumlah steam yang dibutuhkan adalah 1407,206 kg/jam.

Direncanakan banyaknya steam yang disupply adalah 20% *excess*, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 1.2 \times 1407,206 \text{ kg/jam} \\ &= 1688,647 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

**c. Air Proses**

Air proses yang dibutuhkan digunakan pada alat-alat sebagai berikut :

Tabel 8.2. Kebutuhan Air Proses pada Peralatan

No.	Kode alat	Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
1.	F-111A	T. Pelarutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	6290,4
2.	F-111B	T.Pelarutan NaCl	12579,619
3.	B-120	Rotary Filter	557,145
<b>Jumlah</b>			19427,164

Jadi jumlah kebutuhan air yang harus disupply dalam Pra Rencana Pabrik Ammonium Klorida ini adalah :

Tabel 8.3. Kebutuhan Total Air

Keterangan	Kebutuhan (kg/jam)
Air Proses	18548,558
Air Sanitasi	1386,000
Air Pendingin	1043,497
Steam	2016,385
<b>Total</b>	<b>22994,440</b>

Untuk memenuhi kebutuhan air, maka Pra Rencana Pabrik Ammonium Klorida ini menggunakan air sungai. Sebelum digunakan, air sungai tersebut masih perlu diproses (*water treatment*) untuk memenuhi air sanitasi, air pemanas, air pendingin dan juga air proses.

## 8.2 Unit Penyediaan Steam

Kebutuhan air pengisi boiler atau air umpan boiler pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Klorida ini berdasarkan pada kebutuhan steam. Adapun alat-alat yang membutuhkan steam adalah :

Tabel 8.4. Kebutuhan Steam pada Peralatan

No.	Nama Peralatan	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1	Evaporator	184,010
2	Heater (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	313,006
3	Heater NaCl	227,003
4	Reaktor	803,545
Total		1527,565

Direncanakan banyaknya steam yang disuplay adalah 20% *excess*, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan steam} &= 1,2 \times 1527,565 \text{ kg/jam} \\ &= 1833,078 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Jadi jumlah steam yang harus dihasilkan oleh 1 buah boiler adalah :

$$\begin{aligned} \text{Massa steam (m}_s\text{)} &= 1833,078 \text{ kg/jam} \\ &= 4041,240 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

**Spesifikasi boiler (Q-220) :**

- *Type* : *Fire tube boiler*
- Kapasitas boiler : 3832,906Btu/jam
- *Rate steam* : 4041,240 lb/jam (1 atm = 14.7 psia)
- Bahan bakar : *Fuel oil 33° api*
- Efisiensi : 80%
- *Heating surface* : 390 ft<sup>2</sup>
- Jumlah tube : 107 buah
- Ukuran tube : 1.5 in
- Panjang tube : 20 ft
- Jumlah boiler : 1 buah

**8.3 Unit Penyediaan Listrik**

Kebutuhan tenaga listrik pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Klorida ini direncanakan dan disediakan oleh PLN dan generator set. Tenaga listrik yang disediakan dipergunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi dan lainnya.

Perincian kebutuhan listrik terbagi menjadi :

- Peralatan proses produksi = 37,471 kw
- Penerangan pabrik = 21,9 kw

**8.4 Unit Penyediaan Bahan Bakar**

Kebutuhan bahan bakar :

- Boiler = 49937,164 L/hari
- Tenaga generator = 305 kW = (305) x (81891.27 Btu/hari)  
= 24976837,35 Btu/hari

Bahan bakar yang digunakan adalah diesel oil

- *Heating value* (Hv) = 19000 Btu/hari
- Densitas = 55 lb/ft<sup>3</sup>
- $\eta$  = 0.80

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar} &= \frac{24976837,35}{(19000) \times (0,80)} = 1643,21 \text{ lb/hari} \\ &= 3622,63 \text{ kg/hari} \quad = 4111,95 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

- Kebutuhan bahan bakar total = 49937,164 + 4111,95  
= 54049,114 L/hari

### ***Tangki Bahan Bakar***

- Fungsi : Untuk menyimpan bahan bakar yang akan digunakan.
- Type : *Fixed roof*
- Bahan : High Alloy Steel SA 240 Grade M Type 316
- Kondisi : Tekanan (P) = 14.7 psi dan T = 30 °C

## **8.5 Unit pengolahan limbah**

Limbah dari suatu pabrik harus diolah sebelum dibuang ke badan air atau atmosfer, karena limbah tersebut mengandung bermacam-macam zat yang dapat membahayakan alam sekitar maupun manusia itu sendiri. Demi kelestarian lingkungan hidup, maka setiap pabrik harus mempunyai unit pengolahan limbah.

Pada pabrik pembuatan magnesium klorida ini dihasilkan limbah cair dan padat terlarut dari proses industrinya. Sumber-sumber limbah cair-padat pada pembuatan magnesium klorida ini meliputi:

Perhitungan untuk sistem pengolahan limbah

Diperkirakan air jumlah buangan pabrik:

### 1. Limbah cair-padat hasil pencucian peralatan pabrik

Limbah ini diperkirakan mengandung kerak dan kotoran-kotoran yang melekat pada peralatan pabrik. Diperkirakan limbah yang terikut sebagai limbah hasil pencucian sebanyak 0,1% dari bahan baku dan produk yang dihasilkan.

### 2. Limbah domestic dan kantor

Limbah ini mengandung bahan organik sisa pencernaan yang berasal dari kamar mandi di lokasi pabrik, serta limbah dari kantin berupa limbah padat dan limbah cair.

### 3. Laboratorium

Limbah yang berasal dari laboratorium ini mengandung bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menganalisa mutu bahan baku yang dipergunakan dan mutu produk

yang dihasilkan, serta yang dipergunakan untuk penelitian dan pengembangan proses.

Dari penjelasan diatas diketahui bahwa limbah pabrik magnesium klorida ini berasal dari limbah hasil pencucian peralatan, limbah domestik dan limbah proses. Dan dari pemaparan berbagai sumber limbah ini, diketahui bahwa limbah yang dihasilkan limbah domestik yang merupakan limbah organik. Sehingga pengolahan limbah cair pabrik ini dilakukan dengan penetralan.

## **BAB IX**

### **LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK**

Tata letak peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan pabrik merupakan syarat penting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik yang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tempat sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya yang terperinci sebelum pendirian pabrik.

#### **9.1 Lokasi pabrik**

Secara geografis, penentu lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri kini dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan perhitungan biaya produksi dan distribusi yang minimal serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik (Timmerhaus, 2004).

##### **9.1.1 Faktor utama**

Faktor ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari usaha pabrik yaitu meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitasnya. Yang termasuk dalam faktor utama adalah (Bernasconi, 1995):

###### **1. Letak pasar**

Pabrik yang letaknya dekat dengan pasar dapat lebih cepat melayani konsumen, sedangkan biayanya juga lebih rendah terutama biaya angkutan.

###### **2. Letak sumber bahan baku**

Idealnya, sumber bahan baku tersedia dekat dengan lokasi pabrik. Hal ini lebih menjamin penyediaan bahan baku, setidaknya dapat mengurangi keterlambatan penyediaan bahan baku, terutama untuk bahan baku yang berat. Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah:

###### **a. Lokasi sumber bahan baku**

- b. Besarnya kapasitas sumber bahan baku dan berapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaannya
  - c. Cara mendapatkan bahan baku tersebut dan transportasinya
  - d. Harga bahan baku serta biaya pengangkutan
  - e. Kemungkinan mendapatkan sumber bahan baku yang lain
3. Fasilitas pengangkutan
- Pertimbangan-pertimbangan kemungkinan pengangkutan bahan baku dan produk menggunakan angkutan gerbong kereta api, truk, angkutan melalui sungai dan laut serta juga angkutan melalui udara yang sangat mahal.
4. Tenaga kerja
- Tersedianya tenaga kerja menurut kualifikasi tertentu merupakan faktor pertimbangan pada penetapan lokasi pabrik tetapi tenaga terlatih di daerah setempat tidak selalu tersedia. Jika didatangkan dari daerah lain diperlukan peningkatan upah atau penyediaan fasilitas lainnya sebagai daya tarik.
5. Pembangkit tenaga listrik
- Pabrik yang menggunakan tenaga listrik yang besar akan memilih lokasi yang dekat dengan sumber tenaga listrik.

### 9.1.2 Faktor khusus

Yang termasuk ke dalam faktor khusus antara lain adalah:

1. Harga tanah dan gedung
- Harga tanah dan gedung yang murah merupakan daya tarik tersendiri. Perlu dikaitkan dengan rencana jangka panjang. Jika harga tanah mahal mungkin hanya dapat diperoleh luasan tanah yang terbatas, sehingga perlu dipikirkan untuk membuat bangunan bertingkat walaupun pembangunan gedungnya lebih mahal.
2. Kemungkinan perluasan
- Perlu diperhatikan apakah perluasan di masa yang akan datang dapat dikerjakan di satu tempat atau perlu lokasi lain, apakah di sekitar sudah banyak pabrik lain. Hal ini menjadi masalah tersendiri dalam hal perluasan pabrik di masa mendatang.
3. Fasilitas servis
- Terutama untuk pabrik kimia yang relative kecil yang tidak memiliki bengkel sendiri. Perlu dipelajari adanya bengkel-bengkel di sekitar daerah tersebut yang



mungkin diperlukan untuk perbaikan alat-alat pabrik. Perlu juga dipelajari adanya fasilitas layanan masyarakat, misalnya rumah sakit umum, sekolah-sekolah, tempat-tempat ibadah, tempat-tempat kegiatan olahraga, tempat-tempat rekreasi dan sebagainya.

Untuk pabrik yang besar, mungkin beberapa fasilitas tersebut dapat dilayani sendiri walaupun merupakan beban tambahan. Keuntungannya, selain merupakan daya tarik bagi para pekerja, juga membantu menjaga kesehatan fisik dan mental sehingga efisiensi kerja dapat tetap dipertahankan.

#### 4. Fasilitas finansial

Perkembangan perusahaan dibantu oleh fasilitas finansial, misalnya adanya pasar modal, bursa, sumber-sumber modal, bank, koperasi simpan pinjam dan lembaga keuangan lainnya. Fasilitas tersebut akan lebih membantu untuk memberikan kemudahan bagi suksesnya dalam usaha pengembangan pabrik.

#### 5. Persediaan air

Suatu jenis pabrik memerlukan sejumlah air yang cukup banyak, misalnya pabrik kertas. Karena itu di daerah lokasi diperlukan adanya sumber air yang kemungkinan diperoleh dari air sungai, danau, sumur dan laut.

#### 6. Peraturan daerah setempat

Peraturan daerah setempat perlu dipelajari terlebih dahulu, mungkin terdapat beberapa persyaratan atau aturan yang berbeda dengan daerah lain.

#### 7. Masyarakat daerah

Sikap, tanggapan dari masyarakat daerah terhadap pembangunan pabrik perlu diperhatikan dengan seksama, karena hal ini akan menentukan perkembangan pabrik di masa yang akan datang. Keselamatan dan keamanan masyarakat perlu dijaga dengan baik. Hal ini merupakan suatu keharusan sebagai sumbangan kepada masyarakat.

#### 8. Iklim di daerahh lokasi

Suatu pabrik ditinjau dari segi teknik, adakalanya membutuhkan kondisi operasi misalnya kelembapan udara, panas matahari dan sebagainya. Hal ini berhubungan dengan kegiatan pengolahan, penyimpanan bahan baku atau produk. Disamping itu, iklim juga mempengaruhi gairah kerja dan moral para karyawan. Keaktifan kerja karyawan dapat meningkatkan hasil produksi.

### 9. Keadaan tanah

Sifat-sifat mekanika tanah dan tempat pembangunan pabrik harus diketahui. Hal ini berhubungan dengan rencana pondasi untuk alat-alat, bangunan gedung dan bangunan pabrik.

### 10. Perumahan

Bila di sekitar daerah lokasi pabrik telah banyak perumahan, selain lebih membuat kerasan para karyawan juga dapat meringankan investasi untuk perumahan karyawan.

### 11. Daerah pinggiran kota

Daerah pinggiran kota dapat menjadi lebih menarik untuk pembangunan pabrik. Akibatnya dapat timbul aspek desentralisasi industri. Alasan pemilihan daerah lokasi di pinggiran kota antara lain:

- a. Upah buruh relatif rendah
- b. Harga tanah lebih murah
- c. Servis industri tidak terlalu jauh dari kota

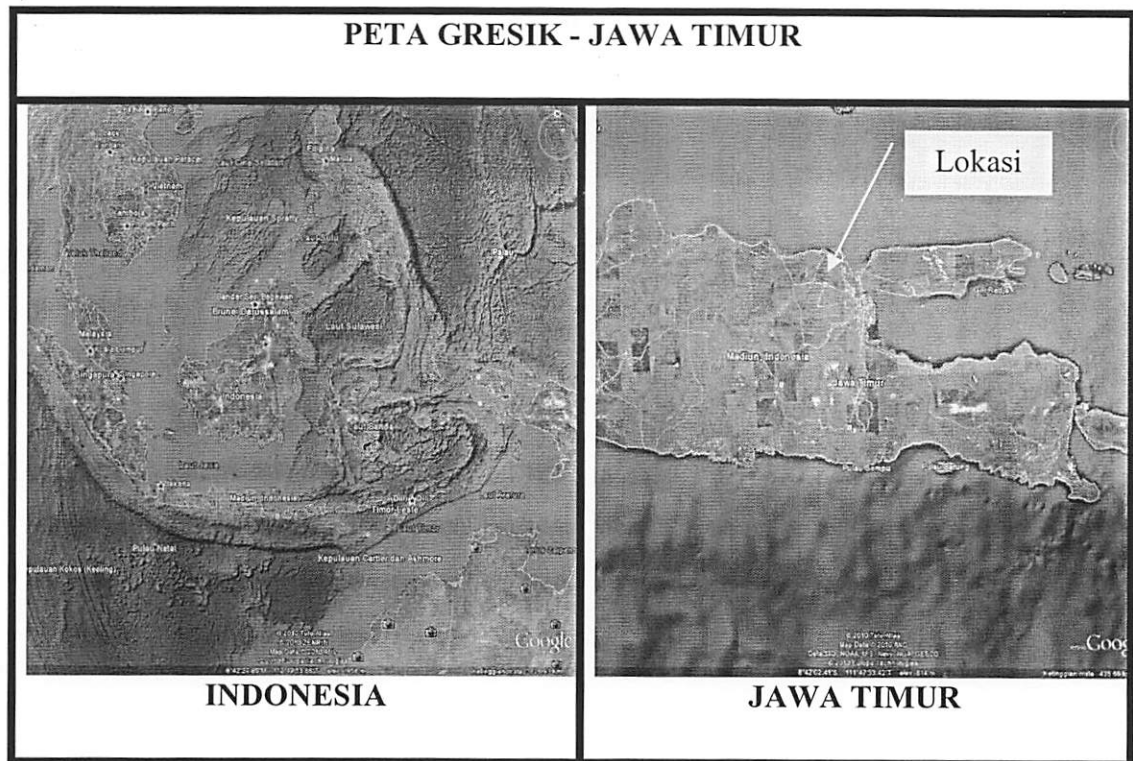
## 9.2 Pemilihan lokasi

Berdasarkan faktor-faktor tersebut, maka pabrik pembuatan Ammonium Klorida dari Ammonium Sulfat dan Natrium Klorida ini direncanakan berlokasi di daerah Gresik Jawa Timur.

Dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi pabrik adalah:

- a. Suatu pabrik sebaiknya didirikan di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku, disamping juga harus diperhatikan jarak pabrik tersebut dengan daerah pemasaran, sehingga pengaduan transportasi mudah diatasi. Bahan baku utama Ammonium klorida dan bahan kimia pendukung didatangkan dari Surabaya.
- b. Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui laut. Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik ini merupakan kawasan perluasan industri, yang dekat dengan pelabuhan.
- c. Kebutuhan akan Ammonium klorida menunjukkan nilai fluktuatif dari tahun ke tahun, seiring dengan adanya kebutuhan akan magnesium klorida. Maka pemasaran hasil produksi mudah, karena banyak industri besar didaerah sekitar.

- d. Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan generator diesel dengan bahan bakar solar yang diperoleh dari PT Pertamina.
- e. Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Di daerah ini tersedia tenaga kerja terdidik maupun yang tidak terdidik serta tenaga terlatih maupun yang tidak terlatih.
- f. Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.
- g. Ekspansi pabrik dimungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas dan di sekeliling lahan tersebut belum banyak berdiri pabrik serta tidak mengganggu pemukiman penduduk.
- h. Sikap masyarakat diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik ini karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi mereka.



Gambar 9.1. Peta Lokasi Pabrik Ammonium Klorida

### **9.3 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan pengintegrasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk.

Desain yang rasional harus memasukkan unsure lahan proses, persediaan dan lahan alternative dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut:

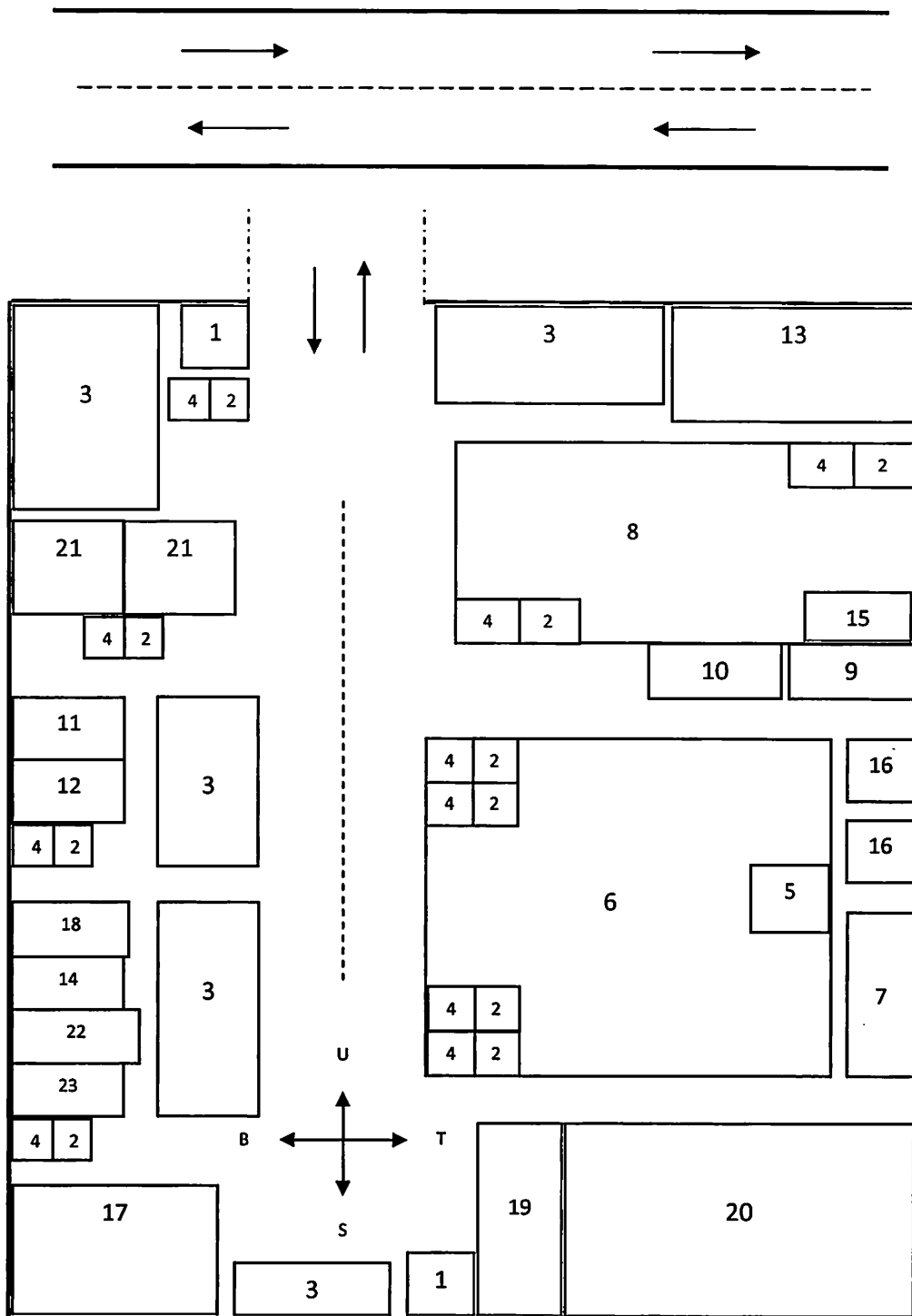
1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
3. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.
5. Keamanan terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
6. Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
7. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
8. Masalah pembuangan limbah cair.
9. Service area, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

#### **9.3.1. Tata Letak Bangunan Pabrik**

Pengaturan tata letak ruangan daripada unit-unit bangunan dalam suatu 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.



Gambar 9.2. Tata Letak Bangunan Pabrik Ammonium Klorida

Keterangan Gambar 9.2 :

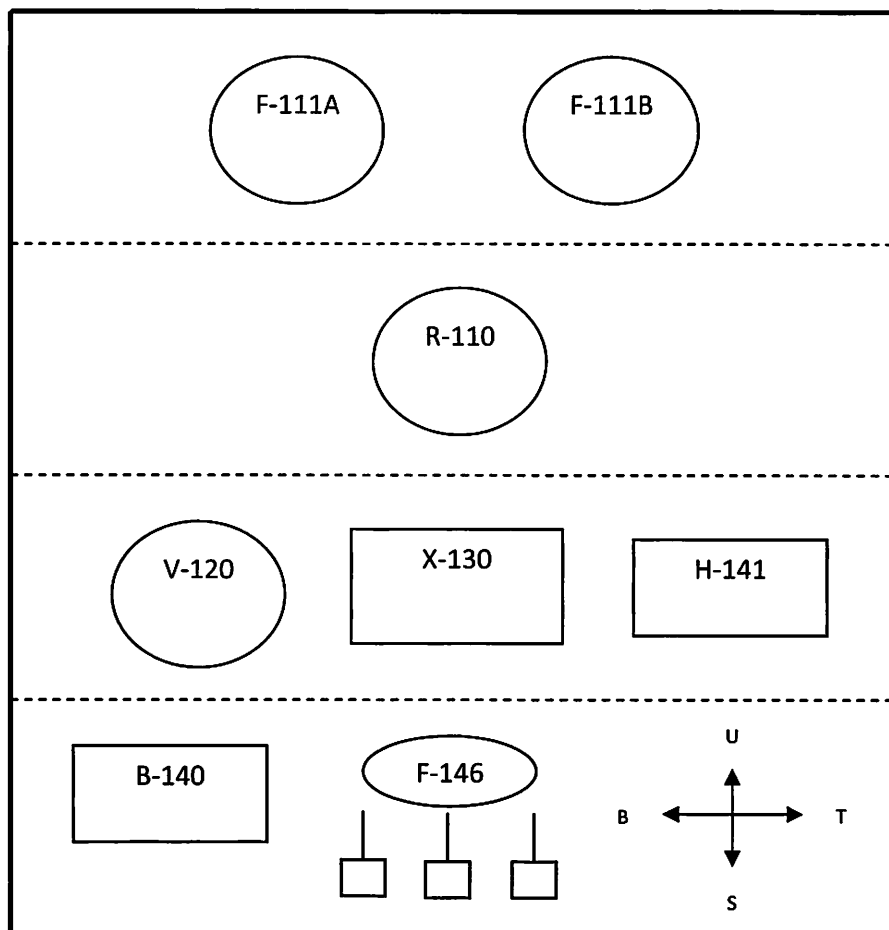
1.Pos keamanan, 2.Toilet, 3.Taman, 4.Unit pemadam kebakaran, 5.Ruang control,  
6.Area proses, 7.Area produk, 8.Perkantoran, 9.Laboratorium, 10.Poliklinik, 11.Kantin,

12.Ruang ibadah, 13.Parkir, 14.Bengkel, 15.Perpustakaan, 16.Area bahan baku, 17.Unit pengolahan air, 18.Pembangkit listrik, 19.Pengolahan limbah, 20.Area perluasan, 21.Perumahan karyawan, 22.Boiler, 23.Bahan bakar.

### **9.3.2. Tata Letak Peralatan Pabrik**

Tata letak peralatan adalah cara menempatkan peralatan-peralatan didalam pabrik sedemikian rupa sehingga pabrik dapat bekerja secara efektif dan efisien. Perencanaan yang baik 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 :

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



Gambar 9.3. Tata Letak Peralatan Pabrik Ammonium Klorida

Keterangan gambar 9.3 :

1. Tahap Persiapan Bahan Baku  
Storage  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  (F-111A)  
Storage NaCl (F-111B)
2. Tahap Reaksi  
Reaktor (R-110)
3. Tahap Pemisahan dan Pemurnian  
Evaporator (V-120)  
Kristaliser (X-130)  
Centrifuge (H-141)
4. Tahap Penanganan Produk  
Rotary Dryer (B-140)  
Mesin Pengemas (F-146)

### 9.4 Perkiraan Luas Pabrik

Perkiraan luas pabrik Ammonium Klorida dilihat dalam tabel 9.1

Tabel 9.1. Perkiraan luas daerah pabrik (m<sup>2</sup>)

No	Daerah	Banyak	Ukuran	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos keamanan	2	7,5 x 5	75
2	Parkir	1	18 x 15	270
3	Taman	1	75 x 15	1.125
4	Area bahan baku	1	12 x 18	216
5	Ruang control	1	17 x 15	255
6	Area proses	1	75 x 75	5.625
7	Area produk	1	17 x 20	340
8	Perkantoran	1	75 x 25	1.875
9	Laboratorium	1	12 x 12	144
10	Poliklinik	1	15 x 9	135
11	Kantin	1	15 x 9	135
12	Ruang ibadah	1	12 x 10	120
13	Toilet	10	4 x 3	120
14	Bengkel	1	9 x 11	99
15	Perpustakaan	1	5 x 4	20
16	Unit pemadam kebakaran	10	1 x 1	10
17	Unit pengolahan air	1	17 x 15	255
18	Pembangkit listrik	1	11 x 12	132
19	Pengolahan limbah	1	17 x 15	255
20	Area perluasan	1	180 x 30	5.400
21	Perumahan karyawan	1	16 x 10	160



22	Boiler	1	15 x 12	180
23	Bahan bakar	1	11 x 9	99
Total				17.045

# **BAB X**

## **ORGANISASI DAN MANAJEMEN PERUSAHAAN**

Masalah organisasi merupakan hal yang penting dalam perusahaan, hal ini menyangkut efektivitas dan peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang dihasilkan. Dalam upaya peningkatan efektivitas dan kinerja perusahaan maka pengaturan atau manajemen harus menjadi hal yang mutlak. Tanpa manajemen yang efektif dan efisien tidak akan ada usaha yang berhasil cukup lama. Dengan adanya manajemen yang teratur baik dari kinerja sumber daya manusia maupun terhadap fasilitas yang ada secara otomatis organisasi dan berkembang (madura,2000).

### **10.1 Oganisasi Perusahaan**

Peningkatan organisasi, berasal dari kata latin “organum” yang dapat berarti alat, anggota badan, James D. Mooney, mengatakan: “Organisasi adalah bentuk setiap perserikatan manusia untuk mencapai suatu tujuan bersama”, sedangkan Chester I. Bernard memberikan pengertian organisasi sebagai:”suatu sistem daripada aktivitas kerjasama yang dilakukan dua orang atau lebih” (Siagian,1992).

Dari pendapat ahli yang dikemukakan diatas dapat diambil arti dari kata organisasi, yaitu kelompok orang yang secara sadar bekerjasama untuk mencapai tujuan bersama dengan menekankan wewenang dan tanggung jawab masing-masing. Secara ringkas, ada tiga unsur utama dalam organisasi, yaitu (Sutato, 2002):

1. Adanya sekelompok orang
2. Adanya hubungan dan pembagian tugas
3. Adanya tujuan yang dicapai

Menurut pola hubungan kerja, serta lalu lintas wewenang dan tanggung jawab, maka bentuk-bentuk organisasi itu dapat dibedakan atas (siagian, 1992):

1. Bentuk organisasi garis
2. Bentuk organisasi fungsional
3. Bentuk organisasi garis dan staf
4. Bentuk organisasi fungsional dan staf

### 10.1.1 Bentuk Organisasi Garis

Ciri dari organisasi garis adalah: organisasi masih kecil, jumlah karyawan sedikit, pimpinan dan semua karyawan saling kenal dan spesialisasi kerja belum begitu tinggi (Siagian, 1992).

Kebaikan bentuk organisasi garis, yaitu:

- Kesatuan komando terjamin dengan baik, karena pimpinan berada di atas satu tangan.
- Proses pengambilan keputusan berjalan dengan cepat karena jumlah orang yang di ajak berdiskusi masih sedikit atau tidak ada masalah sama sekali.
- Rasa solidaritas di antara para karyawan umumnya tinggi karena saling mengenal.

Keburukan bentuk organisasi garis, yaitu:

- Seluruh kegiatan dalam organisasi telah tergantung kepada satu orang sehingga kalau seseorang itu tidak mamapu, seluruh organisasi akan terancam kehancuran.
- Kencenderungan pimpinan bertindak secara otoriter.
- Karyawan tidak mempunyai kesempatan untuk berkembang.

### 10.1.2 Bentuk Organisasi Fungsional

Ciri-ciri organisasi fungsional adalah segelintir pimpinan tidak mempunyai bawahan yang jelas, sebab setiap atasan berwenang memberi komando kepada setiap bawahan, sepanjang dan hubungannya dengan fungsi atasan tersebut (Siagian, 1991).

Kebagian bentuk organisasi fungsional, yaitu:

- Pembagian tugas-tugas jelas
- Spesifikasi karyawan dapat dikembangkan dan digunakan semaksimal mungkin.
- Digunakan tenaga-tenaga ahli dalam berbagai bidang sesuai dengan fungsi-fungsinya

Keburukan bentuk organisasi fungsional, yaitu:

- Karena adanya spesialisasi, sukar mengadakan pemikiran atau pengalihan tanggung jawab kepada fungsinya.
- Para karyawan mementingkan bidang pekerjaannya, sehingga sukar dilaksanakan koordinasi.

### 10.1.3 Bentuk Organisasi Garis dan Staf

Kebaikan bentuk organisasi garis dan staf adalah:

- Dapat digunakan oleh setiap organisasi yang besar, apapun tujuannya, betapa pun luas tugasnya dan betapa pun kompleks susunan organisasinya.

- Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah diambil, karena adanya staf ahli. Keburukan bentuk organisasi garis dan staf, adalah:
- Karyawan tidak saling mengenal, solidaritas sukar diharapkan.
- Karena rumit dan kompleksnya susunan organisasi, koordinasi kadang-kadang sukar diharapkan.

#### **10.1.4 Bentuk Organisasi fungsional dan staf**

Bentuk organisasi fungsional dan staf, merupakan kombinasi dari bentuk organisasi fungsional dan bentuk organisasi garis dan staf. Kebaikan dan keburukan dari bentuk organisasi ini merupakan perpaduan dari bentuk organisasi yang dikombinasikan (Siagian, 1992).

Dari uraian di atas dapat diketahui kebaikan dan keburukan dari beberapa bentuk organisasi. Setelah mempertimbangkan baik dan buruknya maka pada prancangan pabrik pembuatan magnesium klorida menggunakan bentuk organisasi garis dan staf. Bagan Struktur Organisasi Perusahaan Pabrik Magnesium klorida ditampilkan pada gambar 9.1

### **10.2 Manajemen Perusahaan**

Umunya perusahaan modern mempunyai kecenderungan bukan saja terhadap produksi, melainkan juga terhadap penanganan hingga menyakut organisasi dan hubungan sosial atau manajemen keseluruhan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas yang terdapat dalam suatu perusahaan atau suatu pabrik oleh manajemen. Keseluruhan hal ini disebabkan oleh aktivitas yang terdapat dalam suatu perusahaan atau suatu pabrik diatur oleh manajemen. Dengan kata lain bahwa manajemen bertindak memimpin, merencanakan, menyusun, mengawasi, dan meneliti hasil pekerjaan. Perusahaan dapat berjalan dengan baik secara menyeluruh, apabila perusahaan memiliki manajemen yang baik antara atasan dan bawahan (Siagian, 1992).

Fungsi dari manajemen adalah meliputi usaha memimpin dan mengatur faktor-faktor ekonomis sedemikian rupa, sehingga usaha itu memberikan perkembangan dan keuntungan bagi mereka yang ada di lingkungan perusahaan.

Dengan demikian, jelaslah bahwa pengertian manajemen itu meliputi semua tugas dan fungsi yang mempunyai hubungan erat dengan permulaan dari pembelanjaan perusahaan (financing).

Dengan penjelasan ini dapat diambil suatu pengertian bahwa manajemen itu diartikan sebagai seni dan ilmu perencanaan (planning), pengorganisasian, penyusunan, pengarahan, dan

pengawasan dari sumber daya manusia untuk mencapai tujuan (criteria) yang telah ditetapkan (siagian, 1992).

Menurut siagian (1992), manajemen dibagi menjadi tiga kelas pada perusahaan besar yaitu:

- 1 Top manajemen
- 2 Middle manajemen
- 3 Operating manajemen

Orang yang memimpin (pelaksana) manajemen disebut sebagai manajer. Manajer itu berfungsi atau bertugas untuk mengawasi dan mengontrol agar manajemen dapat dilaksanakan dengan baik sesuai dengan ketetapan yang digariskan bersama menurut Madura (2000), syarat-syarat manajer yang baik:

1. Harus menjadi contoh (teladan)
2. Harus dapat menggerakkan bawahan
3. Harus bersifat mendorong
4. Penuh pengabdian terhadap tugas-tugas
5. Berani dan mampu mengatasi kesulitan yang terjadi
6. Bertanggung jawab, tegas dalam mengambil keputusan yang diambil
7. Berjiwa besar

### **10.3 Bentuk Hukum Badan Usaha**

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat mencapai tujuan dari perusahaan itu secara terus-menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan ini tercapai, Menurut Sutarto (2003). Bentuk-bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di indonesia, antara lain adalah:

1. Perusahaan Perorangan
2. Persekutuna dan firma
3. Persekutuan komanditer
4. Perseroan Terbatas
5. Koperasi
6. Perusahaan Negara
7. Perusahaan Daerah

Bentuk badan usaha dalam Pra-perancangan Pabrik Pembuatan Magnesium klorida direncanakan adalah perusahaan yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas adalah badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha

dengan modal dasar yang seluruhnya terbagi dalam sehari, dan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam UU No. 1 Tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT), serta peraturan pelaksanaannya.

Syarat-syarat pendirina perseroan terbatas adalah:

1. Didirikan oleh dua orang atau lebih, yang dimaksud dengan “orang” dalah orang perseorangan atau badan hukum.
2. Didirikan dengan akta otentik, yaitu dihadapan notaris.
3. Modal dasar perseroan, yaitu paling sedikit Rp.20.000.000,- (dua puluh juta rupiah) atau 25% dari modal dasar, tergantung mana yang lebih besar dan lurus telah ditempatkan dan telah disetor.

Prosedur pendirian Perseroan Terbatas adalah:

1. Pembuatan akta pendirian dihadapan notaris
2. Pengesahan oleh Menteri Kehakiman
3. Pendaftaran Perseroan.
4. Pengumuman dalam tambahan berita Negara.

Dasar-dasar pertimbangan pemilihan bentuk perusahaan PT adalah sebagai berikut:

1. Kontinuitas perusahaan sebagai badan hukum lebih terjamin, sebab tidak tergantung pada pemegang saham, dimana pemegang saham dapat berganti-ganti.
2. Mudah memindahkan hak pemilik dengan menjual sahamnya kepada orang lain.
3. Mudah mendapatkan modal, yaitu dari bank maupun dengan menjual saham.
4. Tanggung jawab yang terbatas dari pemegang saham terhadap hutang perusahaan.
5. Penempatan pemimpin atas kemampuan pelaksanaan tugas

## **10.4 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab**

### **10.4.1 Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS)**

Pemegang kekuasaan tertinggi pada struktur organisasi garis dan staf adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) yang dilakukan minimal satu kali dalam setahun. Bila ada sesuatu hal, RUPS dapat dilakukan secara mendadak sesuai dengan jumlah forum. RUPS dihadiri oleh pemilik saham. Dewan komisaris dan Direktur.

Hak dan wewenang RUPS (sutarto, 2002):

1. Meminta pertanggung jawaban dewan komisaris dan direktur lewat suatu sidang.
2. Dengan musyawarah dapat mengganti dewan komisaris dan direktur serta mengesahkan anggota pemegang saham bila mengundurkan diri.

3. Menetapkan besar laba tahunan yang diperoleh untuk dibagikan, dicadangkan, atau ditanamkan kembali.

#### **10.4.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris dalam RUPS untuk mewakili para pemegang saham dalam mengawasi jalannya perusahaan. Dewan komisaris ini bertanggung jawab kepada RUPS. Tugas-tugas dewan adalah:

1. Menentukan garis besar kebijaksanaan perusahaan.
2. Mengadakan rapat tahunan para pemegang saham.
3. Meminta laporan pertanggung jawaban direktur secara berkala.
4. Melaksanakan pembinaan dan pengawasan terhadap seluruh kegiatan dan pelaksanaan tugas direktur.
- 5.

#### **10.4.3 Direktur**

Direktur merupakan pimpinan tertinggi yang diangkat oleh dewan komisaris.

Adapun tugas-tugas direktur adalah:

1. Memimpin dan membina perusahaan secara efektif dan efisien.
2. Menyusun dan melaksanakan kebijaksanaan umum perusahaan sesuai dengan kebijaksanaan RUPS.
3. Mengadakan kerjasama dengan pihak luar demi kepentingan perusahaan.
4. Mewakili perusahaan dalam mengadakan hubungan maupun perjanjian-perjanjian dengan pihak ketiga.
5. Merencanakan dan mengawasi pelaksanaan tugas setiap personalia yang bekerja pada perusahaan.
6. Dalam melaksanakan tugasnya, direktur dibantu oleh manajer produksi, manajer teknik, manajer umum dan keuangan, manajer pembelian dan pemasaran.

#### **10.4.4 Staf Ahli**

Staf ahli bertugas memberi masukan, baik berupa saran, nasehat, maupun pandangan terhadap segala aspek operasional perusahaan

#### **10.4.5 Sekertaris**

Sekertaris diangkat oleh direktur untuk menangani masalah surat-menyurat untuk pihak perusahaan, menangani kearsipan dan pekerjaan lainnya untuk membantu direktur dalam menangani administrasi perusahaan.

#### **10.4.6 Manajer Produksi**

Manajer produksi bertanggung jawab langsung kepada direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah proses baik dibagian produksi maupun utilitas. Dalam menjalankan tugasnya manajer produksi dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu kepala seksi proses, kepala seksi laboratorium dan kepala seksi utilitas

#### **10.4.7 Manajer Teknik**

Manajer teknik bertanggung jawab langsung kepada direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan masalah teknik baik dilapangan maupun di kantor. Dalam menjalankan tugasnya manajer teknik dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu kepala seksi listrik, kepala seksi instrumentasi dan kepala seksi maintenance atau pemeliharaan mesin pabrik.

#### **10.4.8 Manajer Umum dan Keuangan**

Manajer umum dan keuangan bertanggung jawab langsung kepada direktur dalam mengawasi dan mengatur keuangan, administrasi, dan personalia. Dalam menjalankan tugasnya manajer umum dan keuangan dibantu oleh tiga kepala seksi, yaitu kepala seksi keuangan, kepala seksi administrasi, dan kepala seksi personalia.

#### **10.4.9 Manajer Pembelian dan Pemasaran**

Manajer pembelian dan pemasaran bertanggung jawab langsung kepada direktur. Tugasnya mengkoordinir segala kegiatan yang berhubungan dengan pembelian, kepala seksi penjualan serta kepala seksi gudang/Logistik.

### **10.5 Sistem Kerja**

Pabrik pembuatan magnesium klorida ini direncanakan beroperasi 330 hari per tahun secara kontinu 24 jam sehari. Berdasarkan pengaturan jam kerja, karyawan dapat digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu:



## 1. Karyawan non-shift

karyawan yang tidak berhubungan langsung dengan proses produksi, misalnya direktur, staf ahli, manajer, bagian administrasi, bagian gudang, dan lain-lain. Jam kerja karyawan non-shift ditetapkan sesuai keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor: Kep.234/Men/2003 yaitu 8 jam sehari atau 40 jam per minggu dan jam kerja selebihnya dianggap lembur. Perhitungan uang lembur menggunakan acuan 1/173 dari upah sebulan (Pasal 10 Kep.234/Men/2003) dimana untuk jam kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam dan untuk jam lembur berikutnya dibayar 2 kali upah sejam. Perincian jam kerja non-shift.

### Senin – Kamis

Pukul 08.00 – 12.00 WIB	→	Waktu kerja
Pukul 12.00 – 13.00 WIB	→	Waktu istirahat
Pukul 13.00 – 17.00 WIB	→	Waktu kerja

### Jumat

Pukul 08.00 – 12.00 WIB	→	Waktu kerja
Pukul 12.00 – 14.00 WIB	→	Waktu istirahat
Pukul 14.00 – 17.00 WIB	→	Waktu kerja

## 2. Karyawan Shift

Untuk pekerjaan yang langsung berhubungan dengan produksi yang membutuhkan pengawasan terus menerus selama 24 jam, para karyawan diberi pekerjaan bergilir (shift work). Pekerjaan dalam satu hari dibagi menjadi tiga shift, yaitu tiap shift bekerja selama 8 jam dari 15 menit pergantian shift dengan pembagian sebagai berikut:

Shift I (pagi)	: 06.00 – 14.00 WIB
Shift II (sore)	: 14.00 – 22.00 WIB
Shift III (malam)	: 22.00 – 06.00 WIB

Jam kerja bergiliran berlaku bagi karyawan. Untuk memenuhi kebutuhan pabrik, setiap karyawan shift dibagi menjadi empat regu dimana tiga regu dan satu regu istirahat. Pada hari minggu dan libur nasional karyawan shift tetap bekerja dan libur 1 hari setelah tiga kali shift.

### 3. Karyawan borongan

Apabila diperlukan, maka perusahaan dapat menambah jumlah karyawan yang dikerjakan secara borongan selama kurun jangka waktu tertentu yang ditentukan menurut kebijaksanaan perusahaan.

#### 10.6 Jumlah karyawan dan Tingkat Pendidikan

Dalam melaksanakan kegiatan perusahaan pabrik, dibutuhkan susunan karyawan seperti pada struktur organisasi. Jumlah karyawan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut tabel 9.2

Jumlah Karyawan dan Kualifikasinya.

Jabatan	Jumlah	Pendidikan
Dewan Komisaris	1	Ekonomi/Teknik (s1)
Direktur	1	Teknik Kimia (S2), Pengalam 10 tahun
Staff Ahli	1	Teknik Kimia (S2)
Sekretaris	1	Sekretaris (D3)
Manajer Produksi	1	Teknik Kimia (S1)
Manajer Teknik	1	Teknik Industri (S1), Pengalaman 5 tahun
Manajer Umum dan Keuangan	1	Ekonomi/Manajemen (S1) Pengalaman 5 tahun
Manajer Pembelian dan Pemasaran	1	Ekonomi/Manajemen (S1), Pengalaman 5 tahun
Kepala Seksi Proses	1	Teknik Kimia (S1)
Kepala Seksi Laboratorium	1	Teknik Kimia (S1)
Kepala Seksi Utilitas	1	Teknik Kimia (S1)
Kepala Seksi Maintenece	1	Teknik Mesin (S1)
Kepala Seksi Listrik	1	Teknik Elektro (S1)
Kepala Seksi Instrumentasi	1	Tekni Instrumentasi Pabrik (D4)
Kepala Seksi Keuangan	1	Ekonomi (S1)
Kepala Seksi Administrasi	1	Manajemen/Akuntansi (S1)
Kepala Seksi Personalia	1	Hukum (S1)
Kepala Seksi Pembelian	1	Manajemen Pemasaran (D3)
Kepala Seksi Penjualan	1	Manajemen Pemasaran (D3)
Kepala Seksi Gudang	1	Politeknik (D3)

Karyawan Produksi	32	SMK/Politeknik
Karyawan Teknik	17	SMK/Politeknik
Karyawan Umum dan Keuangan	11	SMU/D1/Politeknik
Karyawan Pembelian dan Pemasaran	14	SMU/D1/Politeknik
Dokter	1	Kedokteran (S1)
Perawat	2	Akademi Perawat (D3)
Petugas Keamanan	4	SMU/Pesiunan ABRI
Petugas Kebersihan	4	SMU
Perwira Keamanan	9	Porli Yang masih aktif
Supir	6	SMU/STM
Jumlah	132	

### 10.7 Sistem Penggajian

Penggajian karyawan didasarkan kepada jabatan, tingkat pendidikan, pengalaman kerja, keahlian dan resiko kerja.

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji (Rp/orang)	TOTAL
1	Dewan komisaris	1	Rp 13.000.000	Rp 13.000.000
2	Direktur	1	Rp 18.000.000	Rp 18.000.000
3	Staff ahli	1	Rp 9.000.000	Rp 9.000.000
4	Sekretaris	1	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
5	Manajer Teknik	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
6	Manajer Produksi	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
7	Manajer QC dan Lab.	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
8	Manajer Umum & Keuangan	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
9	Manajer Pembelian & Pemasaran	1	Rp 7.000.000	Rp 7.000.000
10	Kasek. Maintenance	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
11	Kasek. Proses	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
12	Kasek. Instrumentasi	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
13	Kasek. Utilitas	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
14	Kasek. Quality Control	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
15	Kasek. Laboratorium	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000

16	Kasek. Administrasi	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
17	Kasek. Keuangan	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
18	Kasek. Pembelian	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
19	Kasek. Personalia	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
20	Kasek. Listrik	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
21	Kasek. Penjualan	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
22	Kasek. Gudang	1	Rp 4.500.000	Rp 4.500.000
23	Karyawan Produksi	32	Rp 1.800.000	Rp 57.600.000
24	Karyawan Teknik	17	Rp 1.800.000	Rp 30.600.000
25	Karyawan Umum & Keuangan	4	Rp 1.800.000	Rp 7.200.000
26	Karyawan Pembelian & Pemasaran	12	Rp 1.800.000	Rp 21.600.000
27	Karyawan QC dan Lab.	12	Rp 1.800.000	Rp 21.600.000
28	Karyawan Personalia	3	Rp 1.800.000	Rp 5.400.000
29	Karyawan Gudang	7	Rp 1.800.000	Rp 12.600.000
30	Dokter	1	Rp 3.000.000	Rp 3.000.000
31	Perawat	2	Rp 1.800.000	Rp 3.600.000
32	Petugas keamanan	9	Rp 1.500.000	Rp 13.500.000
33	Petugas kebersihan	4	Rp 1.300.000	Rp 5.200.000
34	Perwira keamanan	4	Rp 1.600.000	Rp 1.600.000
35	Supir	6	Rp 1.600.000	Rp 9.600.000
<b>Jumlah</b>		<b>132</b>	<b>Rp 158.900.000</b>	<b>Rp 328.600.000</b>

### 10.8 Fasilitas Tenaga Kerja

Selain upah resmi, perusahaan juga memberikan beberapa fasilitas kepada setiap tenaga kerja antara lain:

1. Fasilitas cuti tahunan
2. Tunjangan hari raya dan bonus
3. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian, yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik kecelakaan sewaktu bekerja maupun diluar pekerjaan.
4. Pelayanan kesalahan yang memadai.
5. Penyediaan sarana transportasi/bus karyawan.

6. Penyediaan kantin, tempat ibadah dan sarana olah raga.
7. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu,seragam,helm dan sarung tangan).
8. Fasilitas kendaraan untuk para manajer bagi karyawan pemasaran dan pembelian.
9. Family Gathering Party (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.
10. Bonus 1% dari keuntungan perusahaan akan didistribusikan untuk seluruh karyawan.

## BAB XI

### ANALISA EKONOMI

Untuk mengevaluasi kelayakan berdirinya suatu pabrik dan tingkat pendapatannya, maka dilakukan perhitungan secara teknik. Selanjutnya perlu juga dilakukan analisa terhadap aspek ekonomi dan pembiayaannya. Dari hasil analisa tersebut diharapkan berbagai kebijakan dapat diambil untuk pengarahannya secara tepat. Suatu rancangan pabrik dianggap layak didirikan bila dapat beroperasi dalam kondisi yang memberikan keuntungan.

Berbagai parameter ekonomi digunakan sebagai pedoman untuk menentukan layak tidaknya suatu pabrik didirikan dan besarnya tingkat pendapatan yang dapat diterima dari segi ekonomi. Parameter-parameter tersebut antara lain:

1. Modal investasi / Capital Investment (TCI)
2. Biaya produksi total / Total Cost (TPC)
3. Laju pengembalian Modal / Return On Investment (ROI)
4. Waktu pengembalian Modal / Pay Out Time (POT)
5. Laju pengembalian internal / Internal Rate of Return (IRR)

#### **A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)**

1. Fixed Capital Investment (FCI)



a. Biaya langsung (DC)

Direct Cost (DC) (dalam rupiah)		
Harga peralatan	E	Rp. 12.161.569.078
Instrument dan Control	13% E	Rp. 1.581.003.980
Perpipaan Terpasang	10% E	Rp. 1.216.156.908
Listrik Terpasang	5% E	Rp. 608.078.454
Tanah		Rp. 5.193.450.000
Bangunan		Rp. 14.887.890.000
Instalasi alat	40% E	Rp. 4.864.627.631
Pengembangan lahan	5% E	Rp. 608.078.454
<i>Service facilities</i>	30% E	Rp. 3.648.470.723
<b>Total Direct Cost (DC)</b>		<b>Rp. 48.417.795.951</b>

b. Biaya Tak Langsung (IC)

Indect Cost (IC)		
Engineering	35% E	Rp. 4.256.549.177
Biaya konstruksi	40% E	Rp. 4.864.627.631
<b>Total Indirect Cost (IC)</b>		<b>Rp. 9.121.176.808</b>

c. Fixed Capital Investment (FCI)

Fixed Capital Investment (FCI)		
Biaya langsung (DC) + biaya tak langsung (IC)		Rp. 57.538.972.760
Biaya kontraktor	5% (DC + IC)	Rp. 2.876.948.638
Biaya tak terduga	1%(DC + IC)	Rp. 575.389.728
<b>Total Fixed Capital Investment (FCI)</b>		<b>Rp. 60.991.311.125</b>

2. Work Capital Investment (WCI)

Work Capital Investment (WCI) = 15% . FCI

$$WCI = 0.15 \times \text{Rp. } 60.991.311.125$$

$$WCI = \text{Rp. } 9.148.696.669$$

$$\text{Total Capital Investment (TCI)} = \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$\text{TCI} = \text{Rp. } 60.991.311.125 + \text{Rp. } 9.148.696.669 = \text{Rp. } 70.140.007.794$$

Modal yang digunakan terdiri dari :

$$\text{a. Modal sendiri} = 60\% \times \text{TCI} = \text{Rp. } 42.084.004.676$$

$$\text{b. Modal Pinjaman (MP)} = 40\% \times \text{TCI} = \underline{\text{Rp. } 28.056.003.118}$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 70.140.007.794$$

## H. Penentuan Total Production Cost (TPC)

### 1. Biaya Pembuatan (MC)

#### a. Biaya Produksi Langsung (DPC)

Gaji karyawan 1 tahun (GK)		3.943.200.000
Bahan baku 1 tahun		502.922.898.774
Biaya utilitas 1 tahun		152.561.558.055
Biaya pengemasan 1 tahun		572.864.702
Biaya lab. (8 % TK)	8%	315.456.000
Pemeliharaan dan perawatan (10 % FCI)	10%	6.099.131.113
Patent and royalties (1% TPC)	1%	575.389.728
Supervisi (15% TK)	15%	591.480.000
Penyediaan operasi (20 % pemeliharaan)	20%	1.219.826.223
<b>Biaya produksi langsung (DPC)</b>		<b>668.801.804.593</b>



b. Biaya Produksi Tetap (FPC)

Fixed Cost (FPC)		
Depresiasi alat	13% FCI	Rp. 7.928.870.446
Depresiasi bangunan	1% FCI	Rp. 609.913.111
Pajak Kekayaan	2% FCI	Rp. 1.219.826.223
Asuransi	3% FCI	Rp. 1.829.739.334
Bunga pinjaman	15% MP	Rp.4.208.400.468
<b>Total Fixed Production Cost (FPC)</b>		<b>Rp. 15.796.749.581</b>

c. Biaya Overhead Pabrik (OP)

$$\begin{aligned} \text{Biaya Overhead} &= 40 \% \text{ GK} = 0.4 \text{ GK} \\ &= 0.4 * \text{Rp. 3.943.200.000} \\ &= \text{Rp. 1.577.280.000} \end{aligned}$$

d. Total biaya pembuatan (COM) = DPC + FPC + OP

$$\begin{aligned} \text{COM} &= \text{Rp. 668.801.804.593} + \text{Rp. 15.796.749.581} + \text{Rp. 1.577.280.000} \\ &= \text{Rp. 686.175.834.175} \end{aligned}$$

2. Biaya Umum (GE)

General Expense (GE)		
Administrasi	15% GK	Rp. 591.480.000
Distribusi dan pemasaran	2% TPC	Rp. 1.150.779.455
LITBANG (R&D)	3% TPC	Rp. 1.726.169.183
<b>Total GE</b>		<b>Rp. 3.468.428.638</b>

$$\text{Biaya produksi total (TPC)} = \text{GE} + \text{COM}$$

$$\text{TPC} = \text{Rp. 3.468.428.638} + \text{Rp. 686.175.834.175} = \text{Rp. 689.644.262.813}$$

I. Penentuan Laba Perusahaan

Labanya perusahaan yaitu keuntungan yang diperoleh dari penjualan produk.

Total penjualan per tahun = Rp. 711.292.111.411

$$\begin{aligned}
 \text{Laba kotor} &= \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi} \\
 &= \text{Rp. } 711.292.111.411 - \text{Rp. } 689.644.262.813 \\
 &= \text{Rp. } 21.647.848.598 \\
 \text{Pajak penghasilan} &= 30 \% \text{ dari laba kotor} \\
 &= (0.3 \times \text{Rp. } 21.647.848.598) \\
 &= \text{Rp. } 6.494.354.580 \\
 \text{Laba bersih} &= \text{laba kotor} \times (1 - \% \text{ pajak}) \quad (\text{Vilbrant, hal. 252}) \\
 &= \text{Rp. } 17.421.060.707 \times (1 - 0.3) \\
 &= \text{Rp. } 15.153.494.019
 \end{aligned}$$

Nilai penerimaan *Cash Flow* setelah pajak ( $C_A$ ) :

$$\begin{aligned}
 C_A &= \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat} \\
 &= \text{Rp. } 12.194.742.495 + \text{Rp. } 7.928.870.446 \\
 &= \text{Rp. } 23.082.364.465
 \end{aligned}$$

## J. Analisis Probabilitas

### J.1. Laju Pengembalian Modal (*Rate On Investment = ROI*)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

- ROI sebelum pajak

$$\begin{aligned}
 ROI_{BT} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\
 &= \frac{\text{Rp. } 21.647.848.598}{\text{Rp. } 60.991.311.125} \times 100 \% \\
 &= 35,49 \%
 \end{aligned}$$

- ROI setelah pajak

$$\begin{aligned}
 ROI_{AT} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\
 &= \frac{\text{Rp. } 12.194.742.495}{\text{Rp. } 60.991.311.125} \times 100 \% \\
 &= 24,85 \%
 \end{aligned}$$

**J.2. Lama Pengembalian Modal (POT)**

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari laba yang dihitung dikurangi penyusutan atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi.

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= \frac{\text{Rp.60.991311.125}}{\text{Rp.23.082.364.465}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 2,64 \text{ tahun} \approx 3 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

**J.3. Break Event Point (BEP)**

BEP adalah titik dimana jika tingkat kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FPC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - (0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100\%$$

Biaya produksi tetap (FPC) = Rp. 15.796.749.581

◆ Biaya semi variabel (SVC)

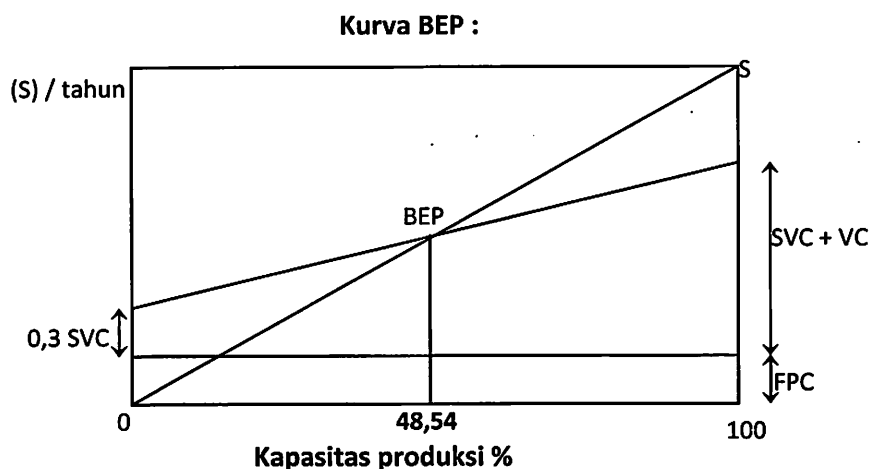
1. Biaya umum (GE)	3.468.428.638
2. Biaya overhead	1.577.280.000
3. Penyediaan operasi	1.219.826.223
4. Biaya lab.	315.456.000
5. Gaji karyawan langsung	3.943.200.000
6. Supervisi	591.480.000
7. Perawatan dan pemeliharaan	6.099.131.113
<b>Total biaya semi variabel (SVC)</b>	<b>17.214.801.973</b>

**Menghitung Biaya Variabel (VC)**

1. Bahan baku 1 tahun	502.922.898.774
2. Biaya utilitas 1 tahun	152.561.558.055
3. Biaya pengemasan 1 tahun	572.864.702
<b>Total biaya variabel (VC)</b>	<b>656.057.321.531</b>

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FPC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - (0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp.15.796.749.581} + (0,3 \times \text{Rp.17.214.801.973})}{\text{Rp.722.484.524.450} - (0,7 \times \text{Rp.17.214.801.973} - \text{Rp.656.057.321.531})} \times 100\% \\
 &= 48,54 \%
 \end{aligned}$$



Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi = 48,54 % x 30000 ton/tahun  
 = 14561,6308ton/tahun

Nilai BEP untuk Pabrik Ammonium Klorida berada diantara nilai 40 – 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.

Untuk produksi tahun pertama kapasitas pabrik 80 % dari kapasitas yang sesungguhnya, sehingga keuntungan adalah :

$$\frac{\text{PBi}}{\text{PB}} = \frac{(100 - \text{BEP}) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - \text{BEP})}$$

Dimana :

PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

% kapasitas = % kapasitas yang tercapai

$$\frac{PB_i}{Rp.15.153.494.019} = \frac{(100 - 48,54) - (100 - 80)}{(100 - 48,54)}$$

$$PB_i = Rp. 9.264.208.494$$

Sehingga *Cash Flow* setelah pajak untuk tahun pertama adalah :

$$CA_1 = PB_i + Depresiasi \text{ alat}$$

$$= Rp. 9.264.208.494 + Rp. 7.928.870.446$$

$$= Rp. 17.193.078.940$$

#### J.4. Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal suatu pabrik yang masih boleh beroperasi

$$SDP = \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7 \text{ SVC} - VC} \times 100\%$$

$$= \frac{0.3 (Rp.17.214.801.973)}{Rp.722.484.524.450 - 0,7(Rp.17.214.801.973) - Rp.656.057.321.531} \times 100\%$$

$$= 11,96 \%$$

$$\text{Titik SDP terjadi pada kapasitas produksi} = 11,96 \% \times 30.000 \text{ ton/tahun}$$

$$= 3.587,7103 \text{ ton/tahun}$$

#### J.5. Net Present Value (NPV)

Motode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih sekarang dengan nilai investasi sekarang dengan bunga bank 15%.

Langkah – langkah menghitung NPV :

a. menghitung  $C_{A_0}$  (tahun ke – 0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$C_{A-2} = 40 \% \times FCI \times (1 + i)^2$$

$$= 40 \% \times Rp. 60.991.311.125 \times (1 + 0.15)^2$$

$$= \text{Rp. } 32.264.403.585$$

$$\begin{aligned} C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^1 \\ &= 60\% \times \text{Rp. } 60.991.311.125 \times (1 + 0.15)^2 \\ &= \text{Rp. } 48.396.605.378 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-0} &= - (C_{A-2} + C_{A-1}) \\ &= - (\text{Rp. } 32.264.403.585 + 48.396.605.378) \\ &= - \text{Rp. } 80.661.008.963 \end{aligned}$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$\text{NPV} = C_A \times Fd$$

dimana :  $C_A$  = *Cash flow* setelah pajak

$$Fd = \text{faktor diskon} = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

n = tahun ke-n

i = tingkat bunga bank

Tabel E.5. *Cash Flow* untuk NPV selama 10 tahun dengan nilai sisa = 0

Tahun	Cash Flow/CA (Rp)	Fd (i = 0.15)	NPV1
0	-80.661.008.963	1,0000	-80.661.008.963
1	17.193.078.940	0,8696	14.950.503.426
2	23.082.364.465	0,7561	17.453.583.717
3	23.082.364.465	0,6575	15.177.029.319
4	23.082.364.465	0,5718	13.197.416.799
5	23.082.364.465	0,4972	11.476.014.608
6	23.082.364.465	0,4323	9.979.143.137
7	23.082.364.465	0,3759	8.677.515.771
8	23.082.364.465	0,3269	7.545.665.888
9	23.082.364.465	0,2843	6.561.448.598
10	23.082.364.465	0,2472	5.705.607.477
<b>Nilai sisa</b>	0	0,2472	0
<b>WCI</b>	9.148.696.669	0,2472	2.261.417.897
<b>Jumlah</b>			32.324.337.675

Karena harga NPV = (+) maka pabrik layak untuk didirikan dengan suku bunga 15%.

c. *Internal Rate of Return* (IRR)



Tabel E.6. *Cash flow* untuk IRR

Tahun	Cash Flow / CA (Rp)	Fd 15% 15	NPV1	20% 20	NPV2
0	-80.661.008.963	1,0000	-80.661.008.963	1,0000	-80.661.008.963
1	17.193.078.940	0,8696	14.950.503.426	0,8333	14.327.565.783
2	23.082.364.465	0,7561	17.453.583.717	0,6944	16.029.419.767
3	23.082.364.465	0,6575	15.177.029.319	0,5787	13.357.849.806
4	23.082.364.465	0,5718	13.197.416.799	0,4823	11.131.541.505
5	23.082.364.465	0,4972	11.476.014.608	0,4019	9.276.284.588
6	23.082.364.465	0,4323	9.979.143.137	0,3349	7.730.237.156
7	23.082.364.465	0,3759	8.677.515.771	0,2791	6.441.864.297
8	23.082.364.465	0,3269	7.545.665.888	0,2326	5.368.220.247
9	23.082.364.465	0,2843	6.561.448.598	0,1938	4.473.516.873
10	23.082.364.465	0,2472	5.705.607.477	0,1615	3.727.930.727
<b>Nilai sisa</b>	0	0,2472	0	0,1615	0
<b>WCI</b>	9.148.696.669	0,2472	2.261.417.897	0,1615	1.477.565.588
<b>Jumlah</b>			32.324.337.675		12.680.987.376

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} x (i_2 - i_1)$$

Dimana:  $i_1$  = Bunga pinjaman ke-1 yang di trial 15%

$i_2$  = Bunga pinjaman ke-1 yang di trial 20%

$$= 15\% + \frac{Rp.32.324.337.675}{Rp.32.324.337.675 - Rp.12.680.987.376} x (20\% - 15\%)$$

$$= 23,23 \%$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (15%) maka pabrik Ammonium Klorida layak untuk didirikan.



## **BAB XII**

### **KESIMPULAN**

Pra rencana pabrik Ammonium Klorida dari Ammonium Sulfat dan Natrium Klorida ini diharapkan dapat mencapai hasil produksi yang maksimal sesuai dengan tujuan, sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dari hasil analisis yang dilakukan, pra rencana pabrik Ammonium Klorida dari Ammonium Sulfat dan Natrium Klorida ini layak untuk ditindaklanjuti dengan memperhatikan beberapa aspek berikut:

#### **12.1. Segi Teknis**

Ditinjau dari segi teknis, proses pembuatan Ammonium Klorida dari Ammonium Sulfat dan Natrium Klorida cukup menguntungkan karena hasil yang diperoleh cukup banyak dan kualitasnya cukup baik.

#### **12.2. Segi Sosial**

Pendirian pabrik ini dinilai cukup menguntungkan dilihat dari segi sosial karena dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat, dapat meningkatkan pendapatan per kapita daerah dan meningkatkan devisa negara.

#### **12.3. Segi Lokasi**

Penempatan pabrik Ammonium Klorida di daerah Gresik, Jawa Timur dinilai cukup menguntungkan dari segi lokasi karena:

- a. Bahan baku yang banyak terdapat di daerah Gresik, Madura dan sekitarnya, sehingga letak pabrik mendekati lokasi bahan baku.
- b. Sarana transportasi yang cukup menunjang karena dekat dengan jalur lintas utama.
- c. Tenaga kerja yang tersedia cukup banyak.
- d. Persediaan utilitas yang cukup besar.
- e. Cukup dekat dengan daerah pemasaran.

#### **12.4. Segi Ekonomi**

Kebutuhan akan Ammonium Klorida semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya perkembangan industri di Indonesia, sedangkan sampai saat ini Indonesia masih terus mendatangkan dari luar negeri (import).

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap pra rencana pabrik Ammonium Klorida, dinilai cukup menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut:

TCI = Rp. 70.140.007.794

ROI<sub>AT</sub> = 24,85 %

ROI<sub>BT</sub> = 35,49 %

POT = 3 tahun

BEP = 48,54 %

IRR = 23,23 %

## DAFTAR PUSTAKA

- Austin George. T, Sherever, 1986. *Chemical Proses Industries*, fifth edition, Mc. Grow Hill-Book Company, Singapore.
- Brownell, E. Lloyd and Young, H. Edwin, 1959. "*Process Equipment Design*", First Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Brown, G. G, 1950. "*Unit Operation*", First edition, John Willey and Son Inc, New York.
- C Vannes M. M, J. M. Smith H. Abbot 1996. "*Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*". Fourth Edition. McGraw-Hill Book CompanyInc. New York.
- Ettouney. 2002. *Fundamentals of Salt Water Desalination*. Department of Chemical Engineering College of Engineering and Petroleum Kuwait University. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Geankoplis, J. Christie, 1993. "*Transport Processes And Unit Operations*", Third Edition, Prentice Hall of India, New Delhi.
- Hesse, H. C, 1945. "*Process equipment design, First edition*", D, Van NostrandCompany, United States of America.
- Kainer. 2003. "*Inorganic Chemistry*", John Willey and Sons Inc. New York.
- Kern, Q. Donald, 1988. "*Process Heat Transfer*", McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kirk, R.E. dan Othmer, D.F. 1981. "*Encyclopedia of Chemical Engineering Technology*". John Wiley and Sons Inc. New York.
- McCabe, L. Warren, 1993. "*Unit Operation of Chemical Engineering*", Fifth Edition, McGraw – Hill, Inc, Singapore.
- Peters, S. Max and Timmerhaus, D. Klaus.,1991. "*Plant Design And Economics For Chemical Engineers*", Fourth Edition, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Perry, Robert H. 1997. "*Perry's Chemical Engineer's' Handbook*". McGraw-Hill Book Company Inc. New York.
- Ulrich, D. Gael.,1984. "*A Guide To Chemical Engineering Process Design And Economics*". New York: John Wiley and Sons.

Vogel. 1979. *“Textbook of Macro and Semimacro Qualitative Inorganic Analysis”*. G Svehla, Longman Inc. New York.