

# **PRA RENCANA PABRIK**

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

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
ROTARY DRYER**

## **SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

**RONI WICAKSONO**

**1014918**



**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 :

**RONI WICAKSONO** NIM. 10.14.918

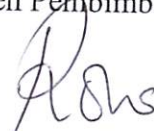
Malang, 3 Agustus 2013

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I



Ir. Muyassaroh, MT  
NIP. Y 1039700306

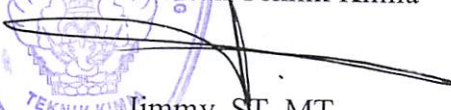
Mengetahui,  
Dosen Pembimbing II



Rini Kartika Dewi, ST, MT  
NIP. Y 1030100370

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Kimia





  
Jimmy, ST, MT  
NIP. Y 1039900330

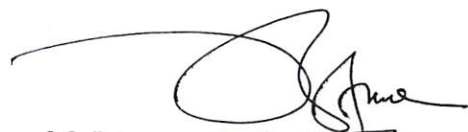
**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : RONI WICAKSONO  
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 : RONI WICAKSONO

NIM : 1014918

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,



RONI WICAKSONO



## 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
6.3.1 Perancangan dimensi rotary dryer.....	VI-1
6.3.2 Perancangan Penggerak Rotary Dryer .....	VI-6
6.3.3 Perancangan Poros Penyangga Roll Suport .....	VI-8
6.3.4 Perancangan Sistem Pondasi Tanpa Tulang .....	VI-12
<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**

Keadaan 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 aceton dan pyridine
- Larut dalam air, gliserol, dan  $\text{NH}_3$  cair

#### 1.4 Kegunaan Produk

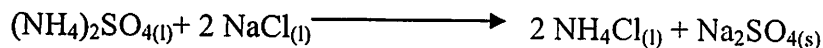
Ammonium Chloride mempunyai kegunaan yang amat luas di dalam industri kimia, baik sebagai bahan baku dan sebagai bahan pembantu. Sebagai bahan baku terutama digunakan pada pembuatan sel baterai kering. Sedangkan kegunaan lain adalah sebagai bahan baku dalam industri pupuk dan bahan penunjang dalam industri 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

$$\begin{aligned} F &= P ( 1 + i )^n \\ 8.432 \text{ ton} &= 5.720 \text{ ton} ( 1 + i )^4 \\ 1,47 &= ( 1 + i )^4 \\ \ln 1,47 &= 4 \ln ( 1 + i ) \\ 0,388 &= 4 \ln ( 1 + i ) \\ 0,097 &= \ln ( 1 + i ) \\ 1,1 &= ( 1 + i ) \\ i &= 0,1 \\ F &= P ( 1 + i )^n \end{aligned}$$

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

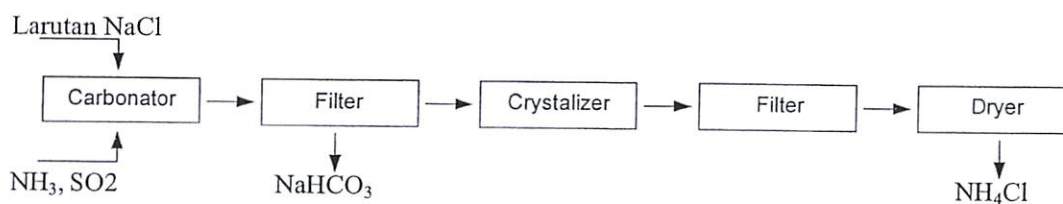
Ammonium Klorida dapat diproduksi dengan beberapa macam proses, sehingga diperlukan seleksi untuk mendapatkan hasil yang paling optimal. Untuk menghasilkan produk lebih disukai metathesis atau *double decomposition*.

#### 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)

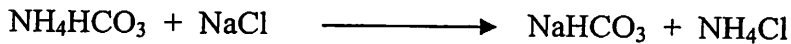
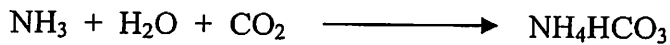
##### 2.1.1 Proses Soda – Amonia



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

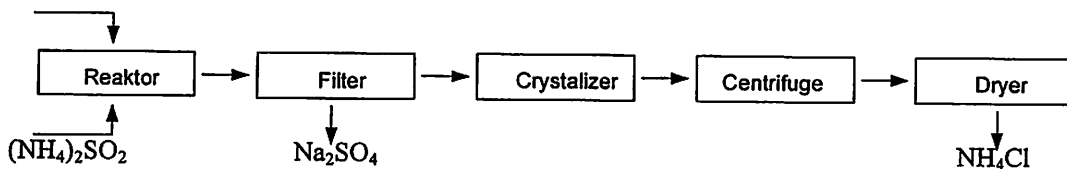


Kedua campuran antara sodium bikarbonat dan natrium klorida dipisahkan secara filtrasi. Ammonium klorida direcycle dari filtrat dengan kristalisasi yang diikuti pencucian dan pengeringan, diperoleh  $\text{NaHCO}_3$  sebagai *cake* dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  sehingga filtrat diambil dengan jalan kristalisasi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

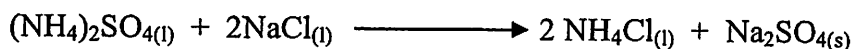
(Kirk Othmer, Vol 2)

### 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 :

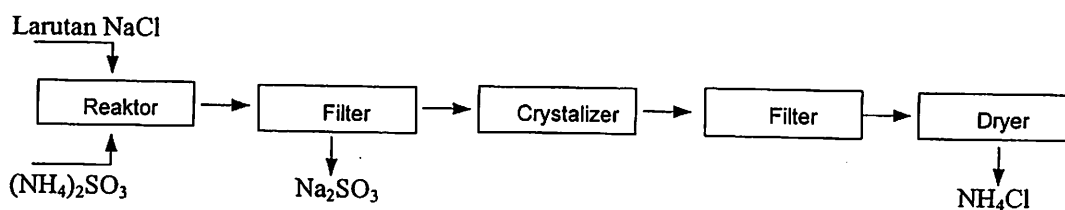


Ammonium klorida dihasilkan dengan mereaksikan larutan ammonium sulfat dengan larutan natrium klorida di dalam reaktor yang dilengkapi dengan pengaduk yang dijaga pada suhu  $100^\circ\text{C}$ . Dalam proses ini digunakan  $\text{NaCl}$  5 % berlebih dan Konversi reaksi dalam reaktor 95 %. Campuran 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.

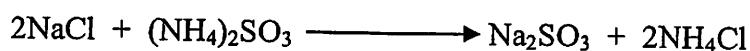
( Kirk Othmer, Vol 2)

### 2.1.3 Proses Ammonium Sulfit – Natrium Klorida



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

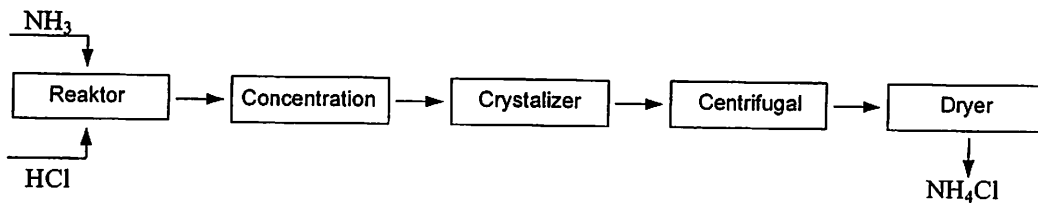
Reaksi yang terjadi :



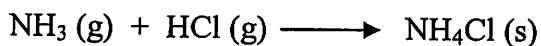
Proses ini mempunyai keuntungan dimana dibutuhkan bahan baku dengan kemurnian tinggi dan seragam, contohnya kristal  $\text{NaCl}$  dari air laut, anhydrous ammonia, dan sulfur dioxide dari plant asam sulfat terdekat. Prosedur penambahan ammonia dan sulfur dioxide secara terus menerus dalam larutan garam, 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  $60\text{ }^\circ\text{C}$  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 :

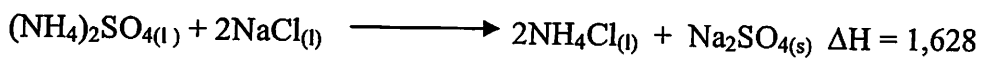
1. Persiapan bahan baku.
2. Reaksi pembentukan produk.
3. Proses pemurnian Ammonium Klorida.
4. Tahap penyimpanan produk

### 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

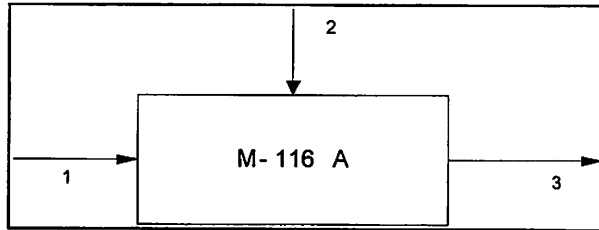
## NERACA MASSA

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

(330 hari, 24 jam operasi)

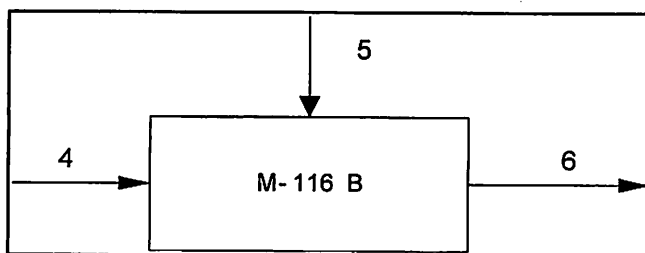
Basis = 3797,373 kg/jam bahan baku

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



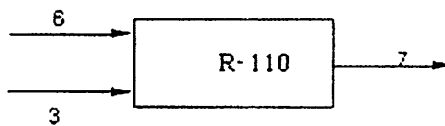
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4684,612		4684,612
$\text{H}_2\text{SO}_4$	16,632		16,632
$\text{H}_2\text{O}$	842,676	6005,913	6848,588
	5543,919	6005,913	
total	11549,832		11549,832

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



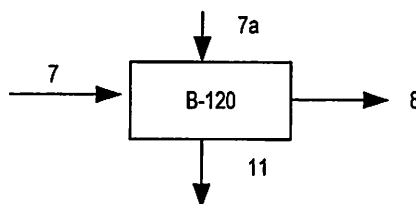
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	Arus 4	Arus 5	Arus 6
NaCl	4359,883		4359,883
CaSO <sub>4</sub>	7,552		7,552
H <sub>2</sub> O	667,072	12010,697	12677,769
total	5034,507	12010,697	17045,204
	17045,204		

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



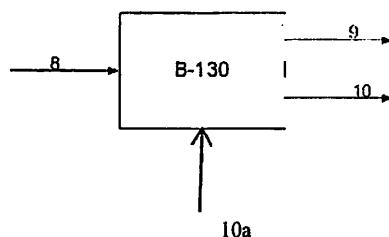
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	Arus 3	Arus 6	Arus 7
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4684,612		234,231
NaCl		4359,883	415,227
NH <sub>4</sub> Cl			3607,506
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			4787,531
H <sub>2</sub> O	6848,588	12677,769	19526,358
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16,632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



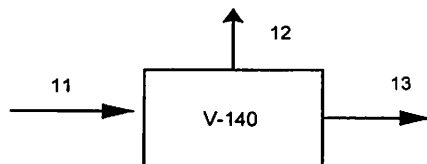
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Arus 7	Arus 7a	Arus 8	Arus 11
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	234,231		7,027	227,204
NaCl	415,227		5,190	410,037
NH <sub>4</sub> Cl	3607,506		9,019	3598,487
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4787,531		4428,466	359,065
H <sub>2</sub> O	19526,358	531,948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

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



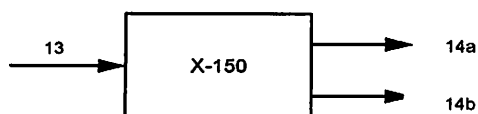
Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)	
	Arus 8	Arus 10a	Arus 9	Arus 10
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7,027			7,027
NaCl	5,190			5,190
NH <sub>4</sub> Cl	9,019			9,019
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4428,466			4428,466
H <sub>2</sub> O	503,160		500,730	2,430
CaSO <sub>4</sub>	7,552			7,552
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)



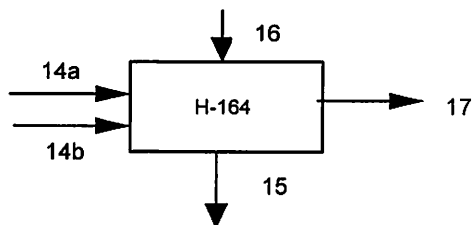
Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	227,204		227,204
NaCl	410,037		410,037
NH <sub>4</sub> Cl	3598,487		3598,487
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	359,065		359,065
H <sub>2</sub> O	19555,145	16969,595	2585,550
H <sub>2</sub> SO <sub>4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

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



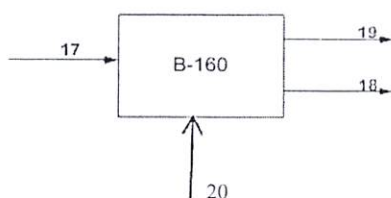
Komponen	Masuk (kg)	Keluar (kg)	
	Arus 13	Arus 14a	Arus 14b
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	227,204		227,204
NaCl	410,037		410,037
NH <sub>4</sub> Cl	3598,487		
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	359,065		359,065
H <sub>2</sub> O	2585,550		2585,550
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8,316		8,316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

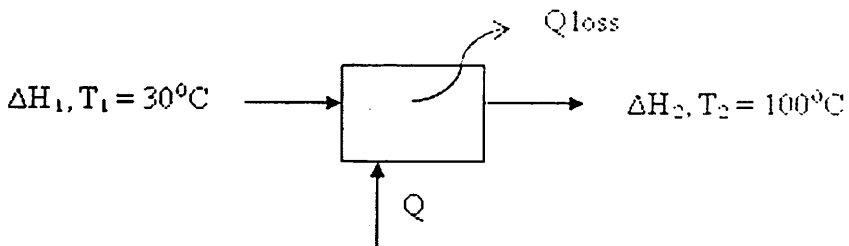
Kapasitas produksi = 30000 ton/tahun

Waktu operasi = 330 hari/tahun

Basis waktu = 1 jam

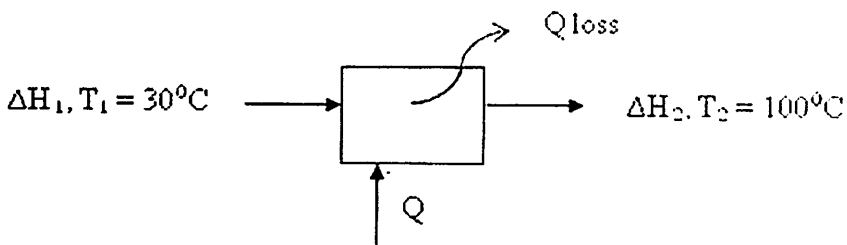
Basis suhu = 25°C

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



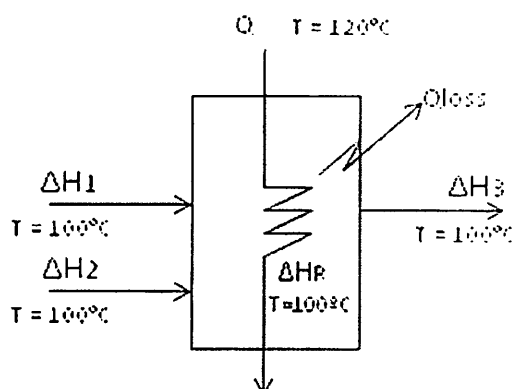
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
ΔH <sub>1</sub>	11147,4548	ΔH <sub>2</sub>	167099,9499
Q	164747,2293	Q loss	8794,7342
<b>Total</b>	<b>175894,6841</b>	<b>Total</b>	<b>175894,6841</b>

#### 2. Heater NaCl



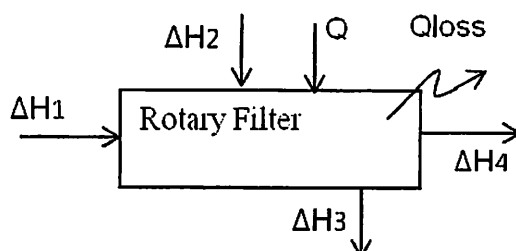
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	8020,141	$\Delta H_2$	121125,633
Q	119480,525	Q loss	6375,033
<b>Total</b>	<b>127500,667</b>	<b>Total</b>	<b>127500,667</b>

### 3. Reaktor



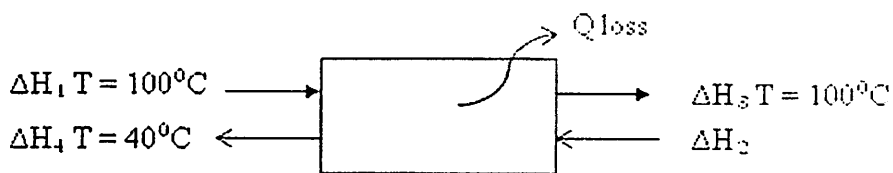
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	167099,950	$\Delta H_3$	290993,417
$\Delta H_2$	121125,633	Q loss	35558,108
Q	422936,584	$\Delta H_R$	384610,642
<b>Total</b>	<b>711162,167</b>	<b>Total</b>	<b>711162,167</b>

### 4. Rotary Filter



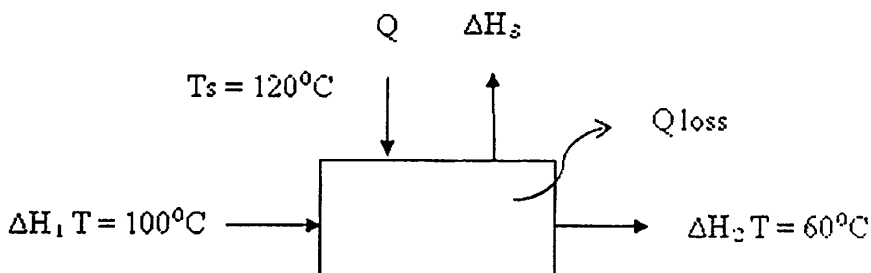
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	290993,417	$\Delta H_3$	79495,779
$\Delta H_2$	2785,726	Q loss	14688,957
Q	14119,681	$\Delta H_4$	213714,087
<b>Total</b>	<b>307898,824</b>	<b>Total</b>	<b>307898,824</b>

### 5. Rotary Dryer



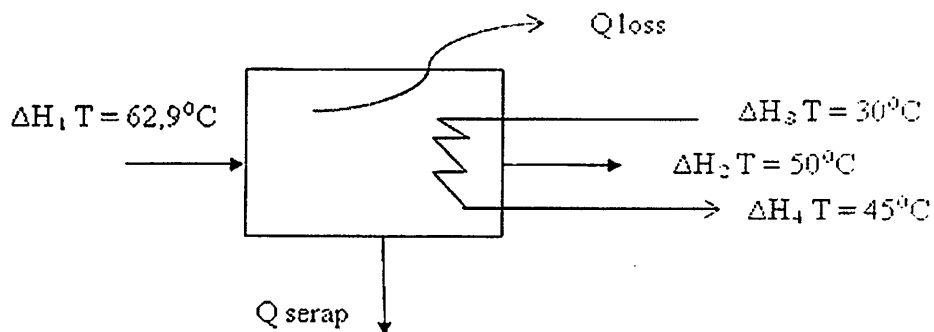
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	79495,779	$\Delta H_3$	77409,404
$\Delta H_2$	3974,789	$\Delta H_4$	2086,376
		Q loss	3974,789
<b>Total</b>	<b>83470,568</b>	<b>Total</b>	<b>83470,568</b>

### 6. Evaporator



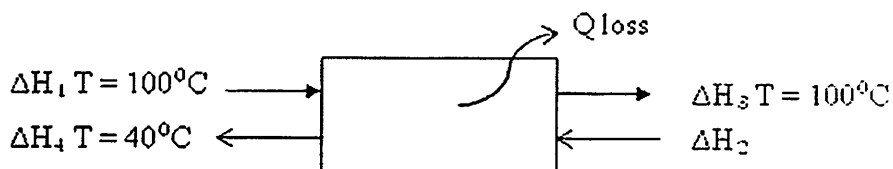
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	208381,105	$\Delta H_2$	70299,712
Q	96851,654	$\Delta H_3$	219671,408
		Q loss	15261,638
<b>Total</b>	<b>305232,758</b>	<b>Total</b>	<b>305232,758</b>

## 7. Kristaliser



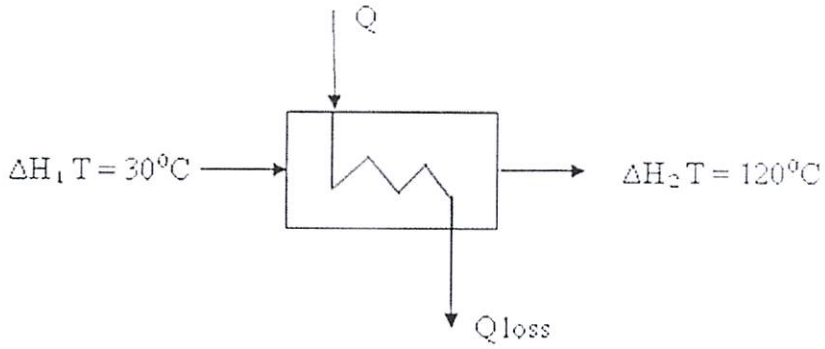
Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	70299,712	$\Delta H_2$	45914,782
		Q serap	20869,945
		Q loss	3514,986
<b>Total</b>	<b>70299,712</b>	<b>Total</b>	<b>70299,712</b>

## 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 pusper, 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 ( $\text{NaCl}$ )  
 Jumlah : 1 buah  
 Tipe : 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 =  $73.210 \text{ lb/ft}^3$

Menentukan :

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

#### Rancangan dimensi reaktor

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

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

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

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

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

### Menentukan dimensi vessel

#### Menghitung diameter vessel

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

$$\text{Volume total} = V_{\text{tutup bawah}} + V_{\text{silinder}} + V_{\text{tutup atas}}$$

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \tan(2\alpha)} + \frac{\pi \cdot di^2}{4} \cdot L_s + 0.085 \text{ di}^3$$

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

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

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

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

#### Menghitung tinggi liquid dalam shell

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

$$861.096 \text{ ft}^3 = \frac{\pi}{4} di^2 L_s + \frac{\pi \cdot di^3}{24 \tan(2\alpha)}$$

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

$$L_s = 60.939 \text{ ft} = 731.274 \text{ in}$$

**Menentukan P design (Pi)**

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

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

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

**Menentukan tebal silinder (ts)**

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

**Standardisasi do**

$$d_o = d_i + 2 \cdot t_s$$

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

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

$$\text{Standardisasi } d_o = 114 \text{ in (Brownell \& Young, tabel 5.7 hal 90)}$$

$$d_i = d_o - 2 \cdot t_s$$

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

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

hubungan antara  $L_s$  dan  $d_i$  :

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

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

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

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

### Menentukan dimensi tutup

#### Menentukan tebal tutup atas berbentuk standart dished

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

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

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

ri Brownell & Young, persamaan 13.12 hal 2 :

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

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

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

ggi tutup atas (h :

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

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

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

$$= \sqrt{(BC)^2 - (AB)^2} = \sqrt{(106.808)^2 - (49.995)^2}$$

$$= 89.400 \text{ in}$$

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

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

#### Menentukan tebal tutup bawah

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

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

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

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

ri 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 ( $h_b$ ):

$$= \frac{1}{2} \text{ di}$$

$$\frac{\text{tg } 1/2 \alpha}{}$$

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

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

ri perhitungan diatas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai beri :

$$= 114 \text{ in} \quad t_{ha} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$= 113.625 \text{ in} \quad \frac{3}{16}$$

$$= 170.438 \text{ in} \quad h_a = 26.413 \text{ in}$$

$$= \frac{3}{16} \text{ in} \quad t_{hb} = \frac{3}{16} \text{ in}$$

$$\quad \quad \quad h_b = 34.802 \text{ in}$$

$$\text{inggi reaktor} = h_b + L_s + h_a$$

$$= 34.802 + 170.4 + 26.413 \text{ in}$$

$$= 231.652 \text{ in} = 19.304 \text{ ft}$$

### Perhitungan pengaduk

encanaan pengaduk :

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

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

an poros pengaduk : Hot Roller SAE 1020

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

$$D_t/D_i : 2.4 - 3$$

$$Z_i/D_i : 0.75 - 1.3$$

$$Z_i/D_i : 2.7 - 3.9$$

$$W/D_i : 0.17$$

manε :

Dt = Diameter dalam dari silinder

Di = Diameter impeller

Menentukan diameter impeller

$$D_i = 3$$

$$D_i = D_t/3.0$$

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

Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$D_i = 0.9$$

$$Z_i = 0.9D_i$$

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

Menentukan panjang impeller

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

$$L = 1/4 D_i$$

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

Menentukan lebar impeller

$$D_i = 0.170$$

$$W = 0.17D_i$$

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

Menentukan tebal blades

$$t = 1/12$$

$$J = 1/12 D_t$$

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

Menentukan jumlah pengaduk

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

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



**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>

$D_i$  = diameter impeller = 37.875 in = 3.156 ft

$g_c$  = 32.200 lb.ft/dt<sup>2</sup>.lbf

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

Perhitungan bilangan Reynold (  $N_{Re}$  )

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

viskositas  $\mu$  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 McCabe II hal 47, diketahui aliran liquid adalah turbulen (  $N_{Re} > 2100$  )

Dari pers. 9.23 & 9.24, diperoleh McCabe hal 245  $\Phi = 6.300$

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

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

$$= 20770.961 / 550$$

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

Efisiensi motor adalah 0.900

(Timmerhouse, fig. 14-38)

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

### Perhitungan poros pengaduk

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 :

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

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

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

$S$  = maksimum design shearing stress yang diijinkan

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

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

sehingga didapatkan diameter poros pengaduk ( $D$ ) :

$$D = \left[ \frac{16 \times T}{\pi \times S} \right]^{1/3} = \left[ \frac{16 \times 17630.839 \text{ lb.in}}{3.14 \times 7200 \text{ lb/in}^2} \right]^{1/3} = 2.300 \text{ in}$$

Panjang poros

dimana :

$$L = h + l - Z_i$$

dimana :

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

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

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

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

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

li panjang poros pengadu :

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

simpulan dimensi pengaduk :

- pe : Axial turbin 4 blades sudut  $45^\circ$
- : Diameter impeller = 37.875 in
- : Tinggi impeller dari dasar bejan = 34.088 in
- : lebar impeller = 6.439 in
- : panjang impelle = 9.469 in
- : tebal blades = 9.469 in
- : jumlah pengadu = 3 buah

$$P_a = 41.962 \text{ Hp}$$

$$\text{meter poros} = 2.300 \text{ in}$$

$$\text{panjang poros} = 223.977 \text{ in}$$

### Perhitungan Nozzle

rencanaan :

zzle pada tutup atas standard dishead

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

Nozzle untuk pemasukan umpan/feed NaCl

zzle untuk silinder reaktor

Nozzle untuk pemasukan coil

Nozzle untuk pengeluaran coil

zzle pada tutup bawah conical

Nozzle untuk pengeluaran produk

anakan flange standard type welding neck p:

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

**sar perhitungan**

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

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

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

hitungar :

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

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

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

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

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

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

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

Nozzle pemasukan umpan/feed NaCl

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

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

hitungar :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran coil pemanas

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

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

hitungar :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Nozzle pengeluaran produk

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

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

hitungar :

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

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

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

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

$$\text{Di opt} = 3.9 \quad Q^{0.45} \quad \rho^{0.13}$$

$$= 3.9 \quad 0.239^{0.45} \quad 73.21^{0.13}$$

$$= 2.93 \text{ in} = 0.244 \text{ ft}$$

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

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

$$\text{OD} = 3.5 \text{ in}$$

$$A = 0.04587 \text{ ft}^2$$

Nozzle untuk manhole

yang 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
tebalan 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

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

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

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

zzle 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  
 S = Ukuran pipa nominal (in)  
     = Diameter luar flange (in)  
     = Ketebalan flange minimum (in)  
     = Diameter luar bagian yang menonjol (in)  
     = Diameter hubungan atas (in)  
     = Diameter hubungan pada titik pengelasan (in)  
     = Panjang julakan (in)  
     = 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

### 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.

**Parameter perancangan :**

Aliran masuk dalam reaktor

$$3595.036 \text{ kg/jam} = 63040.616 \text{ lb/jam}$$

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

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

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

Gunakan coil pendingin dengan bentuk spiral

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

rownell & Young, tabel 13.1 hal 251 )

entukan  $\Delta T$  LMTD :

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

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

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

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

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

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

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

entukan suhu kalor :

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

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

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

ern, tabel 11 hal 844 )

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

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

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

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

ar perhitungan :

efisien perpindahan panas bagian dalam pipa coil pemanas

etahui :

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

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

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



$$= 0.024 \text{ cp}$$

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

$$= 0.079 \text{ ft}$$

efisien perpindahan panas bagian permukaan shell reaktor.

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

$$N_{re} = \frac{D_i \times G_p}{\mu \times 2.420} = \frac{0.079 \times 36176.987}{0.024 \times 2.420}$$

$$= 48928.142 > 2100 \quad (\text{Aliran Turbulen}) \quad (\text{Mc Cabe II hal 47})$$

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

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

mane :

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

ingga :

$$= 2000 \times \frac{0.2}{0.079} \times \left[ \frac{0.45 (0.024 \times 2.42)}{0.2} \right]^{1/3}$$

$$= 2584.2799 \text{ Btu/h.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

anan panas pada pipa dalam keadaan bersih

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

anan panas pada pipa dalam keadaan kotor

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

$$04 = \frac{949.107 - U_d}{949.107 \times U_d}$$

$$96 U_d = 949.107 - U_d$$

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

luas permukaan perpindahan panas

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

menghitung panjang lilitan

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

menghitung jumlah lilitan coil

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

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

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

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

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

menghitung tinggi lilitan coil

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

manas :

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

$$= (8 - 1) (1.315 + 1) + 1.315$$

$$= 17.520 \text{ in} = 1.460 \text{ ft}$$

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

ah memadai

### Sambungan tutup (head) dengan dinding Reaktor

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

**Flange**

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

an konstruksi : High Alloy Steel SA 240 Grade M type 316  
 nsile strength minimu : 75000 psia  
 owable stress (f) : 18750  
 be flange : Ring flange loose type

**Bolting**

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

an konstruksi : High Alloy Steel SA 193 Grade B8c type 347  
 nsile strength minimu : 75000 psia  
 owable stress (f) : 15000

**Gasket**

ri Brownell & Young, fig. 12.11 hal 228, didapatl :

an konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless steel  
 kset factor (m) : 3.750  
 n design seating stress (y : 9000 psia

**1. Perhitungan lebar gasket**

ri Brownell & Young, persamaan 12.2 hal 22 :

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

manε :

$d_o$  = diameter luar gasket

$d_i$  = diameter dalam gasket

$y$  = yield strees ( 9000 psia )

$p$  = internal pressurε ( 14.7 )

$m$  = gasket factor ( 3.75 )

etahui di gasket =  $d_o$  shell = 114 in = 9.5 ft

ta didapatkan :

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

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

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

10

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

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

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

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

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

$$= 114 + 0.063$$

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

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

Perhitungan beban baut

di Brownell & Young, pers. 12.88 hal 240:

tekanan gasket supaya tidak bocor ( $H_y$ )

$$W_m = H_y = \pi b G y$$

di Brownell & Young, fig. 12.12 hal 240:

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

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

sehingga didapatkan  $H_y$ :

$$\begin{aligned} W_m &= 3.140 \times 0.031 \times 114.063 \times 9000 \\ &= 100731.445 \text{ lb} \end{aligned}$$

di Brownell & Young, pers. 12.90 hal 240:

tekanan baut agar tidak bocor ( $H_p$ )

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

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

$$1233.960 \text{ lb}$$

di Brownell & Young, pers. 12.89 hal 240:

ban karena tekanan dalam (H)

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

ri Brownell & Young, pers. 12.91 hal 240 :

tal berat beban pada kondisi operasi ( Wm1 )

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

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

hitungan luas minimum bolting area

ri Brownell & Young, pers. 12.93 hal 240

$$A_2 = \frac{Wm2}{f_a} = \frac{100731.445}{15000} = 6.715 \text{ in}^2 = 0.047 \text{ ft}^2$$

hitungan bolting optimum

ri Brownell & Young, tabel 10.4 hal 188 :

Ukuran bau = 1 in

Root area = 0.551 in<sup>2</sup>

$$\text{Jumlah bolting optimum} = \frac{A_{m2}}{\text{Root area}} = \frac{6.715}{0.551} = 12.188 \approx 13 \text{ buah}$$

ri Brownell & Young, tabel 10.4 hal 188 :

Bolt spacing = 2.250 in =

Minimum radial distance ( F ) = 0.375 in

Edge distance ( E ) = 0.625 in

Bolting circle diameter ( C ):

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

manε :

do shell = 114 in

go = tebal shell (ts) = 3/16 in

ika :

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

$$= 119.813 \text{ in}$$

ameter luar flang :

$$OD = C + 2 E$$

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

eck lebar gasket :

$$Ab \text{ actual} = \text{jumlah bolt} \times \text{root area}$$

$$= 13 \times 0.551 = 7.163 \text{ in}^2$$

oar gasket minimum

$$L = Ab \text{ actual} \times \frac{f}{2 \pi y G}$$

$$= 7.163 \times \frac{15000}{2 \pi \cdot 9000 \cdot 114.063}$$

$$= 0.017 \text{ in}$$

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

hitungan Moment

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

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

$$= 104088.223 \text{ lb}$$

ri Brownell & Young, pers. 12.101 hal 242

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

ment flange ( $M_a$ )

ri Brownell & Young, hal 243

$$M_a = W hG$$

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

ri Brownell & Young, pers. 12.95 hal 243

lam kondisi operasi

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

lastic and force pada daerah dalam flange (HD)

ri Brownell & Young, pers. 12.96 hal 243

$$D = 0.785 B^2 p$$

manε :

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

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

ka :

$$\begin{aligned} HD &= 0.785 (114)^2 \cdot 15 \\ &= 149967.34 \text{ lb} \end{aligned}$$

ak radial bolt circle pada aksi (hD)

ri Brownell & Young, pers. 12.100 hal 243

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

ment MD

ri Brownell & Young, pers. 12.96 hal 243

$$\begin{aligned} MD &= HD \times hD \\ &= 149967.342 \times 2.906 = 435842.588 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

ri Brownell & Young, pers. 12.98 hal 243

$$\begin{aligned} G &= W - HD \\ &= 151365.785 - 149967.342 = 1398.443 \text{ lb} \end{aligned}$$

ment MG

ri Brownell & Young, pers. 12.98 hal 242

$$\begin{aligned} G &= HG \times hG \\ &= 1398.443 \times 2.875 = 4020.524 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

ri Brownell & Young, pers. 12.97 hal 242

$$HT = H - HD$$

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

ri Brownell & Young, pers. 12.102 hal 244

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

oment MT

ri Brownell & Young, pers. 12.97 hal 244

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

oment total pada keadaan operasi ( $M_o$  :

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

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

### 3. Perhitungan tebal flange

ri Brownell & Young, pers. 12.85 hal 239

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

ingga didapat rumus :

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

nanε :

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

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

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

ca :

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

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



$$Y = 8$$

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

hingga tebal flange :

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

$$= 1.284 \text{ in}$$

**kesimpulan perancangan :**

### **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

### **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

### **Gasket**

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

## 5. 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

**Beban perhitungannya :**

**Beban 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 = 9.5 ft

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

$H$  = Tinggi shell reaktor (Ls) = 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)

Beban shell reaktor :

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

**Beban tutup atas standard dishead**

rumus :

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

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

manε :

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

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

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

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

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

as tutup atas :

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

rat tutup atas :

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

### rat tutup bawah conical

mus :

$$Wd = A \cdot t \cdot \rho$$

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

(Hesse, persamaan 4-16 hal 92)

nanε :

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

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

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

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

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

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

s tutup bawah :

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

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

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 :

$$W_l = m \cdot t$$

manajemen :

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

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

hasil :

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

### berat poros pengaduk dalam reaktor

rumus :

$$W_p = V \cdot \rho$$

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

manajemen :

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

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

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

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

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

umus :

$$W_i = V \cdot \rho$$

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

$$p = D_i / 2$$

manas :

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

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

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

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

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

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

lume impeller pengaduk :

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

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

at impeller pengaadi :

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

at coil pendingin dalam reaktor

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

manas :

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

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

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

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

at 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

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

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

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

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

dengan faktor keamanan adalah 0.2 maka berat total beban penyangga:

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

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

### Perhitungan kolom penyangga reaktor (Leg)

rencana:

Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)

Jenis kolom yang digunakan : I beam

dasar perhitungannya :

dan tiap kolom

dari Brownell & Young, pers. 10.76 hal 197:

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

nama :

$P$  = 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)

aktor diletakkan didalam ruangan, sehingga tidak dipengaruhi adanya tekanan angin

ban tekanan angin tidak dikontrol).

ka berlaku rumu :

$$P_w = 0$$

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

encanakan :

Jarak kolom penyangga dari tanah ( $l$ ) = 5 ft

Tinggi silinder ( $H$ ) = 231.652 in = 19.304 ft

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

inggi penyangga (Leg) = 12.152 ft = 145.826 in

### al ukuran I beam

rial 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 :

Nominal size = 4 in

Berat = 7.7 lb

Area of section ( $A_y$ ) = 2.210 in<sup>2</sup>

Depth of beam ( $h$ ) = 4 in

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

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

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

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

alisa terhadap sumbu Y - Y

ngan :

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

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

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

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

$$I - 1 / 0.5b$$

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

$$6.000 / 0.500 \times 2.660$$

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

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

$$f_c \text{ aman} \quad 16119.074$$

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

simpulan perancangan penyangga ( $L/r$  :

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

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

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

Peletakan beban dengan beban eksentrik.

### Base Plate

Perencanaa :

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

(Hesse, hal 163)

Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate



Isar perhitungar :

**Luas base plate**

Rumus :

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

Dimana :

$$A_{bp} = \text{luas base plate, in}^2$$

$$P = \text{beban dari tiap-tiap base plate} = 21215.250 \text{ lb}$$

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

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 :

$$A_{bp} = \text{luas base plate} = 35.359 \text{ in}^2$$

$$p = \text{panjang base plate, in} = 2m + 0.95h$$

$$l = \text{lebar base plate, in} = 2n + 0.8b$$

Diasumsika  $m = n$  (Hesse, hal 163)

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

$$h = 5 \text{ in}$$

maka :

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

$$36 = 4m^2 + 14.3 m + 11.4$$

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

Dengan menggunakan rumus abc, didaparka :

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

$$\frac{-14.3 \pm \sqrt{587.830}}{2 \cdot 4} = \frac{14.3 \pm 24.800}{8}$$

$$m_1 = 1.313$$

$$m_2 = -4.888$$

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

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

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 :

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

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 :

$$t_{bp} = \sqrt{0.00015 \times 441.984 \times (1.800)^2}$$

$$= 0.463 \text{ in}$$

### 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 :

$$P_{\text{baut}} = \frac{P}{n_{\text{baut}}}$$

$$= \frac{21215.250}{4}$$

$$= 5303.812 \text{ lb}$$

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

Max. Allowable stress (f) : 15000 psi

$$A_{\text{baut}} = \frac{P_{\text{baut}}}{f_{\text{baut}}}$$

$$= \frac{5303.812}{15000}$$

$$= 0.354 \text{ in}^2$$

$$A_{\text{baut}} = \frac{1}{4} \times \pi \times d_{\text{baut}}^2$$

$$0.354 = \frac{1}{4} \times 3.140 \times d_{\text{baut}}^2$$

$$d_{\text{baut}}^2 = 0.450 \text{ in}^2$$

$$d_{\text{baut}} = 0.671 \text{ in}$$

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

### 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
$\mu$	: poisson ratio : 0.330

### Menghitung tebal horizontal plate (thp)

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

$$u_{1P} = \sqrt{\frac{6 \times M_y}{f_{\text{allowable}}}}$$

(Pers. 10.41 Brownell & Young, hal: 192)

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

Menentukan gusset spacing ( $b'$ )

Diketahui :

$$\text{Lebar flange (b)} : 2.660 \text{ in}$$

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

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

$$= 2.660 + 2 \times 1$$

$$= 4.660 \text{ in}$$

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 :

$$\begin{aligned}
 p &= \text{panjang base plate} &= 8 \text{ in} &= 0.667 \text{ ft} \\
 l &= \text{lebar base plate} &= 6 \text{ in} &= 0.5 \text{ ft} \\
 t &= \text{tebal base plate} &= 0.463 \text{ in} &= 0.039 \text{ ft} \\
 \rho &= \text{densitas dari bahan konstruksi} &= 481 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

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 :

$$\begin{aligned}
 L &= \text{tinggi kolom} &= 4 \text{ in} &= 0.333 \text{ ft} \\
 A &= \text{luas kolom I-beam} &= 2.21 \text{ in}^2 &= 0.015 \text{ ft}^2 \\
 F &= \text{faktor koreksi} &= 1 \\
 \rho &= \text{densitas dari bahan konstruksi} &= 481 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

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:

$$\begin{aligned} \text{Save bearing power minimum} &= 5 \text{ ton/ft}^2 \\ \text{Save bearing power maximum} &= 10 \text{ ton/ft}^2 \quad (\text{Tabel 12.2 Hesse, hal. 327}) \end{aligned}$$

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

$$\text{maka : } P = \frac{21223.903 + 312.500}{400}$$

$$= 53.841 \text{ lb/in}^2 = 7753.318 \text{ lb/ft}^2$$

Karena tekanan yang diberikan oleh tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran luas atas sebesar (10 × 10) in dan ukuran luas bawah sebesar (20 × 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  
 Tipe : 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 =  $73.210 \text{ lb/ft}^3$   
 Merencanakan :  
 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 :  $28595.036 \text{ kg/jam} = 63040.616 \text{ lb/jam}$   
**Dimensi Peralatan :**  
 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

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

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 julukan (L)	=	2 7/16	in
Diameter dalam flange (B)	=	2	in

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

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

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

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 julukan (L)	=	5 11/16 in
Diameter dalam flange (B)	=	19 in

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

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

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

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

Sistem penyangga :

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

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

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

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 perpipaan 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 instalansi 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 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	313,006
3	Heater NaCl	227,003
4	Reaktor	803,545
<b>Total</b>		<b>1527,565</b>

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 :

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

**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

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

- 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 daerah 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

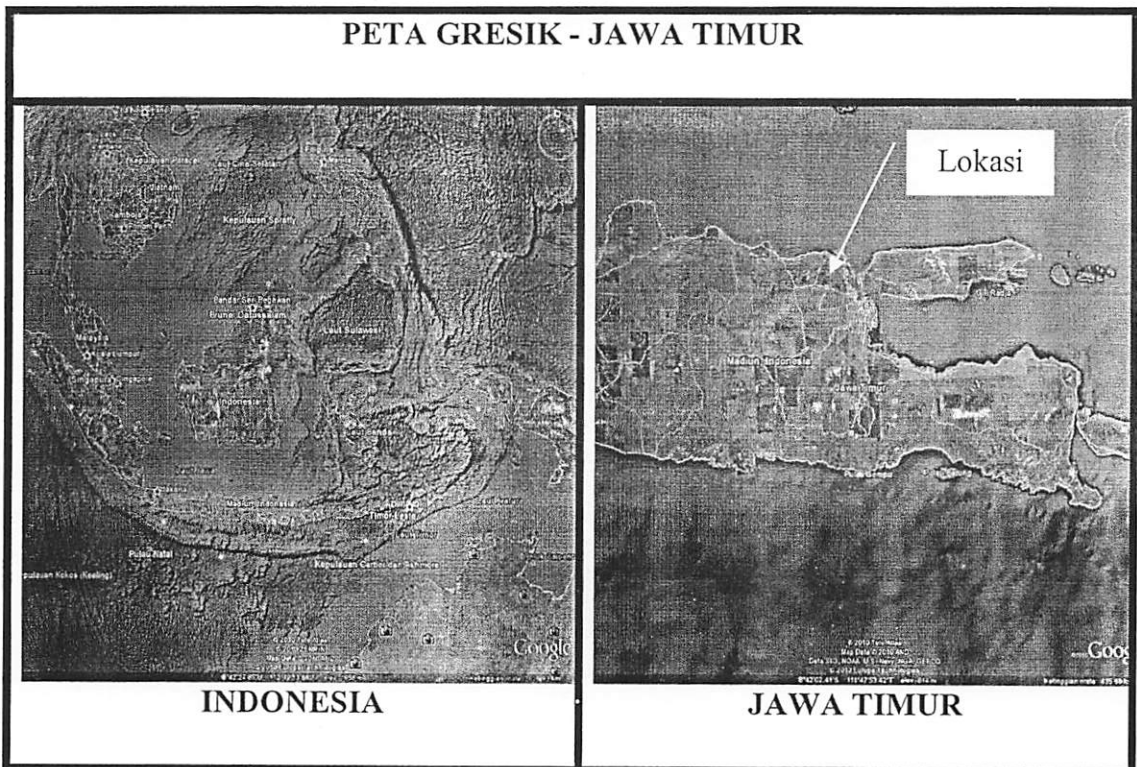
## 9.2 Pemilihan lokasi

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 di daerah 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:

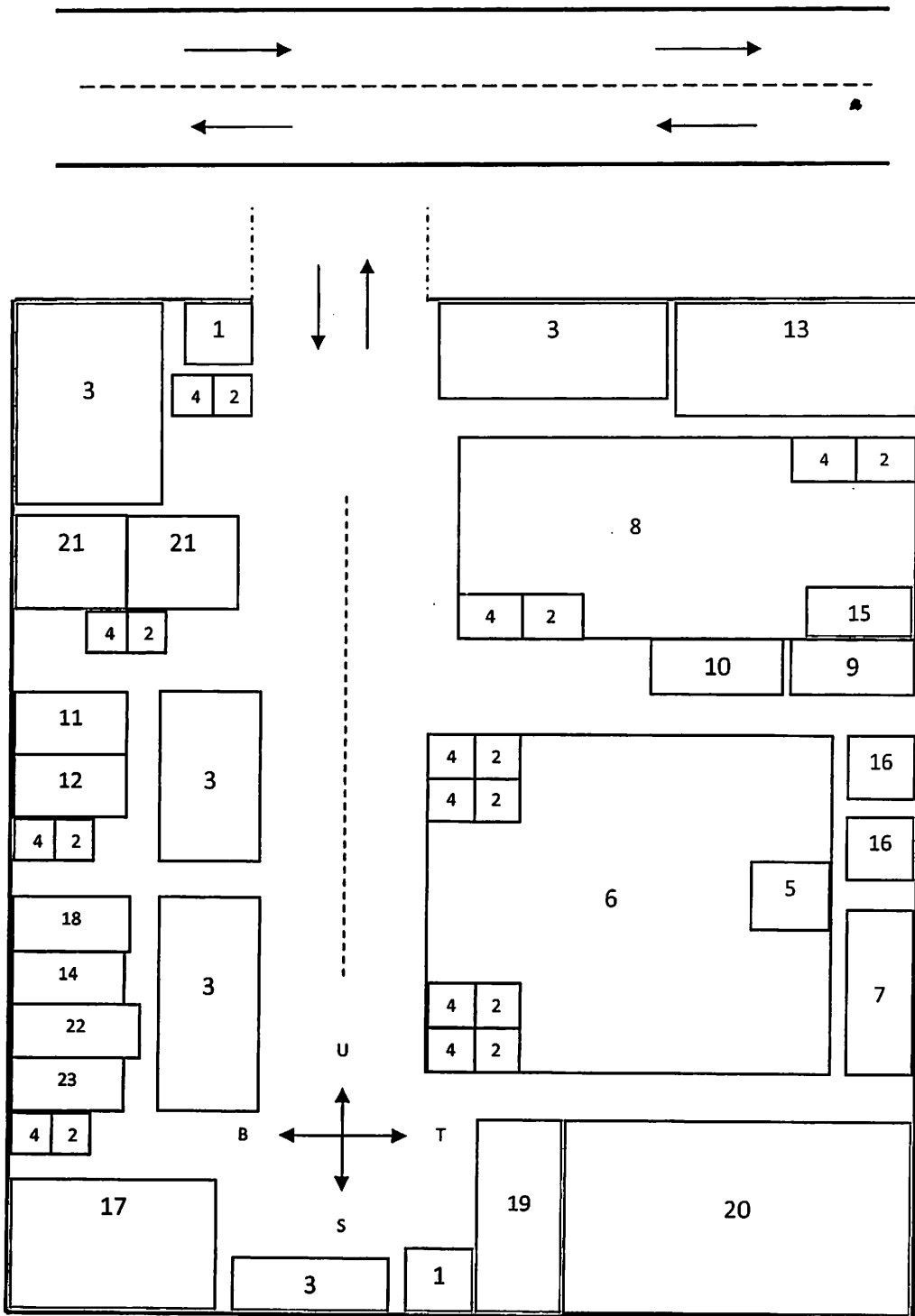
1. Urutan proses produksi.
2. Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
3. Distribusi ekonomis pada pengadaan air, steam proses, tenaga listrik dan bahan baku.
4. Pemeliharaan dan perbaikan.
5. Keamanan terutama dari kemungkinan kebakaran 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,

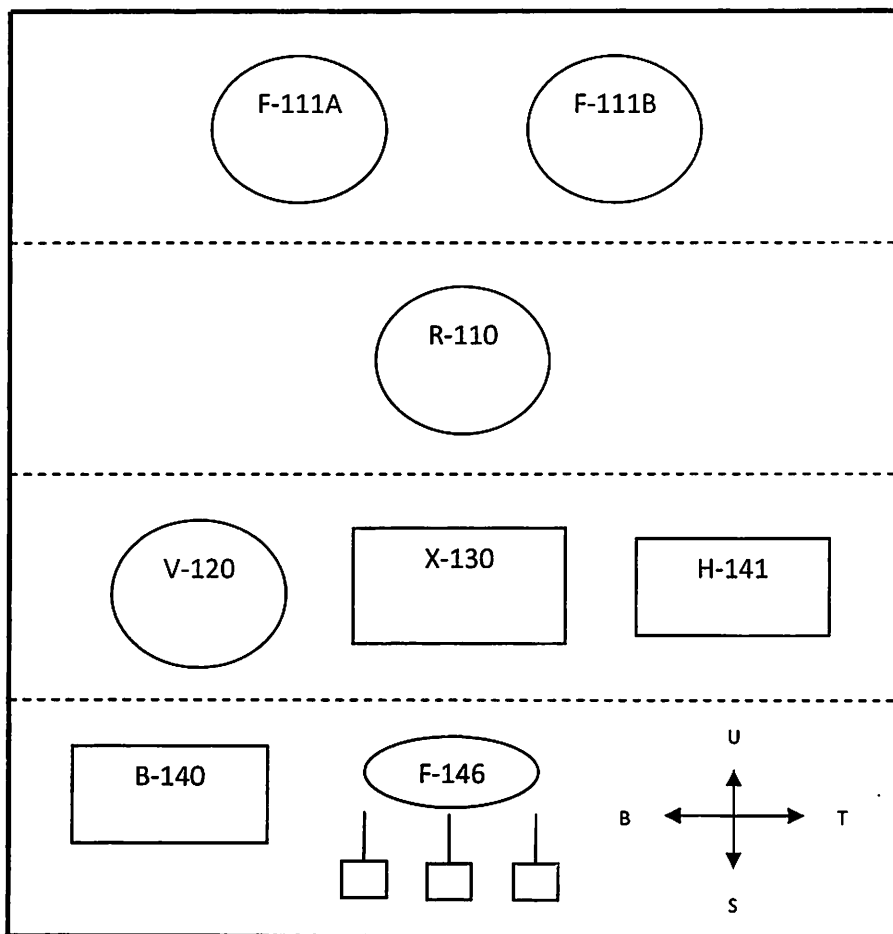
12.Ruang ibadah, 13.Parkir, 14.Bengkel, 15.Perpustakaan, 16.Area bahan baku, 17.Unit pengolahan air, 18.Pembangkit listrik, 19.Pengolahan limbah, 20.Area perluasan, 21.Perumahan karyawan, 22.Boiler, 23.Bahan bakar.

### 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 Organisasi 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 (Sutarto, 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.
- Kecenderungan 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 ini 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
5. 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

#### **0.4 Uraian Tugas, Wewenang dan Tanggung Jawab**

##### **0.4.1 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.

Tugas dan wewenang RUPS (sutarto, 2002):

- Meminta pertanggung jawaban dewan komisaris dan direktur lewat suatu sidang.
- 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.
5. 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**

Sekretaris 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>

## 8 Fasilitas Tenaga Kerja

Selain upah resmi, perusahaan juga memberikan beberapa fasilitas kepada setiap tenaga kerja antara lain:

Fasilitas cuti tahunan

Tunjangan hari raya dan bonus

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.

Pelayanan kesalahan yang memadai.

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)

$$\text{Work Capital Investment (WCI)} = 15\% \cdot \text{FCI}$$

$$WCI = 0.15 \times \text{Rp. } 60.991.311.125$$

$$WCI = \text{Rp. } 9.148.696.669$$

$$\text{Total Capital Investment (TCI)} = \text{FCI} + \text{WCI}$$

$$\text{TCI} = \text{Rp. } 60.991.311.125 + \text{Rp. } 9.148.696.669 = \text{Rp. } 70.140.007.794$$

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.

$$\text{Total penjualan per tahun} = \text{Rp. } 711.292.111.411$$

$$\begin{aligned} \text{Laba kotor} &= \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi} \\ &= \text{Rp. } 711.292.111.411 - \text{Rp. } 689.644.262.813 \\ &= \text{Rp. } 21.647.848.598 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pajak penghasilan} &= 30 \% \text{ dari laba kotor} \\ &= (0.3 \times \text{Rp. } 21.647.848.598) \\ &= \text{Rp. } 6.494.354.580 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Laba bersih} &= \text{laba kotor} \times (1 - \% \text{ pajak}) \quad (\text{Vilbrant, hal. 252}) \\ &= \text{Rp. } 17.421.060.707 \times (1 - 0.3) \\ &= \text{Rp. } 15.153.494.019 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp. } 21.647.848.598}{\text{Rp. } 60.991.311.125} \times 100 \% \\ &= 35,49 \% \end{aligned}$$

- ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp. } 12.194.742.495}{\text{Rp. } 60.991.311.125} \times 100 \% \\ &= 24,85 \% \end{aligned}$$

### 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>

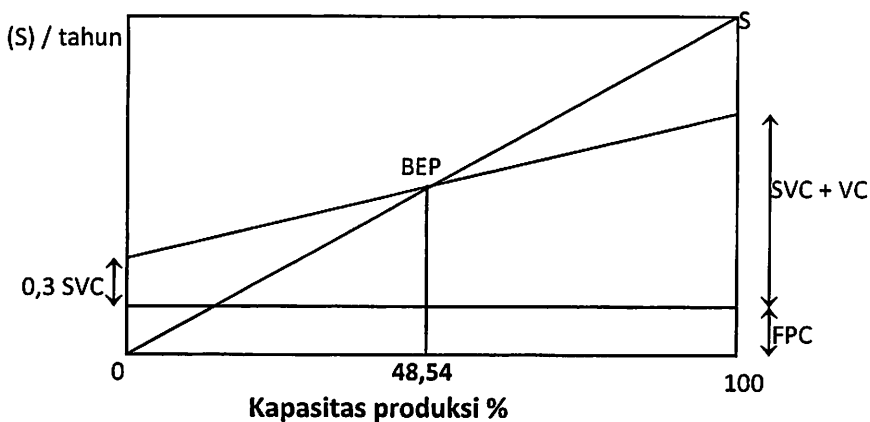
**Menghitung Biaya Variabel (VC)**

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 :

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{\text{FPC} + (0,3 \text{ SVC})}{\text{S} - (0,7 \text{ SVC} - \text{VC})} \times 100\% \\
 &= \frac{\text{Rp.15.796.749.581} + (0,3 \times \text{Rp.17.214.801.973})}{\text{Rp.722.484.524.450} - (0,7 \times \text{Rp.17.214.801.973} - \text{Rp.656.057.321.531})} \times 100\% \\
 &= 48,54 \%
 \end{aligned}$$

**Kurva BEP :**



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

$$\frac{PBi}{Rp.15.153.494.019} = \frac{(100 - 48,54) - (100 - 80)}{(100 - 48,54)}$$

$$PBi = Rp. 9.264.208.494$$

Sehingga *Cash Flow* setelah pajak untuk tahun pertama adalah :

$$\begin{aligned} CA_1 &= PB_i + \text{Depresiasi alat} \\ &= Rp. 9.264.208.494 + Rp. 7.928.870.446 \\ &= Rp. 17.193.078.940 \end{aligned}$$

#### J.4. Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal suatu pabrik yang masih boleh beroperasi

$$\begin{aligned} SDP &= \frac{0,3 SVC}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\% \\ &= \frac{0.3(Rp.17.214.801.973)}{Rp.722.484.524.450 - 0,7(Rp.17.214.801.973) - Rp.656.057.321.531} \times 100\% \\ &= 11,96\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik SDP terjadi pada kapasitas produksi} &= 11,96\% \times 30.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 3.587,7103 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

#### 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

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40\% \times FCI \times (1+i)^2 \\ &= 40\% \times Rp. 60.991.311.125 \times (1 + 0.15)^2 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 32.264.403.585$$

$$\begin{aligned} C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^1 \\ &= 60\% \times \text{Rp. } 60.991.311.125 \times (1 + 0.15)^2 \\ &= \text{Rp. } 48.396.605.378 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{A-0} &= - (C_{A-2} + C_{A-1}) \\ &= - (\text{Rp. } 32.264.403.585 + 48.396.605.378) \\ &= - \text{Rp. } 80.661.008.963 \end{aligned}$$

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:

$$\text{TCI} = \text{Rp. } 70.140.007.794$$

$$\text{ROI}_{\text{AT}} = 24,85 \%$$

$$\text{ROI}_{\text{BT}} = 35,49 \%$$

$$\text{POT} = 3 \text{ tahun}$$

$$\text{BEP} = 48,54 \%$$

$$\text{IRR} = 23,23 \%$$

## 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.



## APPENDIKS A NERACA MASSA

### Data yang diketahui :

#### 1. Data BM

Komponen	BM
NH <sub>4</sub> Cl	53.5
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	142
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	132
NaCl	58.5
H <sub>2</sub> O	18
CaSO <sub>4</sub>	136.14
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98

### Perhitungan Neraca Massa

1 Tahun : 330 hari

1 hari : 24 jam

#### Basis Perhitungan :

1. Neraca Massa dihitung untuk 1 jam operasi
2. Satuan laju alir massa dalam kg/jam
3. Kemurnian produk 95 %

(Reff : Biro Pusat Statistik, Jawa Tengah)

**Kapasitas produksi** : 30000 ton/tahun

Waktu operasi = 330 hari/tahun

= 30000 ton/tahun / 330 hari/tahun

= 90.909 ton/hari x 1000 kg/ton

= 90909.091 kg/hari = 3787.879 kg/jam

Pabrik ini didirikan dengan prod<sub>i</sub> = 30000 ton/tahun

= 90.909 ton/hari x 1000 kg/jam

= 90909.091 kg/hari = 3787.879 kg/jam

Basis = 3607.506 kg/jam

mol NH<sub>4</sub>Cl =  $\frac{3607.506}{53.500}$  = 67.430 kmol

Reaksi : (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 2NaCl  $\longrightarrow$  2 NH<sub>4</sub>Cl + Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

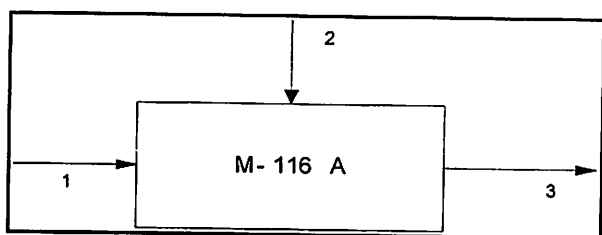
Bereaksi : 33.715 67.430 67.430 33.715

Konversi = 95%

(Reff : Faith Keyes ,hal 85 )

$$\begin{aligned} \text{Mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ mula-mula} &= \frac{100.000}{95.000} \times 33.715 \\ \text{Mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ mula-mula} &= 35.489 \text{ kmol} \\ \text{Massa } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ mula-mula} &= \text{Mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ mula-mula} \times \text{BM } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \\ &= 35.489 \times 132.000 \\ &= 4684.612 \text{ kg} \\ \text{NaCl mula – mula masuk reaktor excess 5 \%} & \quad \text{(Reff : Faith Keyes ,hal 85 )} \\ \text{Mol NaCl} &= 35.489 \times 1.050 \times 2 = 74.528 \text{ kmol} \\ \text{Massa NaCl} &= 74.528 \times 58.500 = 4359.883 \text{ kg} \\ \text{Mol NaCl bereaksi} &= 67.430 \text{ kmol} \\ \text{Massa NaCl yang bereaksi} &= 67.430 \times 58.500 = 3944.656 \text{ kg} \end{aligned}$$

**1. Neraca Massa pada Tangki Pelarutan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (M-116A)**



Keterangan:

- 1 = padatan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> masuk
- 2 = air pelarut
- 3 = larutan jenuh (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> keluar

data :

- padatan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dilarutkan hingga membentuk larutan jenuh (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada suhu 30°C
- kelarutan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada 30°C adalah 78 gr / 100 gr air

(Reff: Perry, table 2-120)

Arus 1 : komposisi padatan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> adalah

$$\begin{aligned} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= 84,5\% \\ \text{H}_2\text{SO}_4 &= 0,3\% \\ \text{H}_2\text{O} &= 15,2\% \end{aligned}$$

(Reff : Training Modul,PT.Petrokimia Putra Gresik)

$$\begin{aligned} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 &= 4684.612 \text{ kg} \\ \text{H}_2\text{SO}_4 &= \frac{0.003}{0.845} \times 4684.612 = 16.632 \text{ kg} \\ \text{H}_2\text{O} &= \frac{0.152}{0.845} \times 4684.612 = 842.676 \text{ kg} \end{aligned}$$

Arus 2 : H<sub>2</sub>O pelarut

kelarutan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada 30°C adalah 78 kg / 100 kg air

$$\text{kebutuhan air} = \frac{100.000}{78.000} \times 4684.612 = 6005.913 \text{ kg}$$

Arus 3 : larutan jenuh (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan komposisi

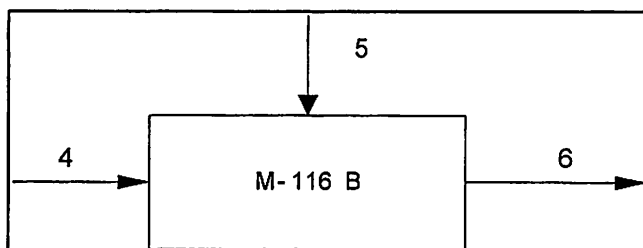
$$(NH_4)_2SO_4 = 4684.612 \text{ kg}$$

$$H_2SO_4 = 16.632 \text{ kg}$$

$$H_2O = 842.676 + 6005.913 = 6848.588 \text{ kg}$$

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4684.612		4684.612
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.632		16.632
H <sub>2</sub> O	842.676	6005.913	6848.588
	5543.919	6005.913	
total	11549.832		11549.832

## 2. Neraca Massa pada Tangki Pelarutan NaCl (M-166B)



Keterangan :

4 = padatan NaCl

5 = air pelarut

6 = larutan jenuh NaCl

Data : kelarutan NaCl pada 30°C adalah 36,3 kg /100 kg air

(Reff: Perry, table 2-120)

Arus 4 : Komposisi padatan NaCl adalah

$$NaCl = 86.6 \%$$

$$CaSO_4 = 0.15 \%$$

$$H_2O = 13.25 \%$$

(Reff: Kaufmann 59)

Sehingga

$$NaCl = 4359.883 \text{ kg}$$

$$CaSO_4 = \frac{0.002}{0.866} \times 4359.883 = 7.552 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{0.133}{0.866} \times 4359.883 = 667.072 \text{ kg}$$

Arus 5 :  $\text{H}_2\text{O}$  pelarut = Kelarutan NaCl pada 300 C adalah 36,3 kg/100 kg air

$$\text{kebutuhan air} = \frac{100.000}{36.300} \times 4359.883 = 12010.697 \text{ kg}$$

Arus 6 : Larutan Jenuh NaCl

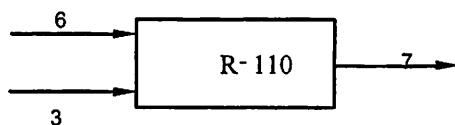
$$\text{NaCl} = 4359.883 \text{ kg}$$

$$\text{CaSO}_4 = 7.552 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 667.072 + 12010.697 = 12677.769 \text{ kg}$$

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
	5034.507	12010.697	
total	17045.204		17045.204

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



Keterangan : Sebagai tempat mereaksikan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dan NaCl

3 : larutan jenuh  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

6 : larutan jenuh NaCl

7 : larutan produk

#### Arus Masuk Reaktor

##### Arus 3 : larutan jenuh $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 4684.612 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{SO}_4 = 16.632 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 6848.588 \text{ kg}$$

##### Arus 6 : larutan jenuh NaCl

$$\text{NaCl} = 4359.883 \text{ kg}$$

$$\text{CaSO}_4 = 7.552 \text{ kg}$$

$$\text{H}_2\text{O} = 12677.769 \text{ kg}$$

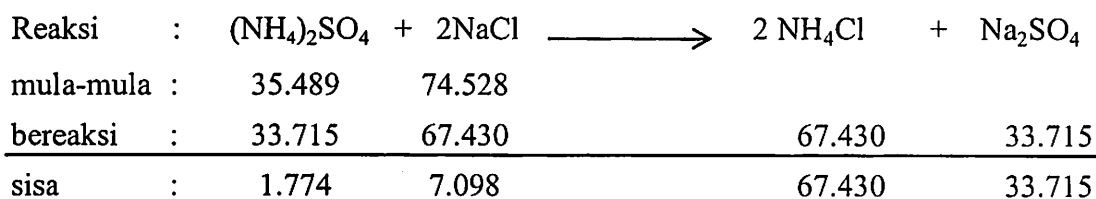


Data : Konversi reaksi 95 %

(Reff : Faith Keyes ,hal 85 )

$$\text{Mol } (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \text{ masuk reaktor} = \frac{4684.612}{132.000} = 35.489 \text{ kmol}$$

$$\text{Mol NaCl masuk reaktor} = \frac{4359.883}{58.500} = 74.528 \text{ kmol}$$



$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ sisa reaksi	=	1.774	x	132	=	234.231	kg
NaCl sisa reaksi	=	7.098	x	58.5	=	415.227	kg
$\text{NH}_4\text{Cl}$ hasil rx.	=	67.430	x	53.5	=	3607.506	kg
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ hasil rx.	=	33.715	x	142	=	4787.531	kg

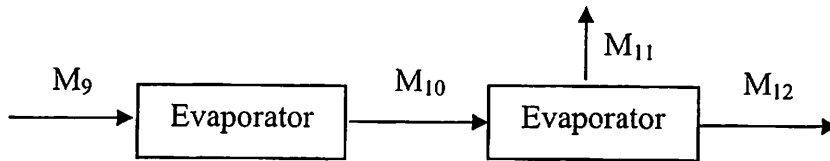
**Arus Keluar Reaktor****Arus 7 :**

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	=	234.231	kg
NaCl	=	415.227	kg
$\text{NH}_4\text{Cl}$	=	3607.506	kg
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	=	4787.531	kg
$\text{H}_2\text{O}$	=	6848.588	+ 12677.769 = 19526.358 kg
$\text{H}_2\text{SO}_4$	=	16.632	kg
$\text{CaSO}_4$	=	7.552	kg

Komponen	Masuk (kg)		Keluar (kg)
	Arus 3	Arus 6	Arus 7
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4684.612		234.231
NaCl		4359.883	415.227
$\text{NH}_4\text{Cl}$			3607.506
$\text{Na}_2\text{SO}_4$			4787.531
$\text{H}_2\text{O}$	6848.588	12677.769	19526.358
$\text{H}_2\text{SO}_4$	16.632		16.632
$\text{CaSO}_4$		7.552	7.552
total	11549.832	17045.204	28595.036
	28595.036		

## Evaporator (V-120)

Fungsi : Untuk memekatkan konsentrasi larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dari 15 % menjadi 50 %



Komposisi bahan masuk :

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	: 245,326 kg/jam
NaCl	: 434,895 kg/jam
$\text{NH}_4\text{Cl}$	: 3778,386 kg/jam
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	: 5014,307 kg/jam
$\text{H}_2\text{O}$	: 20451,280 kg/jam
$\text{H}_2\text{SO}_4$	: 17,420 kg/jam
$\text{CaSO}_4$	: 7,909 kg/jam
	<hr/>
	<b>25432,52 kg/jam</b>

$$\begin{aligned} \text{Konsentrasi CuSO}_4 \text{ dalam larutan} &= \frac{3778,386}{25432,52} \times 100 \\ &= 15\% \end{aligned}$$

$\text{CuSO}_4$  dipekatkan dari 15% menjadi 50%

Neraca masa:

$$F = L + (V_1 + V_2)$$

$$25432,52 = L + (V_1 + V_2)$$

Neraca komponen:

$$F \cdot X_F = L + (V_1 + V_2) X_v$$

$$25432,52 \cdot 0,15 = L \cdot 0,5$$

$$L = 7556,77$$

$$F = L + (V_1 + V_2)$$

$$25432,52 = L + (V_1 + V_2)$$

$$(V_1 + V_2) = 25432,52 - 7556,77$$

$$= 17875,75$$

$$V_1 = V_2 = 8937,87$$

Effect 1

$$F = V_1 + L_1$$

$$25432,52 = 8937,87 + L_1$$

$$L_1 = 25432,52 - 8937,87$$

$$L_1 = 16494,65$$

$$F \cdot X_F = L_1 \cdot X_1$$

$$25432,52 \cdot 0,15 = 16494,65 \cdot X_1$$

$$X_1 = 0,23$$

Effect 2

$$L_1 = V_2 + L_2$$

$$16494,65 = 8937,87 + L_2$$

$$L_2 = 16494,65 - 8937,87$$

$$L_2 = 7556,77$$

$$L_1 \cdot X_1 = L_2 \cdot X_2$$

$$16494,65 \cdot 0,20 = 7556,77 \cdot X_2$$

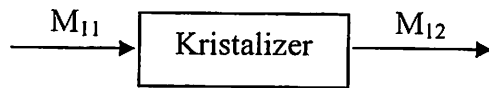
$$X_2 = 0,50$$

### Neraca Massa Pada Evaporator

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Reaktor (M<sub>9</sub>)</u>	<u>Uap Keluar (M<sub>10</sub>)</u>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 245,326 kg/jam	H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub> : 17875,75
NaCl : 434,895 kg/jam	<u>Ke Kristilizer (M<sub>11</sub>)</u>
NH <sub>4</sub> Cl : 3778,386 kg/jam	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 245,326 kg/jam
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 5014,307 kg/jam	NaCl : 434,895 kg/jam
H <sub>2</sub> O : 20451,280 kg/jam	NH <sub>4</sub> Cl : 3778,386 kg/jam
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 17,420 kg/jam	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 5014,307 kg/jam
CaSO <sub>4</sub> : 7,909 kg/jam	H <sub>2</sub> O : 2575,53 kg/jam
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 8,71 kg/jam
	CaSO <sub>4</sub> : 7,909 kg/jam
<b>TOTAL : 25432,52</b>	<b>TOTAL : 25432,52</b>

## 6. Kristalizer (X-125)

Fungsi : Untuk mengkristalkan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  yang keluar dari evaporator



Komposisi bahan masuk :

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  : 245,326 kg/jam

NaCl : 434,895 kg/jam

$\text{NH}_4\text{Cl}$  : 3778,386 kg/jam

$\text{Na}_2\text{SO}_4$  : 5014,307 kg/jam

$\text{H}_2\text{O}$  : 2575,53 kg/jam

$\text{H}_2\text{SO}_4$  : 8,71 kg/jam

$\text{CaSO}_4$  : 7,909 kg/jam

Kelarutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  48,5 kg/100 kg air pada suhu  $40^\circ\text{C}$

$$\text{NH}_4\text{Cl terlarut} = \frac{48,5}{100} \times 2575,53$$

$$= 1249,13 \text{ kg/jam}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl terkristal} = 3778,386 - 1249,13$$

$$= 2529,25 \text{ kg/jam}$$

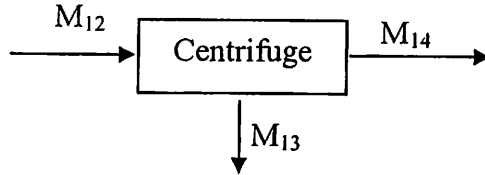
### Neraca Massa Pada Kristalizer

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Evaporator (<math>M_{11}</math>)</u>	<u>Ke Centrifuge (<math>M_{12}</math>)</u>
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ : 245,326 kg/jam	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ : 245,326 kg/jam
NaCl : 434,895 kg/jam	NaCl : 434,895 kg/jam
$\text{NH}_4\text{Cl}$ : 3778,386 kg/jam	$\text{NH}_4\text{Cl}$ larut : 1249,13 kg/jam
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ : 5014,307 kg/jam	$\text{NH}_4\text{Cl}$ kristal : 2529,25 kg/jam
$\text{H}_2\text{O}$ : 2575,53 kg/jam	$\text{Na}_2\text{SO}_4$ : 5014,307 kg/jam
$\text{H}_2\text{SO}_4$ : 8,71 kg/jam	$\text{H}_2\text{O}$ : 2575,53 kg/jam
$\text{CaSO}_4$ : 7,909 kg/jam	$\text{H}_2\text{SO}_4$ : 8,71 kg/jam
	$\text{CaSO}_4$ : 7,909 kg/jam
<b>TOTAL : 25432,52</b>	<b>TOTAL : 25432,52</b>

## 7. Centrifuge (H-126)

Fungsi : Untuk memisahkan Kristal  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dari mother liquor (larutan induk)

Asumsi : Efisiensi alat 70%



Komposisi bahan masuk :

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  : 245,326 kg/jam  
NaCl : 434,895 kg/jam  
 $\text{NH}_4\text{Cl}$  larut : 1249,13 kg/jam  
 $\text{NH}_4\text{Cl}$  kristal : 2529,25 kg/jam  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  : 5014,307 kg/jam  
 $\text{H}_2\text{O}$  : 2575,53 kg/jam  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  : 8,71 kg/jam  
 $\text{CaSO}_4$  : 7,909 kg/jam

Ke penampungan (kg/jam) :

$\text{H}_2\text{O}$  = 70%  $\times$  2575,53  
= 1802,87 kg/jam

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  : 245,326 kg/jam  
NaCl : 434,895 kg/jam  
 $\text{NH}_4\text{Cl}$  larut : 1249,13 kg/jam  
 $\text{Na}_2\text{SO}_4$  : 5014,307 kg/jam  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  : 8,71 kg/jam  
 $\text{CaSO}_4$  : 7,909 kg/jam

Ke Rotary Dryer

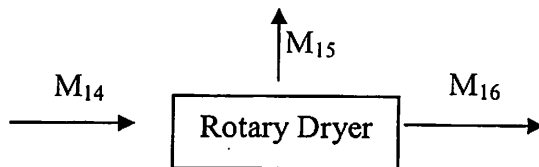
$\text{NH}_4\text{Cl}$  kristal : 2529,25 kg/jam  
 $\text{H}_2\text{O}$  = 2575,53 - 1802,87  
= 772,66 kg/jam

### Neraca Massa Pada Centrifuge

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Kristalizer (M<sub>12</sub>)</u>	<u>Ke penampungan (M<sub>13</sub>)</u>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 245,326 kg/jam	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 245,326 kg/jam
NaCl : 434,895 kg/jam	NaCl : 434,895 kg/jam
NH <sub>4</sub> Cl larut : 1249,13 kg/jam	NH <sub>4</sub> Cl larut : 1249,13 kg/jam
NH <sub>4</sub> Cl kristal : 2529,25 kg/jam	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 5014,307 kg/jam
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 5014,307 kg/jam	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 8,71 kg/jam
H <sub>2</sub> O : 2575,53 kg/jam	CaSO <sub>4</sub> : 7,909 kg/jam
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> : 8,71 kg/jam	H <sub>2</sub> O : 1802,87 kg/jam
CaSO <sub>4</sub> : 7,909 kg/jam	<u>Ke Rotary Dryer (M<sub>14</sub>)</u>
	NH <sub>4</sub> Cl kristal : 2529,25 kg/jam
	H <sub>2</sub> O : 772,66
<b>TOTAL : 25432,52</b>	<b>TOTAL : 25432,52</b>

#### 8. Rotary Dryer (B-130)

Fungsi : Untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam CuSO<sub>4</sub>



Komposisi bahan masuk :

NH<sub>4</sub>Cl kristal : 2529,25 kg/jam

H<sub>2</sub>O : 772,66

---

**3301,91 kg/jam**

Ke bin produk (kg/jam):

NH<sub>4</sub>Cl kristal : 2529,25 kg/jam

H<sub>2</sub>O : 3% × 3301,91 = 99,06

Bahan teruapkan (kg/jam):

H<sub>2</sub>O = 772,66 - 99,06

= 673,60

### Neraca Massa Pada Rotary Dryer

Bahan Masuk (kg/jam)	Bahan Keluar (kg/jam)
<u>Dari Centrifuge (M<sub>14</sub>)</u> NH <sub>4</sub> Cl kristal : 2529,25 H <sub>2</sub> O : 772,66 Udara : 2403,67	<u>Komponen teruapkan (M<sub>15</sub>)</u> H <sub>2</sub> O : 673,60 Udara : 2403,67  <u>Ke Bin (M<sub>16</sub>)</u> NH <sub>4</sub> Cl kristal : 2529,25 H <sub>2</sub> O : 160,24
<b>TOTAL : 5705,58</b>	<b>TOTAL : 5705,58</b>



## APPENDIKS B NERACA PANAS

### Perhitungan Neraca Panas

1 Tahun : 330 hari

1 hari : 24 jam

Kapasitas produksi : 30000 ton/tahun

Waktu operasi = 330 hari/tahun

= 30000 ton/tahun / 330 hari/tahun

= 90.909 ton/hari x 1000 kg/ton

= 90909.091 kg/hari = 3787.879 kg/jam

Pabrik didirikan dengan produk = 30000 ton/tahun

= 90.909 ton/hari x 1000 kg/jam

= 90909.091 kg/hari = 3787.879 kg/jam

Satuan = kkal/jam

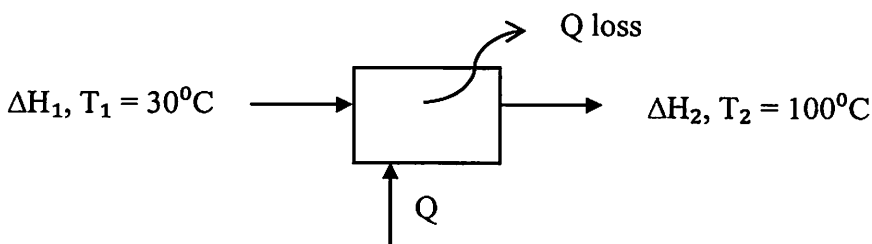
Suhu referensi = 25 °C = 298 K

Basis waktu = 1 jam

Komponen	Kapasitas Panas (kkal/kmol K)
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	51.600
NaCl	10,79 + 0,0042 T
NH <sub>4</sub> Cl	9,8 + 0,0368 T
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	32.800
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26 + 0,7034 T - 0,00147 T <sup>2</sup>
CaSO <sub>4</sub>	18,52 + 0,02197 T + 156800 T <sup>2</sup>

(Reff : Perry R.H, Tabel 3-181)

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



Neraca panas total :  $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q \text{ loss}$

Dimana :

$\Delta H_1$  = Panas yang terkandung dalam (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> masuk Heater

$\Delta H_2$  = Panas yang terkandung dalam (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> keluar Heater

Q = Panas yang terkandung steam



$Q_{\text{loss}} = \text{Panas yang hilang}$

**Menghitung panas yang terkandung dalam  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  masuk Heater**

Komponen	m (kg/jam)	m (kmol/jam)	Cp (kkal/kmol.°K)	T (°K)	T (°K)	H1 (kkal/jam)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4684.612	35.489	51.600	303.000	5.000	9156.287
$\text{H}_2\text{SO}_4$	16.632	0.170	$26 + 0,7034 T - 0,00147 T^2$	303.000	5.000	88.782
$\text{H}_2\text{O}$	6848.588	380.477	1.000	303.000	5.000	1902.386
Total						11147.455

**Menghitung panas yang terkandung dalam  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  keluar Heater**

Komponen	m (kg/jam)	m (kmol/jam)	Cp (kkal/kmol.°K)	T (°K)	T (°K)	H2 (kkal/jam)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4684.612	35.489	51.600	373.000	75.000	137344.301
$\text{H}_2\text{SO}_4$	16.632	0.170	$26 + 0,7034 T - 0,00147 T^2$	373.000	75.000	1219.864
$\text{H}_2\text{O}$	6848.588	380.477	1.000	373.000	75.000	28535.785
Total						167099.950

**Neraca panas total :**

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

$$Q_{\text{loss}} = 0.050 ( \Delta H_1 + Q )$$

$$11147.455 + Q = 167099.950 + 0.050 ( 11147.455 + Q )$$

$$0,95Q = 167099.950 - 11147.455 + ( 0.050 \times 11147.455 )$$

$$Q = 164747.229 \text{ kkal/jam}$$

$$Q_{\text{loss}} = 0.050 ( 11147.455 + 164747.229 )$$

$$= 8794.734 \text{ kkal/jam}$$

Digunakan steam pada  $120^\circ\text{C}$  dari steam tabel (app. C, tabel C.1, Smith & Van Ness)

$$\lambda_{\text{steam pada } 120^\circ\text{C}} = 2202 \text{ kJ/kg} = 526.338 \text{ kkal/kg}$$

Jadi jumlah steam yang dibutuhkan sebesar :

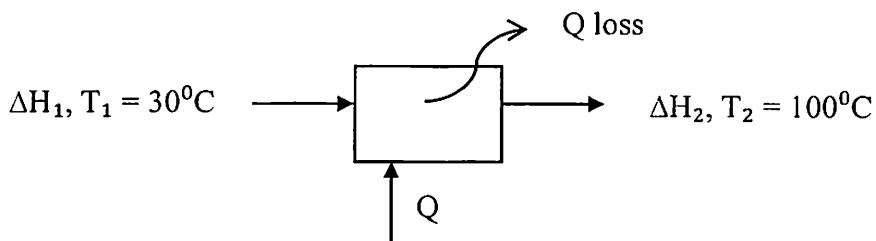
$$Q = m \cdot \lambda$$

$$m = \frac{164747.229}{526.338} = 313.006 \text{ kg/jam}$$

### Neraca panas pada Heater $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	11147.4548	$\Delta H_2$	167099.9499
Q	164747.2293	Q loss	8794.7342
Total	175894.6841	Total	175894.6841

### 2. Heater NaCl



Neraca panas total :  $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q \text{ loss}$

Dimana :

$\Delta H_1$  = Panas yang terkandung dalam NaCl masuk Heater

$\Delta H_2$  = Panas yang terkandung dalam NaCl keluar Heater

Q = Panas yang terkandung steam

Q loss = Panas yang hilang

### Menghitung panas yang terkandung dalam NaCl masuk Heater

Komponen	m (kg/jam)	m (kmol/jam)	Cp (kkal/kmol.°K)	T (°K)	T (°K)	H1 (kkal/jam)
NaCl	4359.883	74.528	$10,79 + 0,0042 T$	303.000	5.000	4491.089
CaSO <sub>4</sub>	7.552	0.055	$18,52 + 0,02197 T + 156800 T^2$	303.000	5.000	7.449
H <sub>2</sub> O	12677.769	704.321	1.000	303.000	5.000	3521.603
Total						8020.141

### Menghitung panas yang terkandung dalam NaCl keluar Heater

Komponen	m (kg/jam)	m (kmol/jam)	Cp (kkal/kmol.°K)	T (°K)	T (°K)	H2 (kkal/jam)
NaCl	4359.883	74.528	$10,79 + 0,0042 T$	373.000	75.000	68188.012
CaSO <sub>4</sub>	7.552	0.055	$18,52 + 0,02197 T + 156800 T^2$	373.000	75.000	113.583
H <sub>2</sub> O	12677.769	704.321	1.000	373.000	75.000	52824.039
Total						121125.633

**Neraca panas total :**

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

$$Q_{\text{loss}} = 0.050 (\Delta H_1 + Q)$$

$$8020.141 + Q = 121125.633 + 0.050 (8020.141 + Q)$$

$$0,95Q = 121125.633 - 8020.141 + (0.050 \times 8020.141)$$

$$Q = 119480.525 \text{ kkal/jam}$$

$$Q_{\text{loss}} = 0.050 (8020.141 + 119480.525)$$

$$= 6375.033 \text{ kkal/jam}$$

Jadi jumlah steam yang dibutuhkan sebesar :

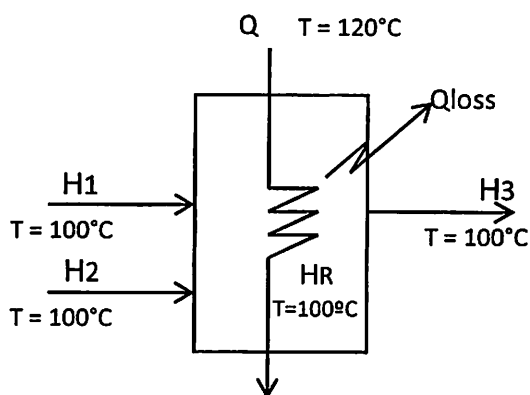
$$Q = m \cdot \lambda$$

$$m = \frac{119480.525}{526.338} = 227.003 \text{ kg/jam}$$

**Neraca panas pada 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
Total	127500.667	Total	127500.667

### 3. Reaktor



Dimana :

$\Delta H_1$  = Panas yang terkandung dalam  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  masuk Reaktor

$\Delta H_2$  = Panas yang terkandung dalam NaCl masuk Reaktor

$\Delta H_3$  = Panas bahan keluar dari reaktor

Q = Panas yang diperlukan

$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang

$\Delta H_R$  = Panas reaksi dalam reaktor

Neraca panas total :

$$H1 + H2 + Q = HR + H3 + Q_{\text{loss}}$$

**Panas bahan masuk Reaktor**

H1 = panas  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dari pre heater

$$= 167099.950 \text{ kkal/jam}$$

H2 = panas NaCl dari pre heater

$$= 121125.633 \text{ kkal/jam}$$

**Menghitung panas yang keluar dari Reaktor**

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp (kkal/kmol. $^{\circ}$ K)	T( $^{\circ}$ K)	T( $^{\circ}$ K)	H3 (kkal/jam)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	234.231	1.774	51.600	373	75	6867.215
NaCl	415.227	7.098	$10,79 + 0,0042 T$	373	75	6494.096
$\text{NH}_4\text{Cl}$	3607.506	67.430	$9,8 + 0,0368 T$	373	75	111999.912
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	4787.531	33.715	32.800	373	75	82938.923
$\text{CaSO}_4$	7.552	0.055	$18,52 + 0,02197 T + 156800 T^{-2}$	373	75	113.583
$\text{H}_2\text{SO}_4$	16.632	0.170	$26 + 0,7034 T - 0,00147 T^2$	373	75	1219.864
$\text{H}_2\text{O}$	19526.358	1084.798	1.000	373	75	81359.823
Total						290993.417

Data :

Panas pembentukan standar ( Hf 298 )

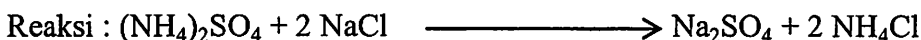
$$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = -281.740 \text{ kkal/kmol} \times 35.312 \text{ kmol} = -9948.808 \text{ kkal}$$

$$\text{NaCl} = -98.232 \text{ kkal/kmol} \times 70.624 \text{ kmol} = -6937.540 \text{ kkal}$$

$$\text{NH}_4\text{Cl} = -75.380 \text{ kkal/kmol} \times 70.624 \text{ kmol} = -5323.640 \text{ kkal}$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 = -330.500 \text{ kkal/kmol} \times 35.312 \text{ kmol} = -11670.622 \text{ kkal}$$

Perhitungan panas reaksi :



$$\text{Hf 298} = \text{Hf produk} - \text{Hf reaktan}$$

$$= \{ ( -11670.622 + -5323.640 ) - ( -9948.808 + -6937.540 ) \}$$

$$= -107.914 \text{ kkal/jam}$$

**H reaktan**

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp (kkal/kmol. $^{\circ}$ K)	T( $^{\circ}$ K)	T( $^{\circ}$ K)	H1 (kkal/jam)
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4684.612	35.489	51.600	373	-75	-137344.301
NaCl	4359.883	74.528	$10,79 + 0,0042 T$	373	-75	-52435.419
Total						-189779.720

**H produk**

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp (kkal/kmol.°K)	T(°K)	T(°K)	H1 (kkal/jam)
NH <sub>4</sub> Cl	3607.506	67.430	9,8 + 0,0368 T	373	75	111999.912
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4787.531	33.715	32.800	373	75	82938.923
Total						194938.835

$$\begin{aligned}
 HR &= H \text{ produk} - H \text{ reaktan} + H_f 298 \\
 &= 194938.835 - (-189779.720) + (-107.914) \\
 &= 384610.642 \text{ kkal/jam} \quad (\text{endotermis})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H1 + H2 + Q &= HR + H3 + Q_{\text{loss}} \\
 167099.950 + 121125.633 + Q &= 384610.642 + 290993.417 + \\
 &0.050 ( 167099.950 + 121125.633 + Q ) \\
 0.950 Q &= 401789.755 \\
 Q &= 422936.584 \text{ kkal/jam}
 \end{aligned}$$

Menghitung panas yang hilang :

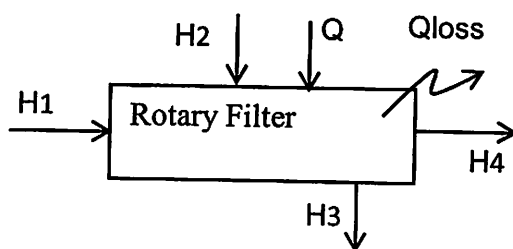
$$\begin{aligned}
 Q_{\text{loss}} &= 0.050 ( H1 + H2 + Q ) \\
 &= 35558.108 \text{ kkal/jam}
 \end{aligned}$$

Jadi jumlah steam yang dibutuhkan sebesar :

$$\begin{aligned}
 Q &= m \cdot \lambda \\
 m &= \frac{422936.584}{526.338} = 803.545 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

**Neraca panas pada 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**

Dimana :

$$\Delta H_1 = \text{panas yang terkandung pada bahan masuk}$$

$\Delta H_2$  = panas yang terkandung pada air pencuci masuk

$\Delta H_3$  = panas yang terkandung oleh cake keluar

$\Delta H_4$  = panas yang terkandung pada filtrat keluar

Q = panas yang diperlukan

Qloss = panas yang hilang

Neraca panas total :  $\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_{loss}$

### Panas bahan masuk ( $\Delta H_1$ )

$$\Delta H_1 = 290993.417 \text{ kkal/jam}$$

### Panas yang terkandung pada air pencuci ( $H_2$ ) :

$$\Delta H_2 = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$= 557.145 \times 1.000 \times ( 30.000 - 25.000 ) \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 2785.726 \text{ kkal/jam}$$

### Panas cake keluar ( $H_3$ ) :

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp (kkal/kmol. $^\circ$ K)	T( $^\circ$ K)	T( $^\circ$ K)	H1 (kkal/jam)
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7.027	0.053	51.600	373	75	206.016
NaCl	5.190	0.089	10,79 + 0,0042 T	373	75	81.176
NH <sub>4</sub> Cl	9.019	0.169	9,8 + 0,0368 T	373	75	280.000
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4428.466	31.186	32.800	373	75	76718.504
CaSO <sub>4</sub>	7.552	0.055	18,52 + 0,02197 T + 156800 T-2	373	75	113.583
H <sub>2</sub> O	503.160	27.953	1.000	373	75	2096.501
Total						79495.779

### Panas filtrat keluar ( $H_4$ ) :

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp (kkal/kmol. $^\circ$ K)	T( $^\circ$ K)	T( $^\circ$ K)	H4 (kkal/jam)
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	227.204	1.721	51.600	373	75	6661.199
NaCl	410.037	7.009	10,79 + 0,0042 T	373	75	6412.920
NH <sub>4</sub> Cl	3598.487	67.261	9,8 + 0,0368 T	373	75	111719.913
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	359.065	2.529	32.800	373	75	6220.419
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.632	0.170	26 + 0,7034 T - 0,00147 T <sup>2</sup>	373	75	1219.864
H <sub>2</sub> O	19555.145	1086.397	1.000	373	75	81479.772
Total						213714.087

**Menghitung panas yang hilang :**

$Q_{\text{loss}} = 5 \% \times \text{panas yang masuk}$

$$= 0.050 \times ( 290993.417 + 2785.726 )$$

$$= 14688.957 \text{ kkal/jam}$$

$\Delta H_1 + \Delta H_2 + Q = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$

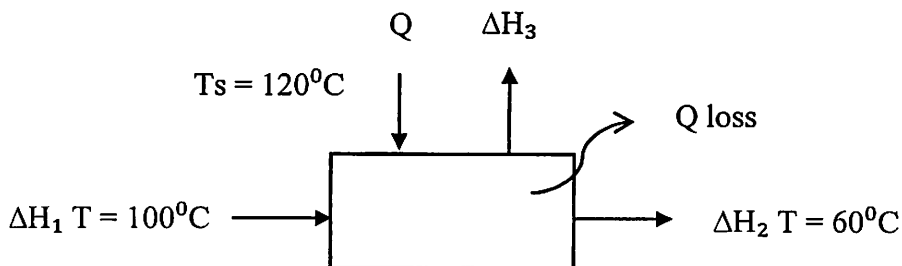
$Q = (\Delta H_4 + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}}) - (\Delta H_1 + \Delta H_2)$

$$= ( 213714.087 + 79495.779 + 14688.957 ) - ( 290993.417 + 2785.726 )$$

$$= 14119.681 \text{ kkal/jam}$$

**Neraca panas pada 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. Evaporator**

Neraca panas total :  $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}}$

Dimana :

$\Delta H_1$  = Panas yang terkandung dalam bahan masuk Evaporator

$\Delta H_2$  = Panas bahan keluar Evaporator

$\Delta H_3$  = Panas uap

Q = Panas steam yang dibutuhkan

Q loss = Panas yang hilang

Saturated steam yang digunakan pada P steam 198,53 kPa dengan suhu 120°C

$\lambda$  steam pada 120 °C = 2202 kJ/kg = 526.338 kkal/kg

Tekanan operasi pada effect II = 19,94 kPa dari steam tabel didapat T = 60°C

$\lambda$  steam pada 60 °C = 2358 kJ/kg = 563.576 kkal/kg

Menentukan T3 menggunakan persamaan BPR effect II dengan  $X = 0.500$

$$BPR = 1,78.X + 6,22.X^2$$

$$\begin{aligned} BPR &= 1.780 ( 0.500 ) + 6.220 ( 0.500 )^2 \\ &= 2.445 \quad ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$T2 = 60 + 2.445 = 62.445 \quad ^\circ\text{C}$$

$$\text{Total air yang diuapkar} = 16969.595 \quad \text{kg/jam}$$

Air yang diuapkan pada setiap effect :

Diasumsikan persamaan untuk uap rata-rata yang terbentuk pada setiap effect :

$$X1 = 0.229$$

$$X2 = 0.500$$

Koefisien Heat Transfer (U) dari Geankoplis hal. 506, range untuk short tube vertical : 1100 – 4000

Asumsi ditetapkan :

$$U1 = 3122.000 \quad \text{W/m}^2 \cdot \text{k}$$

$$U2 = 1987.000 \quad \text{W/m}^2 \cdot \text{k}$$

Menghitung BPR tiap – tiap effect :

$$\begin{aligned} BPR1 &= 1.780 X1 + 6.220 X1^2 \\ &= 2.780 ( 0.229 ) + 6.220 ( 0.229 )^2 \\ &= 0.965 \quad ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BPR2 &= 1.780 X2 + 6.220 X2^2 \\ &= 2.780 ( 0.500 ) + 6.220 ( 0.500 )^2 \\ &= 2.945 \quad ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma T \text{ available} &= Ts_1 - T_3(\text{saturation}) - (BPR1 + BPR2) \\ &= 120 - 60 - ( 0.9654 + 2.945 ) \\ &= 56.090 \quad ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Menghitung  $\Delta T1$ ,  $\Delta T2$  :

Dari persamaan 85-6 Geankoplis, hal. 504 diperoleh :

$$\begin{aligned} \Delta T1 &= \Sigma \Delta T \frac{1/U1}{1/U1 + 1/U2} \\ &= 56.090 \frac{0.00032}{0.00032 + 0.00050} \\ &= 21.814 \quad ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta T2 &= \Sigma \Delta T \frac{1/U2}{1/U1 + 1/U2} \\ &= 56.090 \frac{0.00050}{0.00032 + 0.00050} \\ &= 34.275 \quad ^\circ\text{C} \end{aligned}$$



Menghitung boiling point sebenarnya pada larutan tiap-tiap effect :

$$T1 = Ts_1 - \Delta T1$$

$$T1 = 120 - 21.814 = 98.186 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Ts_1 = 120 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ ( T condensat saturated steam pada effect I )}$$

$$T2 = T1 - BPR1 - \Delta T2$$

$$T2 = 98.186 - 0.965 - 34.275 \\ = 62.945 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Ts_2 = T1 - BPR1$$

$$Ts_2 = 98.186 - 0.965 \\ = 97.220 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ ( T condensat saturated steam pada effect II )}$$

Effect I	Effect II	Condensor
$Ts_1 = 120 \text{ } ^\circ\text{C}$	$Ts_2 = 97.220 \text{ } ^\circ\text{C}$	$Ts_3 = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$
$T1 = 98.186 \text{ } ^\circ\text{C}$	$T2 = 62.945 \text{ } ^\circ\text{C}$	

### Panas bahan masuk ( $\Delta H_1$ )

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp)	T( $^\circ\text{K}$ )	T( $^\circ\text{K}$ )	H1 (kkal/jam)
			(kkal/kmol. $^\circ\text{K}$ )			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	227.204	1.721	51.600	371.186	73.186	6500.048
NaCl	410.037	7.009	10,79+0,0042T	371.186	73.186	6255.821
NH <sub>4</sub> Cl	3598.487	67.261	9,8 + 0,0368 T	371.186	73.186	108852.791
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	359.065	2.529	32.800	371.186	73.186	6069.932
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	16.632	0.170	26 + 0,7034 T - 0,00147 T <sup>2</sup>	371.186	73.186	1193.935
H <sub>2</sub> O	19555.145	1086.397	1.000	371.186	73.186	79508.577
Total						208381.105

### Panas bahan keluar ( $\Delta H_2$ )

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp)	T( $^\circ\text{K}$ )	T( $^\circ\text{K}$ )	H2 (kkal/jam)
			(kkal/kmol. $^\circ\text{K}$ )			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	227.204	1.721	51.600	335.945	37.945	3370.122
NaCl	410.037	7.009	10,79+0,0042T	335.945	37.945	3223.814
NH <sub>4</sub> Cl	3598.487	67.261	9,8 + 0,0368 T	335.945	37.945	54782.683
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	359.065	2.529	32.800	335.945	37.945	3147.117
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8.316	0.085	26 + 0,7034 T - 0,00147 T <sup>2</sup>	335.945	37.945	325.492
H <sub>2</sub> O	2585.550	143.642	1.000	335.945	37.945	5450.484
Total						70299.712

Kandungan panas pada bahan keluar atau uap ( $H_3$ ) =

$$\Delta H_3 = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

$$= 16969.595 \cdot 1.000 \cdot (37.945 - 25.000)$$

$$= 219671.408 \text{ kkal/jam}$$

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_3 + Q_{\text{loss}}$$

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + \Delta H_3 + 0,05 (\Delta H_1 + Q)$$

$$0,95Q = \Delta H_2 + \Delta H_3 + 0,95\Delta H_1$$

$$= 70299.712 + 219671.408 - 197962.050$$

$$Q = 96851.654 \text{ kkal/jam}$$

$$Q_{\text{loss}} = 0,05 (\Delta H_1 + Q)$$

$$= 15261.638 \text{ kkal/jam}$$

Jadi jumlah steam yang dibutuhkan sebesar :

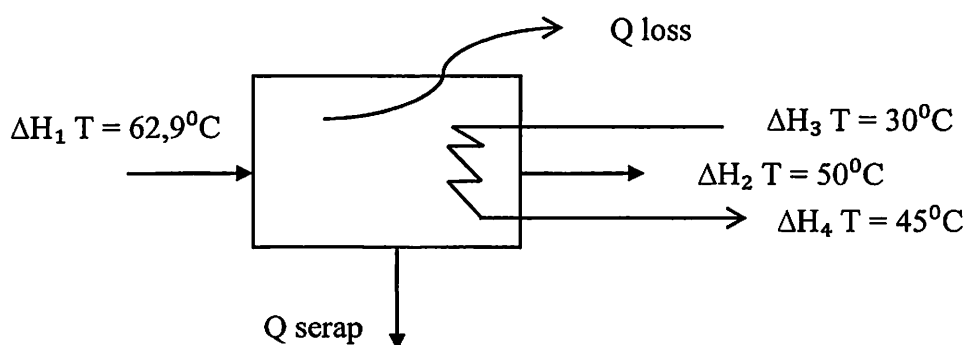
$$Q = m \cdot \lambda$$

$$m = \frac{96851.654}{526.338} = 184.010 \text{ kg/jam}$$

#### Neraca panas pada 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>

#### 6. Kristaliser



Dimana :

$\Delta H_1$  = Panas yang terkandung dalam bahan masuk kristaliser

$\Delta H_2$  = Panas yang terkandung dalam bahan keluar kristaliser

Q serap = Panas air pendingin keluar

Q loss = Panas yang hilang (5%  $\Delta H_1$ )

Neraca panas total :  $\Delta H_1 = \Delta H_2 + Q_{\text{serap}} + Q_{\text{loss}}$

**Panas bahan masuk ( $\Delta H_1$ )**

$$\Delta H_1 = 70299.712 \text{ kkal/jam}$$

**Panas bahan keluar ( $\Delta H_2$ )**

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp)	T(°K)	T(°K)	H2 (kkal/jam)
			(kkal/kmol.°K)			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	227.204	1.721	51.600	323.000	25.000	2220.400
NaCl	410.037	7.009	10,79+0,0042T	323.000	25.000	2119.241
NH <sub>4</sub> Cl	3598.487	67.261	9,8 + 0,0368 T	323.000	25.000	35692.958
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	359.065	2.529	32.800	323.000	25.000	2073.473
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8.316	0.085	26 + 0,7034 T - 0,00147 T <sup>2</sup>	323.000	25.000	217.668
H <sub>2</sub> O	2585.550	143.642	1.000	323.000	25.000	3591.042
Total						45914.782

**Menghitung panas yang hilang**

$$\begin{aligned} Q_{\text{loss}} &= 5\% \times \Delta H_1 \\ &= 5\% \times 70299.7124 \text{ kkal/jam} \\ &= 3514.9856 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

**Menghitung panas yang diserap oleh pendingin ( Q serap ) :**

$$\begin{aligned} Q_{\text{serap}} &= \Delta H_1 - ( \Delta H_2 + Q_{\text{loss}} ) \\ &= 70299.7124 - ( 45914.7817 + 3514.9856 ) \\ &= 20869.9451 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

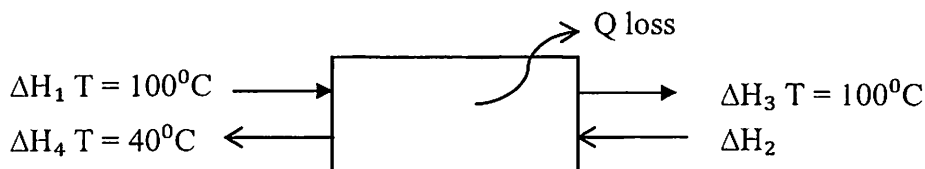
**Menghitung kebutuhan pendingin :**

$$m_{\text{air}} = \frac{Q_{\text{serap}}}{C_p \text{ air} \times \Delta T} = \frac{20869.9451}{1 \times 20} = 1043.4973 \text{ kg/jam}$$

**Neraca panas pada Kristaliser**

Panas Masuk (Kkal/jam)		Panas Keluar (Kkal/jam)	
$\Delta H_1$	70299.712	$\Delta H_2$	45914.782
		Qserap	20869.945
		Q loss	3514.986
<b>Total</b>	<b>70299.712</b>	<b>Total</b>	<b>70299.712</b>

## 7. Rotary Dryer (B-160)



$$\text{Neraca panas total : } \Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q \text{ loss}$$

Dimana :

$\Delta H_1$  = Panas yang terkandung dalam bahan masuk rotary dryer

$\Delta H_2$  = Panas yang terkandung dalam udara masuk rotary dryer

$\Delta H_3$  = Panas yang terkandung dalam bahan keluar rotary dryer

$\Delta H_4$  = Panas yang terkandung dalam udara keluar rotary dryer

$Q \text{ loss}$  = Panas yang hilang

**Panas bahan masuk ( $\Delta H_1$ )**

$$\Delta H_1 = 45914.782 \text{ kkal/jam}$$

**Panas bahan keluar ( $\Delta H_3$ )**

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp)	T(°K)	T(°K)	H3 (kkal/jam)
			(kkal/kmol.°K)			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.977	0.015	51.600	373.000	75.000	57.952
NaCl	3.362	0.057	10,79+0,0042T	373.000	75.000	52.586
NH <sub>4</sub> Cl	3598.487	67.261	9,8 + 0,0368 T	373.000	75.000	111719.913
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4.416	0.031	32.800	373.000	75.000	76.511
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	8.316	0.085	26 + 0,7034 T - 0,00147 T <sup>2</sup>	373.000	75.000	609.932
H <sub>2</sub> O	0.012	0.001	1.000	373.000	75.000	0.048
Total						112516.942

**Panas yang terkandung dalam udara keluar rotary dryer ( $\Delta H_4$ )**

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp)	T(°K)	T(°K)	H4 (kkal/jam)
			(kkal/kmol.°K)			
H <sub>2</sub> O	381.749	21.208	1.000	373.000	75.000	1590.621
Total						1590.621

**Menghitung panas yang hilang ( $Q_{\text{loss}}$ )**

$$Q \text{ loss} = 0.050 ( \Delta H_1 + \Delta H_2 )$$

$$= 0.050 ( 45914.782 + 1590.621 )$$

$$= 2295.739 \text{ kkal/jam}$$

Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q \text{ loss}$$

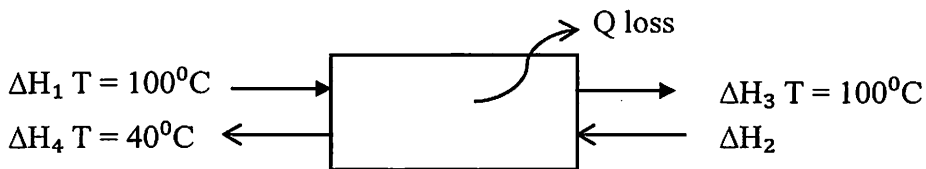
$$45914.782 + \Delta H_2 = 112516.942 + 1590.621 + 2295.739$$

$$\Delta H_2 = 70488.521 \text{ kkal/jam}$$

### Neraca panas pada 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
Total	116403.302	Total	116403.302

### 8. Rotary Dryer (B-130)



$$\text{Neraca panas total : } \Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q \text{ loss}$$

Dimana :

$\Delta H_1$  = Panas yang terkandung dalam bahan masuk rotary dryer

$\Delta H_2$  = Panas yang terkandung dalam udara masuk rotary dryer

$\Delta H_3$  = Panas yang terkandung dalam bahan keluar rotary dryer

$\Delta H_4$  = Panas yang terkandung dalam udara keluar rotary dryer

Q loss = Panas yang hilang

### Panas bahan masuk ( $\Delta H_1$ )

$$\Delta H_1 = 79495.779 \text{ kkal/jam}$$

**Panas bahan keluar ( $\Delta H_3$ )**

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp)	T(°K)	T(°K)	H3 (kkal/jam)
			(kkal/kmol.°K)			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7.027	0.053	51.600	373.000	75.000	206.016
NaCl	5.190	0.089	10,79+0,0042T	373.000	75.000	81.176
NH <sub>4</sub> Cl	9.019	0.169	9,8 + 0,0368 T	373.000	75.000	280.000
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4428.466	31.186	32.800	373.000	75.000	76718.504
CaSO <sub>4</sub>	7.552	0.055	26 + 0,7034 T - 0,00147 T <sup>2</sup>	373.000	75.000	113.583
H <sub>2</sub> O	2.430	0.135	1.000	373.000	75.000	10.125
Total						77409.404

**Panas yang terkandung dalam udara keluar rotary dryer ( $\Delta H_4$ )**

Komponen	m (kkal/kg)	m (kkal/kmol)	Cp)	T(°K)	T(°K)	H4 (kkal/jam)
			(kkal/kmol.°K)			
H <sub>2</sub> O	500.730	27.818	1.000	373.000	75.000	2086.376
Total						2086.376

**Menghitung panas yang hilang (Qloss)**

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{loss}} &= 0.050 \quad ( \Delta H_1 + \Delta H_2 ) \\
 &= 0.050 \quad ( 79495.779 + 2086.376 ) \\
 &= 3974.789 \quad \text{kkal/jam}
 \end{aligned}$$

Neraca panas total :

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 = \Delta H_3 + \Delta H_4 + Q_{\text{loss}}$$

$$79495.779 + \Delta H_2 = 77409.404 + 2086.376 + 3974.789$$

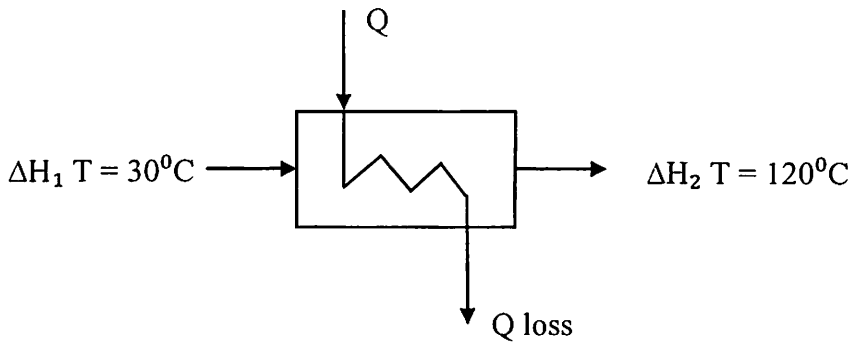
$$\Delta H_2 = 3974.789 \quad \text{kkal/jam}$$

**Neraca panas pada 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
Total	83470.568	Total	83470.568



## 9. Heater Udara



Udara yang masuk dikeringkan dalam heater kemudian dialirkan dalam rotary dryer. Suhu udara masuk heater sebesar 30°C dan suhu keluar heater sebesar 120°C.

Neraca panas total di heater:  $\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$

Dimana:

$\Delta H_1$  = Panas yang terkandung dalam udara kering masuk heater

$\Delta H_2$  = Panas yang terkandung dalam udara kering keluar heater

$Q$  = Panas yang terkandung dalam steam masuk heater

$Q_{\text{loss}}$  = Panas yang hilang

**a. Panas yang terkandung dalam udara kering masuk heater ( $\Delta H_1$ ):**

$$m_{\text{udara}} = 799.6638 \text{ kg/jam}$$

$$C_p \text{ pada } T 30^\circ\text{C} = 0.216 \text{ kkal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_1 &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 799.6638 \times 0.216 \times 5 \\ &= 863.2371 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

**b. Panas yang terkandung dalam udara kering keluar heater ( $\Delta H_2$ ):**

$$C_p \text{ pada } T 120^\circ\text{C} = 0.224 \text{ kkal/kg } ^\circ\text{C}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_2 &= m \times C_p \times \Delta T \\ &= 799.6638 \times 0.224 \times 95 \\ &= 17009.2495 \text{ kkal/jam} \end{aligned}$$

**c. Panas yang terkandung dalam steam masuk heater ( $Q$ ):**

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + Q_{\text{loss}}$$

$$\Delta H_1 + Q = \Delta H_2 + 0.05 (\Delta H_1 + Q)$$

$$Q = \frac{\Delta H_2 - 0.05 \Delta H_1}{0.95} = 17041.2360 \text{ kkal/jam}$$

**d. Panas yang hilang (Q loss) :**

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{loss}} &= 5\% \times (\Delta H_1 + Q) \\
 &= 5\% \times (863.2371 + 17041.2360) \\
 &= 895.2237 \text{ kkal/jam}
 \end{aligned}$$

**Neraca panas pada Heater Udara**

<b>Panas Masuk (Kkal/jam)</b>		<b>Panas Keluar (Kkal/jam)</b>	
$\Delta H_1$	863.2371	$\Delta H_2$	17009.2495
Q	17041.2360	Q loss	895.2237
Total	17904.4732	Total	17904.4732



## APPENDIKS C SPESIFIKASI ALAT

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

Fungsi : Untuk menyimpan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Jenis : Tangki vertikal dengan tutup atas dishead dan tutup bawah plat datar.

Dasar perencanaan :

Suhu : 30°C

Rate masuk : 5543.919 kg/jam = 12222.125 lb/jam

Residence time : 7 hari

Densitas : 134.970 lb/ft<sup>3</sup>

Tekanan : 1 atm = 14.700 psia

Tutup berupa standart dishead

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA - 240 grade M type 31 ( f = 18750 psi

Pengelasan : Double welded = 0.8

Faktor korosi : 1/16 in

Volume ruang kosong 20%

Perhitungan

**Menentukan dimensi gudang**

$$\text{Volume} = \frac{12222.125 \times 24 \text{ jam} \times 7 \text{ hari}}{134.970} = 15213.136 \text{ ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= \frac{15213.136}{0.800} = 19016.420 \text{ ft}^3 \times \frac{0.028}{1.000} \text{ m}^3 \\ &= 538.165 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume total} = P \times L \times t$$

$$\text{Dimana : } t = 10 \text{ m}$$

$$P = 2 \times \text{lebar}$$

$$\text{Maka : } V = 2 L \times L \times 10$$

$$538.165 = 2 L^2 \times 10$$

$$L = 12.701 \text{ m}$$

$$P = 25.402 \text{ m}$$

**Spesifikasi Peralatan :**

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 sulfit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dari gudang ke Bin
Type	:	Flat Belt on continous plate
Bahan	:	Carbon steel

### Dasar perencanaan :

Kapasitas bahan	=	5543.919	kg/jam	=	12222.125	lb/jam
Densitas ( $\rho$ )	=	134.970	lb/ft <sup>3</sup>			

### Perhitungan :

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{12222.125}{134.970} = 90.554 \text{ ft}^3$$

Dari Ulrich tabel 4-4 hal 71, untuk Belt Conveyor kapasitas maksimum adalah m<sup>3</sup>/detik

kecepatan belt conveyo	=	60	m/s (	196.850	ft/s )
panjang	=	10	m		
lebar	=	0.5	m		
kemiringan	=	30	°		
recidence time	=	10	dt		

Dari Perry 3rd ed, fig. 17, hal 13-58, didapat :

Kebutuhan power untuk belt dalam keadaan kosong

$$P_1 = \frac{0.250 \text{ (beltspeed)}}{100.000} = \frac{0.250 \times 196.850}{100.000} = 0.492 \text{ HP}$$

Kebutuhan power untuk belt dengan membawa bahan

$$P_1 = \frac{0.040 \text{ (kapasitas)}}{100.000} = \frac{0.040 \times 12222.125}{100.000} = 4.889 \text{ HP}$$

power total ( P )

$$P = P_1 + P_2$$

$$P = 0.492 + 4.889 = 5.381 \sim 5.000 \text{ HP}$$

Efisiensi power penggerak belt adalah 60%, sehingga total power yang dibutuhkan untuk menggerakkan belt adalah :

$$P_{\text{total}} = 100.000 \times P$$

$$= \frac{100.000}{60.000} \times 5.000 = 8.333 \text{ HP}$$

**Spesifikasi Peralatan :**

Nama alat	=	Belt conveyor
Kapasitas	=	5543.919 kg/jam = 12222.125 lb/jam
Residence time	=	10 detik
Panjang belt	=	10 m
Kecepatan	=	1 m/detik
Power pompa	=	8.333 HP
Jumlah	=	1 buah

**3. TANGKI PENGECERAN (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**

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

$$E = 0.8$$

$$f = 18750$$

$$C = 1/16$$

$$\text{Kapasitas} = 5543.9193 \text{ kg/jam} = 12222.1245 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ HCl} = 134.970 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Volume liquid} = \frac{\text{Massa}}{\rho \text{ HCl}} = \frac{12222.1245}{134.97} = 90.5544 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\text{Asumsi : Volume liquid} = 80\% \text{ Volume tangki}$$

$$\text{Volume tangki} = 113.193 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume tangki} = 0.2 V_t + V_l$$

$$\text{Volume tangki} = \left[ \frac{\pi \times d_i^2}{4} \times 1.5 d_i \right] + 0.0847 d_i^3 + 0.0847 d_i^3$$

$$113.193 = 1.3469 d_i^3$$

$$d_i = 1.1044 \text{ ft} = 13.252 \text{ in}$$

$$L_s = 1.5 d_i$$

$$= 1.5 \times 1.1044 = 1.6565 \text{ ft} = 19.8783 \text{ in}$$

$$V_l = \left[ \frac{\pi \times d_i^2}{4} \times L_s \right] + 0.0847 d_i^3$$

$$90.5544 = 0.9574 L_s + 0.1141$$

$$Lls = 94.466 \text{ ft} = 1133.5969 \text{ in}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho (Lls - 1)}{144} = \frac{134.97 (1133.5969 - 1)}{144}$$

$$= 1061.5736 \text{ psia}$$

$$P \text{ design} = P \text{ operasi} + P \text{ hidrostatik}$$

$$= 14.7 + 1061.5736$$

$$= 1076.2736 \text{ psia} = 1061.5736 \text{ psig}$$

$$ts = \frac{P_i \times d_i}{2 (f \times E - 0.6 \times P_i)} + C$$

$$= \frac{1061.5736 \times 13.2522}{2 (18750 \times 0.8 - 1 \times 1061.5736)} + 1/16$$

$$= 0.4897 + 1/16 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

$$do = d_i + 2 ts = 13.2522 + 2 (3/16) = 13.6272 \text{ in}$$

$$Di \text{ baru} = do - 2 ts = 13.6272 - 2 (3/16) = 13.2522 \text{ in}$$

$$Ls \text{ baru} = 2 d_i = 2 \times 13.252 = 26.5044 \text{ in}$$

$$r = 14 \text{ in}$$

$$icr = 0.75 \text{ in}$$

$$sf = 2$$

$$tha = \frac{0.885 \times P_i \times r}{f \times E - 0.1 \times P_i} + C$$

$$= \frac{0.885 \times 1061.5736 \times 14}{18750 \times 0.8 - 0.1 \times 1061.5736} + 1/16$$

$$= 0.8831 + 1/16 \approx 5/16 \text{ in}$$

### Pengaduk

$$Da = 0.3 Dt = 3.9757 \text{ in} = 0.3313 \text{ ft} = 0.0084 \text{ m}$$

$$C = 1/3 Dt = 4.4174 \text{ in} = 0.3681 \text{ ft} = 0.0094 \text{ m}$$

$$W = 1/5 Da = 0.7951 \text{ in} = 0.0663 \text{ ft} = 0.0017 \text{ m}$$

$$J = 1/10 Dt = 1.3252 \text{ in} = 0.1104 \text{ ft} = 0.0028 \text{ m}$$

$$L = 1/4 Da = 0.9939 \text{ in} = 0.0828 \text{ ft} = 0.0021 \text{ m}$$

$$\mu = 0.0012$$

$$\begin{aligned}
 \text{Asumsi } N &= 25000 \text{ rpm} = 416.6667 \text{ rps} \\
 N_{Re} &= \frac{D a^2 \times N \times \rho}{\mu} = \frac{(0.0084)^2 \times 416.6667 \times 135}{0.0012} \\
 &= 3318.7259
 \end{aligned}$$

### Spesifikasi alat

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	: 90.5544 ft <sup>3</sup> /jam
Jenis pengaduk	: impeller
di	: 13.2522 in
do	: 13.6272 in
ts	: 3/16 in
Ls	: 19.8783 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 sudut 60°.

### Dasar perencanaan :

Suhu bahan masuk 30°C dan tekanan operasi 1 atm

Waktu tinggal = 1 jam

Massa = 5543.919 kg/jam = 12222.125 lb/jam

$\rho$  bahan = 134.970 lb/ft<sup>3</sup>

Direncanakan proses berjalan kontinu dengan waktu tinggal 1 jam

### Perhitungan :

#### A. Menentukan diameter tangki :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bahar} &= \frac{\text{massa}}{\rho} \\
 &= \frac{12222.125}{134.970} \\
 &= 90.554 \text{ x } 1 \text{ jam} = 90.554 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

Volume bahan mengisi 80% dari volume tangki, maka

$$\text{Volume tangki} = \frac{\text{volume bahan}}{80\%} = \frac{90.554}{0.800} = 113.193 \text{ ft}^3$$

Asumsi :  $L_s = 2 \text{ di}$

$$\text{Volume tangk} = \frac{\pi \cdot di^3}{24 \cdot \text{tg}30^\circ} + \frac{\pi \cdot di^2(2di)}{4.000}$$

$$113.193 = \frac{3.140 (di)^3}{13.856} + \frac{3,14 \cdot (di)^2 \cdot (2di)}{4.000}$$

$$113.193 = 0.227 di^3 + 1.570 di^3$$

$$di = 4.664 \text{ ft} = 55.968 \text{ in}$$

Menentukan tekanan design ( $P_i$ ) :

Volume bahan dalam shell

$$= \text{volume bahan} - \text{volume tutup bawah}$$

$$= 113.193 - 0.227 \times 4.664 = 112.136 \text{ ft}^3$$

$$\text{Tinggi bahan dalam shell (H)} = \frac{\text{volume produk dalam shell}}{1/4 \cdot \pi di^2}$$

$$= \frac{112.136}{0.250 \cdot 3.140 \cdot 21.753} = 6.567$$

$$\text{Tekanan hidrostatik (P}_i) = \frac{\rho(H-1)}{144} = \frac{134.970 (6.567 - 1.000)}{144.000}$$

$$= 5.21775997 \text{ psia}$$

$$\text{Tekanan design (P}_i) = 5.218 + 14.700$$

$$= 9.595 \text{ psig}$$

## B. Menentukan tebal silinder :

Bahan = Stainless steel SA 240 grade M type 316

f allowable = 18750.000 (Brownell & Young, hal 342)

Faktor korosi C = 1/6

Type pengelasan = Double welded butt joint ( $E = 0,8$ )

(Brownell & Young, hal 254)

$$\text{Tekanan design (P}_i) = 9.595 \text{ psig}$$

$$t_s = \frac{P_i \times di}{2(f \times E - 0,6P_i)} + C$$

$$= \frac{9.595 \times 55.968}{2.000 (18750 \times 0.800 - 0.600 \times 9.595)} + 1/16$$

$$= 0.018 + 1/16 = 2/16 \text{ in}$$

Standarisasi :

$$d_o = d_i + 2t_s$$

$$d_o = 55.968 + 2.000 \left( \frac{2}{16} \right) = 56.218 \text{ in}$$

Dengan pendekatan keatas maka didapat harga  $d_o = 60.000$

Dari tabel 5.7 hal 89 Brownell & Young, hal 90 didapat harga :

$$d_o = 60.000$$

$$i_c r = 3 \frac{5}{8}$$

$$r = 60$$

Menentukan harga  $d_i$  baru :

$$d_i = d_o - 2.t_s$$

$$\begin{aligned} d_i &= 60.000 - 2 \cdot \frac{2}{16} = 59.750 \text{ in} \\ &= 4.979 \text{ ft} \end{aligned}$$

Cek hubungan  $L_s$  dengan  $d_i$  :

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

$$113.193 = 0.488 d_i^3 + 0.785 d_i^2 L_s$$

$$113.193 = 0.488 (4.979)^3 + 0.785 (4.979)^2 L_s$$

$$L_s = 1.420 \text{ ft}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{1.420}{4.979} = 0.285 < 1.125 \text{ (memenuhi)}$$

**C. Menentukan tebal tutup bawah berbentuk conical :**

$$t_{hb} = \frac{P_i \times d_i}{2(f \times E - 0,6 \times P_i) \cos 1/2 \alpha} + C$$

$$\begin{aligned} &= \frac{9.595 \times 59.750}{2.000 \left( 18750 \times 0.800 - 0.600 \times 9.595 \right) \cos 1/2 \alpha} + \\ &= 0.020 + 1/6 = 2/16 \end{aligned}$$

**D. Menentukan tinggi tangki :**

$$\text{Tinggi shell} = L_s = 1.420 \text{ ft} = 17.037 \text{ in}$$

Tinggi tutup bawah berbentuk conis dengan  $\alpha = 60^\circ$  :

$$h_b = \frac{1/2 d_i}{\tan 1/2 \alpha} = \frac{0.500 \cdot 59.750}{0.577} = 51.776 \text{ in}$$

Tinggi tangki = tinggi shell + tinggi tutup bawah

$$= 17.037 + 51.776 = 68.814 \text{ in}$$

**Spesifikasi peralatan :**

Nama	=	Tangki penampung ammonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		
Type	=	Silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut $60^\circ$ .		
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.

**Dasar perencanaan :**

Suhu	:	30°C
Rate masuk	:	5034.507 kg/jam = 11099.074 lb/jam
Residence time	:	7 hari
Densitas	:	168.970 lb/ft <sup>3</sup>
Tekanan	:	1 atm = 14.700 psia

Tutup berupa standart dishead

Bahan konstruksi	:	High Alloy Steel SA - 240 grade M type 316 ( f = 18750 psi
Pengelasan	:	Double welded = 0.8
Faktor korosi	:	1/16 in
Volume ruang kosong	:	0.200

**Perhitungan****Menentukan dimensi gudang**

$$\text{Volume} = \frac{11099.074 \times 24 \text{ jam} \times 7 \text{ hari}}{168.970} = 11035.358 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume total} = \frac{11035.358}{0.800} = 13794.198 \text{ ft}^3 \times \frac{0.0283}{1.000} \text{ m}^3$$

$$= 390.376 \text{ m}^3$$



$$\text{Volume total} = P \times L \times t$$

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } t &= 10 \text{ m} \\ P &= 2 \times \text{lebar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } V &= 2 L \times L \times 10 \\ 13794.198 &= 2 L^2 \times 10 \\ L &= 17.509 \text{ m} \\ P &= 35.018 \text{ m} \end{aligned}$$

### Spesifikasi Peralatan :

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 ammonium sulfit NaCl dari gudang ke Bin
Type	:	Flat Belt on continous plate
Bahan	:	Carbon steel

### Dasar perencanaan :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas bahan} &= 5034.507 \text{ kg/jam} = 12222.125 \text{ lb/jam} \\ \text{Densitas } (\rho) &= 134.970 \text{ lb/ft}^3 \end{aligned}$$

### Perhitungan :

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{12222.125}{134.970} = 90.554 \text{ ft}^3$$

Dari Ulrich tabel 4-4 hal 71, untuk Belt Conveyor kapasitas maksimum adalah m<sup>3</sup>/detik

kecepatan belt conveyo	=	60	m/s (	196.850	ft/s )
panjang	=	10	m		
lebar	=	0.5	m		
kemiringan	=	30	°		
recidence time	=	10	dt		

Dari Perry 3rd ed, fig. 17, hal 13-58, didapat :

Kebutuhan power untuk belt dalam keadaan kosong

$$P1 = \frac{0.250 \text{ (beltspeed)}}{100.000} = \frac{0.250 \times 196.850}{100.000} = 0.492 \text{ HP}$$

Kebutuhan power untuk belt dengan membawa bahan

$$P1 = \frac{0.040 \text{ (kapasitas)}}{100.000} = \frac{0.040 \times 12222.125}{100.000} = 4.889 \text{ HP}$$

power total ( P )

$$P = P1 + P2$$

$$P = 0.492 + 4.889 = 5.381 \sim 5.000 \text{ HP}$$

Efisiensi power penggerak belt adalah 60%, sehingga total power yang dibutuhkan untuk menggerakkan belt adalah :

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= \frac{100.000}{60.000} \times P \\ &= \frac{100.000}{60.000} \times 5.000 = 8.333 \text{ HP} \end{aligned}$$

### Spesifikasi Peralatan :

Nama alat	=	Belt conveyer
Kapasitas	=	5034.507 kg/jam = 12222.125 lb/jam
Residence 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

$$E = 0.8$$

$$f = 18750$$

$$C = 1/16$$

$$\text{Kapasitas} = 5034.5070 \text{ kg/jam} = 11099.0741 \text{ lb/jam}$$

$$\rho \text{ HCl} = 134.970 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Volume liquid} = \frac{\text{Massa}}{\rho \text{ HCl}} = \frac{11099.0741}{134.97} = 82.2336 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

Asumsi : Volume liquid = 80% Volume tangki

$$\text{Volume tangki} = 102.792 \text{ ft}^3$$

$$\text{Volume tangki} = 0.2 V_t + V_l$$

$$\text{Volume tangki} = \left[ \frac{\pi \times d_i^2}{4} \times 1.5 d_i \right] + 0.0847 d_i^3 + 0.0847 d_i^3$$

$$102.792 = \frac{\pi}{4} di^3$$

$$di = 1.1044 \text{ ft} = 13.252 \text{ in}$$

$$Ls = 1.5 di$$

$$= 1.5 \times 1.1044 = 1.6565 \text{ ft} = 19.8783 \text{ in}$$

$$Vl = \frac{\pi}{4} di^2 \times Lls + 0.0847 di^3$$

$$82.2336 = 0.9574 Lls + 0.1141$$

$$Lls = 85.775 \text{ ft} = 1029.3030 \text{ in}$$

$$P \text{ hidrostatik} = \frac{\rho (Lls - 1)}{144} = \frac{134.97 (1029.3030 - 1)}{144}$$

$$= 963.8199 \text{ psia}$$

$$P \text{ design} = P \text{ operasi} + P \text{ hidrostatik}$$

$$= 14.7 + 963.8199$$

$$= 978.5199 \text{ psia} = 963.8199 \text{ psig}$$

$$ts = \frac{Pi \times di}{2 (f \times E - 0.6 \times Pi)} + C$$

$$= \frac{963.8199 \times 13.2522}{2 (18750 \times 0.8 - 1 \times 963.8199)} + 1/16$$

$$= 0.4428 + 1/16 \text{ in} \approx 3/16 \text{ in}$$

$$do = di + 2 ts = 13.2522 + 2 (3/16) = 13.6272 \text{ in}$$

$$Di \text{ baru} = do - 2 ts = 13.6272 - 2 (3/16) = 13.2522 \text{ in}$$

$$Ls \text{ baru} = 2 di = 2 \times 13.252 = 26.5044 \text{ in}$$

$$r = 14 \text{ in}$$

$$icr = 0.75 \text{ in}$$

$$sf = 2$$

$$tha = \frac{0.885 \times Pi \times r}{f \times E - 0.1 \times Pi} + C$$

$$= \frac{0.885 \times 963.8199 \times 14}{18750 \times 0.8 - 0.1 \times 963.8199} + 1/16$$

$$= 0.8013 + 1/16 \approx 5/16 \text{ in}$$

### Pengaduk

$$D_a = 0.3 D_t = 3.9757 \text{ in} = 0.3313 \text{ ft} = 0.0084 \text{ m}$$

$$C = 1/3 D_t = 4.4174 \text{ in} = 0.3681 \text{ ft} = 0.0094 \text{ m}$$

$$W = 1/5 D_a = 0.7951 \text{ in} = 0.0663 \text{ ft} = 0.0017 \text{ m}$$

$$J = 1/10 D_t = 1.3252 \text{ in} = 0.1104 \text{ ft} = 0.0028 \text{ m}$$

$$L = 1/4 D_a = 0.9939 \text{ in} = 0.0828 \text{ ft} = 0.0021 \text{ m}$$

$$\mu = 0.0012$$

$$\text{Asumsi } N = 25000 \text{ rpm} = 416.6667 \text{ rps}$$

$$N_{Re} = \frac{D_a^2 \times N \times \rho}{\mu} = \frac{(0.0084)^2 \times 416.6667 \times 134.97}{0.0012}$$

$$= 3318.7259$$

### Spesifikasi alat

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 : 82.2336 ft<sup>3</sup>/jam

Jenis pengaduk : impeller

di : 13.2522 in

do : 13.6272 in

ts : 3/16 in

Ls : 19.8783 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 sudut 60°.

### Dasar perencanaan :

Suhu bahan masuk 30°C dan tekanan operasi 1 atm

Waktu tinggal = 1.000 jam

Massa = 5034.507 kg/jam = 12222.125 lb/jam

$\rho$  bahan = 134.970 lb/ft<sup>3</sup>

Direncanakan proses berjalan kontinu dengan waktu tinggal 1 jam

**Perhitungan :**

**A. Menentukan diameter tangki :**

$$\begin{aligned} \text{Volume bahan} &= \frac{\text{massa}}{\rho} \\ &= \frac{12222.125}{134.970} \\ &= 90.554 \quad \times \quad 1 \text{ jam} = 90.554 \quad \text{ft}^3 \end{aligned}$$

Volume bahan mengisi 80% dari volume tangki, maka

$$\text{Volume tangki} = \frac{\text{volume bahan}}{80\%} = \frac{90.554}{0.800} = 113.193 \quad \text{ft}^3$$

Asumsi :  $L_s = 2 \text{ di}$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangk} &= \frac{\pi \cdot \text{di}^3}{24 \cdot \text{tg}30^\circ} + \frac{\pi \cdot \text{di}^2 (2\text{di})}{4.000} \\ 113.193 &= \frac{3.140 (\text{di})^3}{13.856} + \frac{3,14 \cdot (\text{di})^2 \cdot (2\text{di})}{4.000} \\ 113.193 &= 0.227 \text{ di}^3 + 1.570 \text{ di}^3 \\ \text{di} &= 4.664 \quad \text{ft} = 55.968 \quad \text{in} \end{aligned}$$

Menentukan tekanan design ( $P_i$ ) :

Volume bahan dalam shell

$$\begin{aligned} &= \text{volume bahan} - \text{volume tutup bawah} \\ &= 113.193 - 0.227 \times 4.664 = 112.136 \quad \text{ft}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi bahan dalam shell (H)} = \frac{\text{volume produk dalam shell}}{1/4 \cdot \pi \text{di}^2}$$

$$= \frac{112.136}{0.250 \cdot 3.140 \cdot 21.753} = 6.567$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan hidrostatik (P}_i) &= \frac{\rho(H-1)}{144} = \frac{134.970 \left( \frac{6.567}{144.000} - 1.000 \right)}{144} \\ &= 5.21775997 \quad \text{psia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tekanan design (P}_i) &= 5.218 + 14.700 \\ &= 9.595 \quad \text{psig} \end{aligned}$$

**B. Menentukan tebal silinder :**

Bahan = Stainless steel SA 240 grade M type 316

$f$  allowable = 18750.000 (Brownell & Young, hal 342)

$$\text{Faktor korosi } C = 1/6$$

$$\text{Type pengelasan} = \text{Double welded butt joint } (E = 0,8)$$

(Brownell & Young, hal 254)

$$\text{Tekanan design } (P_i) = 9.595 \text{ psig}$$

$$\begin{aligned} t_s &= \frac{P_i \times d_i}{2(f \times E - 0,6P_i)} + C \\ &= \frac{9.595 \times 55.968}{2.000 (18750 \times 0.800 - 0.600 \times 9.595)} + 1/16 \\ &= 0.018 + 1/16 = 2/16 \text{ in} \end{aligned}$$

Standarisasi :

$$d_o = d_i + 2t_s$$

$$d_o = 55.968 + 2.000 (2/16) = 56.218 \text{ in}$$

Dengan pendekatan keatas maka didapat harga  $d_o = 60.000$

Dari tabel 5.7 hal 89 Brownell & Young, hal 90 didapat harga :

$$d_o = 60.000$$

$$i_{cr} = 3 \frac{5}{8}$$

$$r = 60$$

Menentukan harga  $d_i$  baru :

$$d_i = d_o - 2.t_s$$

$$\begin{aligned} d_i &= 60.000 - 2 \cdot 2/16 = 59.750 \text{ in} \\ &= 4.979 \text{ ft} \end{aligned}$$

Cek hubungan  $L_s$  dengan  $d_i$  :

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

$$113.193 = 0.488 d_i^3 + 0.785 d_i^2 \cdot L_s$$

$$113.193 = 0.488 (4.979)^3 + 0.785 (4.979)^2 L_s$$

$$L_s = 1.420 \text{ ft}$$

$$\frac{L_s}{d_i} = \frac{1.420}{4.979} = 0.285 < 1.125 \text{ (memenuhi)}$$

**C. Menentukan tebal tutup bawah berbentuk conical :**

$$t_{hb} = \frac{P_i \times d_i}{2(f \times E - 0,6 \times P_i) \cos 1/2 \alpha} + C$$

$$= \frac{9.595 \times 59.750}{2.000 \left( \frac{18750 \times 0.800 - 0.600 \times 9.595}{0.020 + 1/6} \right) \cos 1/2\alpha} +$$

$$= \frac{59.750}{2/16} = 51.776 \text{ in}$$

#### D. Menentukan tinggi tangki :

$$\text{Tinggi shell} = L_s = 1.420 \text{ ft} = 17.037 \text{ in}$$

Tinggi tutup bawah berbentuk conis dengan  $\alpha = 60^\circ$  :

$$hb = \frac{1/2 di}{\text{tg} 1/2\alpha} = \frac{0.500 \cdot 59.750}{0.577} = 51.776 \text{ in}$$

Tinggi tangki = tinggi shell + tinggi tutup bawah

$$= 17.037 + 51.776 = 68.814 \text{ in}$$

#### Spesifikasi peralatan :

Nama	=	Tangki penampung ammonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Type	=	Silinder tegak dengan tutup atas plate dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut $60^\circ$ .
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

### A. Dasar Perancangan

Fungsi	:	Sebagai pemisah antara padatan dan cairan
Type	:	Plate dan Frame
Tekanan operasi	:	1 atm = 15 psia
Rate	:	29126.9839 kg/jam 64213.3488 lbm/jam
Densitas	:	73.559 lbm/ft <sup>3</sup>
Waktu tinggal	:	30 menit
Jumlah	:	1 buah

$$\text{Rate Volumetrik} = \frac{\text{Rate feed masuk}}{\text{densitas}} = \frac{64213.3488}{73.55859989} = 872.955 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

### C. Menentukan volume bahan

$$\begin{aligned} \text{Volume feed} &= \text{Rate volumetrik} \times \text{waktu} \\ &= 872.955 \times 0.5 \\ &= 436.478 \text{ ft}^3 = 54.424 \text{ gpm} \end{aligned}$$

### D. Menentukan jumlah plate

Dari Perry tabel 19-18, filtra 0.16667 galon/ft<sup>2</sup>.menit

$$\text{Luas frame total} = \frac{54.4236}{0.16667} = 326.535 \text{ ft}^2$$

Dari Perry tabel 19-18, diambil ukuran plate 48 in

$$\text{Sehingga luas efektif} = 28.8 \text{ ft}^2$$

$$\text{Jumlah plate} = \frac{326.535}{28.8} = 11 \text{ buah}$$

### E. Menentukan volume cake tiap plate

Cake yang terkandung dalam NH<sub>4</sub>Cl = 29126.984 kg/jam = 64213.349 lbm/jam

Densitas cake = 60.264 lbm/ft<sup>3</sup>

$$\text{Rate cake} = \frac{64213.349}{60.264} = 1065.534 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume cake} &= \text{rate cake} \times \text{waktu} \\ &= 1065.534 \times 0.500 \\ &= 532.767 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume cake tiap plate} = \frac{532.767}{1.000} = 532.767 \text{ ft}^3$$

### F. Menentukan tebal plate

Dari Perry tabel 19-17, hold up capacity adalah 1.200 ft<sup>3</sup>/in

$$\text{Tebal pla} = \frac{532.767}{1.200} = 443.973 \text{ in}$$

### Spesifikasi alat

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 disl dan tutup bawah berbentuk conical.  
 Massa masuk = 24166.570 kg/jam = 53277.6192 lbm/jam  
 $\rho$  larutan = 66.931 lbm/ft<sup>3</sup>  
 Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA-240 grade M type 316  
 Allowable stress (f) = 18750 lb/in<sup>2</sup>  
 Tipe pengelasan = Single welding butt joint without backing up strip  
 Faktor korosi (C) = 1/16 in = 0.0625 in  
 Faktor pengelasan (E) = 0.85  
 L/D = 1.5 (Ulrich, 1984)  
 Waktu tinggal = 1 jam  
 Suhu steam = 120 °C  
 Tekanan operasi = 1 atm = 15 psia

### Dasar perencanaan :

Jumlah larutan masuk = 24166.570 kg/jam = 53277.619 lbm/jam  
 Suhu larutan masuk = 98 °C = 208.4 °F  
 Suhu larutan keluar = 63 °C = 145.4 °F  
 Suhu steam (T) = 120 °C = 248 °F  
 Tekanan operasi (P) = 19,94 kPa = 2,35 psia  
 Jumlah steam masuk (S) = 19555.145 kg/jam = 43099.540 lbm/jam  
 Jumlah larutan keluar (L) = 7188.659 kg/jam = 15848.117 lbm/jam  
 Jumlah kondensat keluar (C) = 19555.145 kg/jam = 43111.274 lbm/jam  
 Jumlah uap keluar (V) = 16977.911 kg/jam = 37429.502 lbm/jam

### Dasar perhitungan :

#### Perhitungan luas pemanas

Dari neraca panas diperoleh (Q) = S x  $\lambda$   
 = 43099.540 x 2202.200

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.  
 Massa masuk = 24166.570 kg/jam = 53277.6192 lbm/jam  
 $\rho$  larutan = 66.931 lbm/ft<sup>3</sup>  
 Bahan konstruksi = High Alloy Steel SA-240 grade M type 316  
 Allowable stress (f) = 18750 lb/in<sup>2</sup>  
 Tipe pengelasan = Single welding butt joint without backing up strip  
 Faktor korosi ( C ) = 1/16 in = 0.0625 in  
 Faktor pengelasan (E) = 0.85  
 L/D = 1.5 ( Ulrich, 1984 )  
 Waktu tinggal = 1 jam  
 Suhu steam = 120 °C  
 Tekanan operasi = 1 atm = 15 psia

#### Dasar perencanaan :

Jumlah larutan masuk = 24166.570 kg/jam = 53277.619 lbm/jam  
 Suhu larutan masuk = 98 °C = 208.4 °F  
 Suhu larutan keluar = 63 °C = 145.4 °F  
 Suhu steam ( T ) = 120 °C = 248 °F  
 Tekanan operasi ( P ) = 19,94 kPa = 2,35 psia  
 Jumlah steam masuk ( S ) = 19555.145 kg/jam = 43099.540 lbm/jam  
 Jumlah larutan keluar ( L ) = 7188.659 kg/jam = 15848.117 lbm/jam  
 Jumlah kondensat keluar ( C ) = 19555.145 kg/jam = 43111.274 lbm/jam  
 Jumlah uap keluar ( V ) = 16977.911 kg/jam = 37429.502 lbm/jam

#### Dasar perhitungan :

##### Perhitungan luas pemanas

Dari neraca panas diperoleh ( Q ) = S x  $\lambda$   
 = 43099.540 x 2202.200

$$h_a = 0.169 \times d_i = 1.555 \text{ ft} = 18.658 \text{ in}$$

**Menentukan tinggi tutup bawah :**  $\alpha = 120$

$$h_b = \frac{1/2 \times d_i}{\tan 1/2 \alpha} = \frac{0.500 \times 9.200}{1.732} = 2.656 \text{ ft}$$

$$= 31.869 \text{ in}$$

**Menentukan tebal silinder (ts)**

Dalam merancang tebal silinder didasarkan oleh kondisi operasi seperti tekanan operasi dan itu sendiri, maka dasar perancangannya pada tekanan = 14.696 psia

$$P_i = P_{\text{operas}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{(\rho \times g \times L_s)}{144} \quad (\text{Geankoplis, 1997})$$

$$= \frac{66.931 \times 32.174 \times 18.4000}{144 \times 32.174}$$

$$= 8.5523 \text{ psia}$$

$$P_i = P_{\text{operas}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 8.5523 + 14.696 - 14.696$$

$$= 8.5523 \text{ psig}$$

Tekanan operasi tangki sudah didapatkan, maka tebal silinder dapat dirancang sebagai berikut

Standarisasi t:  $t_s < 5/8 \text{ in}$  (Hesse, 1984)

$$t_s = \frac{P_i \times D_T}{2((f \times E) - (0.6 \times P_i))} + C \quad (\text{Brownell and Young, 1959})$$

$$= \frac{8.5523 \times 110.400}{2((18750 \times 0.85) - (0.6 \times 8.5523))} + 0.0625$$

$$= 0.0921 \text{ in} \approx 1/16 \text{ in} = 0.0023 \text{ m}$$

Tebal silinder hasil rancangan memenuhi syarat standart tebal silinder

( $t_s$  rancangan  $<$   $t_s$  standart)

Standarisasi :  $d_o = d_i + 2t_s$

$$d_o = 110.400 + 0.0921 = 110.492 \text{ in}$$

Dengan pendekatan keatas maka didapat harga  $d_o = 102 \text{ in}$

$$d_o = 102$$

$i_c r = 6 \frac{1}{8}$  Dari tabel 5.7 hal 89 Brownell & Young, hal 90 didapat harga :

$$r = 96$$

Menentukan harga  $d_i$  baru :

Menentukan  $d_i$  baru

$$d_i = d_o - (2 \times t_s)$$

$$= 102 - 0.184 = 101.816 \text{ in} = 8.485 \text{ ft} = 2.586 \text{ m}$$

$$\text{Pengecekan terhadap } L_s/d_i = \frac{18.400}{8.485} = 1.45 \quad (\text{memenuhi})$$

### Menentukan tinggi tangki (H)

$$H = h_a + h_b + L_s$$

dimana :

- H : Tinggi tangki storage (ft)
- $h_a$  : Tinggi tutup atas standart dishead (ft)
- $h_b$  : Tinggi tutup bawah conical dishead (ft)
- $L_s$  : Tinggi silinder (ft)

$$\begin{aligned} H &= h_a + h_b + L_s \\ &= 1.555 + 2.656 + 18.400 = 22.611 \text{ ft} = 271.326 \text{ in} \end{aligned}$$

### L. Menentukan tebal tutup atas

$$\begin{aligned} t_{ha} &= \frac{0.855 \times P_i \times d_i}{(f \times E) - (0.1 \times P_i)} + C \\ &= \frac{0.855 \times 8.5523 \times 110.4000}{(18750 \times 0.85) - (0.1 \times 8.5523)} + 0.0625 \\ &= 0.1132 \text{ in} = 0.0029 \text{ m} \end{aligned}$$

### J. Menentukan tebal tutup bawah

$$\begin{aligned} t_{hb} &= \frac{P_i \times d_e}{2 (f \times E) - (0.6 \times P_i) \cos 1/2 \alpha} + C \\ &= \frac{8.5523 \times 110.4000}{2 (18750 \times 0.85) - (0.1 \times 8.5523)} + 0.0625 \\ &= 0.1217 \text{ in} = 0.0031 \text{ m} \end{aligned}$$

### Spesifikasi alat

Fungsi : Untuk memekatkan larutan Ammonium klorida

Tipe : Short tube vertikal (calandria), dengan tutup atas berbentuk standart dishead dan tutup bawah berbentuk conical dengan sudut puncak  $120^\circ$

Bahan konstruksi : *High Alloy Steel SA-240 grade M type 316*

Tipe pengelasan : *Single welding butt joint without backing up strip*

Volume tangki (VT) : 995.012 ft<sup>3</sup>

Diameter tangki ( $d_i$ ) : 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 (ht) :	2.6557	ft
Tinggi tangki (H) :	22.6105	ft

## 12. KRISTALISER

Fungsi : Membentuk kristal  $\text{NH}_4\text{Cl}$

Tipe : Swenson walker

Bahan konstruksi : Carbon steel SA 53 Grade B

### Dasar perancangan

Rate masuk : 7188.659 kg/jam = 15848.117 lb/jam

$\rho$  campuran : 82.486 lb/ft<sup>3</sup>

Rate volumetrik :  $\frac{\text{massa}}{\rho} = \frac{15848.1167}{82.4857785} = 192.132 \text{ ft}^3/\text{jam}$

Suhu lart. Masuk : 62.9 °C = 145.22 °F

Suhu lart. Keluar : 50 °C = 122 °F

Suhu air pendingin ma: 30 °C = 86 °F

Suhu air pendingin kelu: 45 °C = 113 °F

Menghitung  $\Delta t$  LMTD

$$\Delta t \text{ LMTD} = \frac{\Delta t_1 - \Delta t_2}{\ln \Delta t_1 / \Delta t_2} = \left( \frac{145.22 - 86}{\ln \frac{145.22 - 86}{122 - 113}} \right)$$

$$= \frac{50.22}{\ln 6.6} = 25.7538 \text{ °F}$$

Dimensi Swenson Walker (Badger and Banchemo hal 524)

Diameter = 24 in = 2 ft

Panjang = (10 s/d 40) ft, diambil panjang tangki kristal 20 ft

Putaran pengaduk = (5 s/d 30) rpm diambil 15 rpm

Menentukan jumlah kristaliser berdasarkan perpindahan panas

Range U = (5 s/d 75) Btu/j.ft<sup>2</sup>.°F (Tabel 8 Kern hal 840)

Diambil UD = 75 Btu/j.ft<sup>2</sup>.°F

Q = 22182.3748 kkal/jam = 87969.4425 Btu/jam

$$A = \frac{Q}{UD \times \Delta t \text{ LMTD}} = \frac{87969.44249 \text{ Btu/jam}}{75 \text{ Btu/j.ft}^2 \times 25.754 \text{ }^\circ\text{F}}$$

$$= 45.5437 \text{ ft}^2$$

$$A = 1/2 \pi D L$$

$$45.5437 \text{ ft}^2 = 1/2 \pi 2 \text{ ft } L$$

$$L = 14.504 \text{ ft}$$

$$\text{Jumlah kristaliser yang dibutuhkan} = \frac{14.504 \text{ ft}}{20 \text{ ft}} = 0.7252 \approx 3 \text{ buah}$$

### Spesifikasi alat

Nama : Kristaliser  
 Tipe : Swenson Walker  
 Bahan : 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 pusper, single stage with cylinder screen

#### Kondisi oper.:

Tekanan : 14.7 psi  
 Suhu : 50 °C = 122 °F  
 Rate bahan masuk : 3590.1714 kg/jam = 7914.8918 lb/jam  
 = 131.91 lb/menit

Dari GG Brown hal 259 didapat

Diameter: 30 in  
 Kecepatan putar : 1200 rpm

Power yang dibutuhkan :

$$HP = 5.167 \times 10^{-9} \times G \times R^2 \times (\text{rpm})^2$$

Dimana : HP = Power teoritis  
 G = through putara 364.52 lb/menit  
 R = jari-jari silinde 30/2 in = 15 in = 1.25 ft

Sehingga :

$$HP = 5.167 \times 10^{-9} \times 364.52 \times (1.25)^2 \times (1200)^2$$

$$= 4.2378 \text{ HP}$$

$$\text{Efisiensi mek} = 60\%$$

$$\text{Jadi power motor} = \frac{4.2378}{60\%} = 7.063 \approx 7 \text{ HP}$$

#### **Spesifikasi alat**

Nama : Centrifuge

Fungsi : Untuk memisahkan kristal dari pelarutnya

Tipe : Recyprocoating pusper, single stage with cylinder screen

Bahan : Carbon steel SA 53 Grade A

Diameter: 30 in

Kecepatan putar : 1200 rpm

Power : 7 HP

Jumlah : 1 buah

#### **14. ROTARY DRYER**

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

## APPENDIKS D

### 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 Amonium Klorida dari Amonium Sulfat dan Natrium Klorida ini yaitu :

- Unit penyediaan steam
- Unit penyediaan air
- Unit penyediaan listrik
- Unit penyediaan bahan bakar

#### A. Unit penyediaan steam

a. Untuk kebutuhan pemanas (Tabel D.1. Kebutuhan Steam pada Peralatan)

No.	Nama Peralatan	Kebutuhan Steam (kg/jam)
1	Evaporator	184.010
2	Heater $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	313.006
3	Heater NaCl	227.003
4	Reaktor	803.545
Total		1527.565

Untuk Design dan faktor keamanan direncanakan banyaknya steam yang di supply adalah 20 % excess dari jumlah kebutuhan steam.

$$\begin{aligned}\text{Steam yang disediakan boiler} &= 1,2 \times 1527.565 \\ &= 1833.078 \quad \text{kg/jam} \\ &= 4041.240 \quad \text{lb/jam}\end{aligned}$$

Direncanakan steam yang digunakan adalah saturated steam pada kondisi :

$$\begin{aligned}\text{Temperatur} &: 120 \quad = \quad 248 \quad ^\circ\text{F} \\ \text{Tekanan} &: 1 \quad \text{atm} = \quad 14.696 \quad \text{Psi}\end{aligned}$$

Dari persamaan 172 Savern W. H hal 140 :

$$\text{Boiler Horse Power} = \frac{Ms \times (hg - hf)}{970.3 \times 35}$$



Dimana :

$M_s$  = massa steam yang dihasilkan

$h_g$  = enthalpi steam pada 248 °F

$h_f$  = enthalpi air masuk pada 86 °F

Dari Appendix A 2-9 Geankoplis, hal. 858 – 859 diperoleh :

$$H_{86^\circ F} = 1163.3 \text{ Btu/lbm}$$

Dari Tabel C-3 hal 629 Van Ness diperoleh :

$$H_{248^\circ F} = 214.852 \text{ Btu/lbm}$$

$$\begin{aligned} \text{Boiler Horse Power} &= \frac{4041.240 \times (1163.3 - 214.852)}{970.3 \times 35} \\ &= 114.499 \text{ Hp} \approx 106 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Dari persamaan 171 Savern W. H hal 140 :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Boiler} &= \frac{M_s \times (h - h_f)}{1000} \\ &= \frac{4041.240 \times (1163.3 - 214.852)}{1000} \\ &= 3832.906 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

Dari persamaan 173 Savern W. H hal 140 :

$$\begin{aligned} \text{Faktor Epavorasi} &= \frac{(h - h_f)}{970.3} = \frac{(1163.3 - 214.852)}{970.3} \\ &= 0.977479 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi air yang dibutuhkan} &= \text{faktor evaporasi} \times \text{rate steam} \\ &= 0.9774791 \times 4041.240 \\ &= 3950.227 \text{ lb/jam} \\ &= 1791.784 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

#### b. Kebutuhan bahan bakar boiler

Sebagai bahan bakar boiler digunakan fuel oil dengan heating Value = 19000 Btu/lb. (perry ed 3, hal 16-29).

Sehingga kebutuhan bahan bakar boiler ( $M_f$ ) :

$$M_f = \frac{M_s \times (h - h_f)}{\eta_{\text{boiler}} \times \text{heating value}}$$

Karena efisiensi boiler sebesar 80 % maka :

$$\begin{aligned} M_f &= \frac{4041.240 \times (1163.3 - 214.852)}{0.8 \times 19000} \\ &= 252.165 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$= 114.379 \text{ kg/jam}$$

Maka jumlah perpindahan panas boiler dan jumlah tube :

$$\begin{aligned} \text{Heating value surface} &= 10 \text{ ft}^2/\text{Hp boiler} \\ \text{Direncanakan panjang tube standard} &= 20 \text{ ft} \\ \text{Ukuran pipa yang digunakan (NPS)} &= 1.5 \text{ in} \\ \text{Luas permukaan linier feed} &= 0.498 \text{ ft}^3/\text{ft} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tube (Nt)} = \frac{A}{at \times L}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : A} &= \text{Luas perpindahan panas boiler} \times 106 \text{ buah} \\ &= 10 \times 106 = 1060 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sehingga : Nt} &= \frac{A}{at \times L} = \frac{1060}{0.498 \times 20} \\ &= 106.426 \text{ buah} \approx 107 \text{ buah} \end{aligned}$$

### Spesifikasi boiler :

Tipe	: Fire tube boiler
Kapasitas boiler	: 3832.906 lb/jam
Rate steam	: 4041.240 lb/jam
Bahan bakar	: fuel oil
Effisiensi	: 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

## B. Unit penyediaan air

### B.1 Keperluan air proses :

Pada rotary filter	=	531.948	kg/jam =	12766.750	kg/hari
Pelarutan (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	=	6005.913	kg/jam =	144141.902	kg/hari
Pelarutan NaCl	=	12010.697	kg/jam =	288256.731	kg/hari
	=	18548.558	kg/jam =	445165.383	kg/hari

### B.2 Keperluan karyawan

Menurut standar WHO kebutuhan air untuk tiap orang	=	120 kg/hari
Jumlah karyawan pada pabrik	=	132 orang

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan air untuk 132 karyawan} &= 120 \text{ L/hari} \times 132 \\ &= 15840 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

- Air untuk laboratorium

Kebutuhan air untuk laboratorium dan taman direncanakan sebesar 50 % dari kebutuhan karyawan.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan laboratorium dan taman} &= 0.5 \times 15840 \\ &= 7920 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi total kebutuhan air karyawan dan laboratoriu} &15840 + 7920 \\ &= 23760 \text{ kg/hari} \\ &= 990 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Untuk pemadam kebakaran dan cadangan air diperkirakan 40 % excess sehingga total kebutuhan air sanitasi :

$$\begin{aligned} &= 1.4 \times 990 \\ &= 1386 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

### B.3 Air Steam

Steam yang digunakan pada alat-alat seperti tabel D.1 adalah 1527.565 kg/jam

$$\begin{aligned} \text{Steam yang disupplay 20 \% excess} &= 1,2 \times 1527.565 \\ &= 1833.078 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

make up untuk kebutuhan steam direncanakan 10 % excess, sehingga

$$\begin{aligned} &= 1.1 \times 1833.078 \\ &= 2016.385 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Tabel D.2 Total kebutuhan air yang disupplay

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>

### Peralatan Unit Penyediaan Air

#### 1. Pompa air kawasan

Fungsi : Memompakan air dari sungai ke bak skimer

Direncanakan pompa yang digunakan sebanyak 2 buah

$$\begin{aligned} \text{Rate aliran tiap pompa} &= \frac{22994.440}{2} \\ &= 11497.220 \quad \text{kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rate aliran} &= 11497.220 \quad \text{kg/jam} = 25346.771 \quad \text{lb/jam} \\ &= 7.041 \quad \text{lb/detik} \\ \rho &= 62.5 \quad \text{lbm/ft}^3 \\ \mu &= 0.85 \quad \text{Cp} \quad (\text{Fig. 14 Kern hal 823}) \\ &= 0.00057 \quad \text{lb/ft} \cdot \text{detik} \end{aligned}$$

Rate Volumetrik :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\text{rate}}{\rho} = \frac{25346.771}{62.5} = 405.548 \quad \text{ft}^3/\text{jam} \\ &= 0.113 \quad \text{ft}^3/\text{det} = 6.759 \quad \text{ft}^3/\text{min} = 50.565 \quad \text{gpm} \end{aligned}$$

Asumsi : aliran adalah laminar

Fig. 14-2 Timmerhaus hal 498 diperoleh di optimum = 1.9375 in

Dari tabel 11 Kern hal 844 didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa nominal (NPS)} &= 24 \quad \text{in} \\ \text{Diameter luar} &= 24 \quad \text{in} \\ \text{Diameter dalam} &= 23.25 \quad \text{in} = 1.937 \\ \text{Inside Cross-Sectional area} &= 425 \quad \text{in}^2 = 35.416 \end{aligned}$$

Pengecekan aliran :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\text{rate volumetrik}}{A_o} = \frac{0.113}{35.416} = 0.003181 \\ N_{Re} &= \frac{d_i \times \rho \times v}{\mu} = \frac{1.9374803 \times 62.5 \times 0.003181 \quad \text{ft}}{0.00057 \quad \text{ft}^2} \\ &= 674.348 \end{aligned}$$

Untuk aliran laminaer,  $N_{Re} < 2100$ , maka asumsi benar.

*Perpipaan :*

Pipa lurus :

$$L_{\text{pipa}} = 100 \quad \text{ft}$$

Elbow 90° sebanyak 3 buah

$$L/D = 35 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{elbow}} &= 35 \times \text{ID} \\ &= 3 \times 35 \times 1.937 = 203 \end{aligned}$$

Gate valve sebanyak 2 buah

$$L/D = 9 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{gate valve}} &= 9 \times ID \\ &= 2 \times 9 \times 1.937 = 17 \end{aligned}$$

Globe valve sebanyak 1 buah

$$L/D = 300 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{globe valve}} &= 300 \times ID \\ &= 300 \times 1.937 = 581.244 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= L_{\text{pipa}} + L_{\text{elbow}} + L_{\text{gate valve}} + L_{\text{globe valve}} \\ &= 100 + 203.43543 + 17.4373 + 581 \\ &= 902.117 \text{ ft} \end{aligned}$$

Bahan pipa : cast iron

Dari *Geankoplis* hal. 88, diperoleh :  $\varepsilon = 0,00026 \text{ m}$ , sehingga :

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \times 3,2808 \text{ ft/m}}{1.937} = 0.00044$$

$$f = 0.007$$

$$\text{Faktor Turbulen } \alpha = 1$$

Friksi pada pipa :

$$\begin{aligned} F_f &= \frac{4f \Delta L}{D} \frac{v^2}{2 \alpha gc} \quad (\text{Pers. 2.10-6 Geankoplis hal 89}) \\ &= 4 \cdot 0,007 \frac{902.117}{1.937} \frac{0.003^2}{64.348} = 0.000002 \end{aligned}$$

Friksi pada elbow  $90^\circ$  (3 buah)

$$K_f = 0.75 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$h_f = K_f \frac{v^2}{2} \quad (\text{Pers. 2.10-17 Geankoplis hal 94})$$

$$= 3 \times 0.75 \frac{0.003^2}{2} = 0.000018 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned} \text{friksi loss} &= F_f + h_f \\ &= 0.000002 + 0.000018 \\ &= 0.000020 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Persamaan Bernoulli : (Pers. 2.7-28 Geankoplis hal 64)

$$\frac{\Delta V^2}{2 \cdot \alpha \cdot gc} + \frac{\Delta Z \cdot g}{gc} + \frac{\Delta P}{\rho} + F + W_s = 0$$

Direncanakan:

$$\begin{aligned}\Delta Z &= 20 \text{ ft} & \Delta v &= 0.003 \text{ ft/det} \\ \Delta P &= 0\end{aligned}$$

Sehingga diperoleh harga :

$$\begin{aligned}-W_s &= \frac{0.003181}{2 \times 1 \times 32,174} + 20 \times 1 + 0.0000196 \\ &= 20 \text{ ft.lbf/lbm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{WHP} &= \frac{-W_s \times m}{550} = \frac{20.00002 \times 7}{550} \\ &= 0.3 \approx 1 \text{ Hp}\end{aligned}$$

Efisiensi pompa = 0.7 (fig. 14-37 Peter Timmerhauss hal 520)

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\text{pompa}} = \frac{1}{0.7} = 1.429 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor = 0.86 (Timmerhauss hal 521)

$$\begin{aligned}\text{Power pompa aktual} &= \frac{\text{BHP}}{\eta \text{ motor}} = \frac{1.429}{0.86} \\ &= 1.661 \approx 2 \text{ Hp}\end{aligned}$$

### Spesifikasi Peralatan :

Fungsi : Memompakan air dari sungai ke bak air bersih

Tipe : Centrifugal pump.

Dimensi Pompa : di = 23.25 in

$$A = 35.416307 \text{ ft}^2$$

Daya pompa = 2 Hp

Bahan : cast iron.

## 2. Bak Air Bersih (F-212)

Fungsi : menampung air bersih dari sand filter

Laju alir = 22994.44025 kg/jam      Densitas air = 995.68 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{rate volumetrik} = \frac{22994.44}{995.68} = 23.094 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Waktu tinggal = 12 jam

$$\text{Volume air} = 23.094 \times 12 = 277.13 \text{ m}^3$$

Diperkirakan air mengisi 80 % bak

$$\text{Volume bak} = \frac{277.1305}{0.8} = 346.413 \text{ m}^3$$

Direncanakan bak penampung air berbentuk persegi panjang, dimana:

$$\text{Panjang} = 2 \times L$$

$$\text{Tinggi} = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bak penampung air sungai} &= P \times L \times T \\ 346.413 &= 2L \times L \times 7 \\ &= 2L^2 \times 7 \\ &= 14L^2 \\ &= 24.744 \text{ m}^2 \\ L &= 4.974 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Maka : } P = 2 \times L = 2 \times 4.974 = 9.949$$

### Spesifikasi Peralatan :

Bentuk : Persegi panjang

Ukuran bak : ( 9.949 buah  $\times$  4.974  $\times$  7 )m<sup>3</sup>

Bahan : Beton bertulang

Jumlah : 2 buah

### 3. Kation Exchanger (D-210A)

Fungsi : Menghilangkan ion-ion positif penyebab kesadahan air.

Resin yang digunakan adalah Hidrogen Exchanger (H<sub>2</sub>Z). Untuk tiap m<sup>3</sup>

H<sub>2</sub>Z dapat menghilangkan 6500 - 9000 gram hardness. Direncanakan

H<sub>2</sub>Z dengan kapasitas 7500 g/m<sup>3</sup> (fig. 14-37 Peter Timmerhauss hal 520)

Direncanakan kation exchanger yang digunakan sebanyak 2 buah.

$$\text{Rate alir} = 20564.943 \text{ kg/jam}$$

$$= 14.082 \text{ gpm}$$

$$\text{Densitas air} = 995.68 \text{ kg/m}^3 = 62.16 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{rate volumetri} = \frac{14.082}{62.16} = 0.22654 \text{ ft}^3/\text{s} = 90.9391 \text{ gpm}$$

Direncanakan berbentuk silinder dengan :

$$\text{Kecepatan air} = 5 \text{ gpm/ft}^2$$

$$\text{Tinggi bed} = 3 \text{ m} = 9.8424 \text{ ft}$$

$$\text{Luas penampang bed} = \frac{\text{rate}}{\text{kecepatan alir}} = \frac{14.082}{5}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2.816 \text{ ft}^2 \\
 \text{Volume bed} &= \text{luas} \times \text{tinggi} \\
 &= 2.816 \times 9.842 \\
 &= 27.719 \text{ ft}^3 = 0.785 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 2.816307943 &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 D &= 1.894 \text{ ft} = 0.577 \text{ m} \\
 \text{Direncanakan : } H &= 3 \times D \\
 &= 3 \times 1.894 \\
 &= 5.682 \text{ ft} = 1.732 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tangki} &= \text{luas} \times \text{tinggi} \\
 &= 2.816 \times 5.682 \\
 &= 16.003 \text{ ft}^3 = 0.453 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Asumsi, tiap galon air mengandung 10 grain hardness, maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Kandungan hardness dalam air} &= 90.9391 \times 10 \\
 &= 909.391 \text{ grain/jam}
 \end{aligned}$$

Dalam  $4.9639 \text{ m}^3 \text{ H}_2\text{Z}$  dapat dihilangkan hardness sebanyak :

$$\begin{aligned}
 0.453 \times 7500 &= 3398.824 \text{ gram} \\
 &= 52452.006 \text{ grain}
 \end{aligned}$$

$$\text{Umur resin} = \frac{52452.01}{909.3912} = 57.678155 \text{ jam}$$

Setelah umur resin 27.5746 jam maka resin harus segera diregenerasi dengan asam sulfat atau asam klorida.

#### Spesifikasi peralatan :

Fungsi : menghilangkan ion-ion positif penyebab kesadahan air.

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

Jumlah : 2 buah.

#### 4. Anion Exchanger (D-210B)

Fungsi : Menghilangkan ion-ion negatif penyebab kesadahan a

Resin yang digunakan adalah De-acidite (DOH). Direncanakan DOH dengan kapasitas.

7500 g/m<sup>3</sup>



Direncanakan anion exchanger yang digunakan sebanyak 2 buah.

$$\text{Rate volumetrik} = 90.939 \text{ gpm}$$

Direncanakan berbentuk silinder dengan :

$$\text{Kecepatan air} = 5 \text{ gpm/ft}^2$$

$$\text{Tinggi bed} = 3 \text{ m} = 9.842 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang bed} &= \frac{\text{rate}}{\text{kecepatan alir}} = \frac{90.939}{5} \\ &= 18.188 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bed} &= \text{luas} \times \text{tinggi} \\ &= 18.18782 \times 9.842 \\ &= 179.012 \text{ ft}^3 = 5.069 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ 18.188 &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \end{aligned}$$

$$D = 4.8 \text{ ft} = 1.467 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Direncanakan : H} &= 3 \times D \\ &= 3 \times 4.813 \\ &= 14.440 \text{ ft} = 4.401 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tangki} &= \text{luas} \times \text{tinggi} \\ &= 18.18782 \times 14.44 \\ &= 262.638 \text{ ft}^3 = 7.437 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Asumsi, tiap galon air mengandung 10 grain hardness, maka :

$$\begin{aligned} \text{Kandungan hardness dalam air} &= 90.939 \times 10 \\ &= 909.391 \text{ grain/jam} \end{aligned}$$

Dalam 4.9639 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>Z dapat dihilangkan hardness sebanyak :

$$\begin{aligned} 7.437350837 \times 7500 &= 55780.131 \text{ gram} \\ &= 860821.298 \text{ grain} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Umur resin} &= \frac{860821.3}{909.3912} = 946.591 \end{aligned}$$

Setelah umur resin 27.5746 jam maka resin harus segera diregenerasi dengan asam sulfat atau asam klorida.

#### Spesifikasi peralatan :

Fungsi : menghilangkan ion-ion positif penyebab kesadahan air.

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

Jumlah : 2 buah.

### 5. Bak Air Lunak (F-214)

Fungsi : menampung air yang sudah mengalami pelunakan

$$\text{Laju alir} = 20564.943 \text{ kg/jam}$$

Direncanakan bak air bersih yang digunakan sebanyak 2 buah.

$$\begin{aligned} \text{Laju alir tiap bak} &= \frac{20564.943}{2} = 10282.5 \text{ kg/jam} \\ &= \frac{10282.471 \times 2.205}{62.5} \\ &= 362.700 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 10.271 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu tinggal} = 8 \text{ jam}$$

$$\text{Volume air} = 10.271 \times 8 = 82.1671$$

Diperkirakan air mengisi 80 % bak kg/jam

$$\text{Volume bak} = \frac{82.167}{0.8} = 102.70889 \text{ m}^3$$

Direncanakan bak penampung air berbentuk persegi panjang, dimana:

$$\text{Panjang} = 2 \times L$$

$$\text{Tinggi} = 7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume bak penampung air sungai} &= P \times L \times T \\ 102.709 &= 2L \times L \times 7 \\ \cancel{L} &= 7.336 \text{ m}^2 \\ L &= 2.709 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka : } P &= 2 \times L \\ &= 2 \times 2.709 = 5.417 \text{ m} \end{aligned}$$

#### Spesifikasi Peralatan :

Bentuk : Persegi panjang

Ukuran bak : ( 5.417 buah  $\times$  2.709  $\times$  7 ) m<sup>3</sup>

Bahan : Beton bertulang

Jumlah : 2 buah

### 6. Pompa Deaerator (L-215)

Fungsi : Memompakan air di bak air lunak ke Dearator

$$\text{Rate aliran} = 2016.385 \text{ kg/jam} = 4445.32 \text{ lb/jam}$$

$$= 1.2 \text{ lb/detik}$$

$$\rho = 63 \text{ lbm/ft}^3$$

$$\begin{aligned}\mu &= 0.85 \text{ Cp (Fig. 14 Kern hal 823)} \\ &= 0.0006 \text{ lb/ft .detik}\end{aligned}$$

Rate Volumetrik :

$$\begin{aligned}V &= \frac{\text{rate}}{\rho} = \frac{4445.323}{63} = 71.125 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0.020 \text{ ft}^3/\text{det} = 1.185 \text{ ft}^3/\text{min} = 8.868 \text{ gpm}\end{aligned}$$

Asumsi : aliran adalah laminar

Fig. 14-2 Timmerhaus hal 498 diperoleh di optimu 5 in

Dari App A.5 Geankoplis hal 892 didapatkan :

$$\begin{aligned}\text{Ukuran pipa nominal (NPS)} &= 5 \text{ in} \\ \text{Diameter luar} &= 5.563 \text{ in} \\ \text{Diameter dalam} &= 5.047 \text{ in} = 0.421 \text{ ft} \\ \text{Inside Cross-Sectional ar} &= 0.139 \text{ ft}^2\end{aligned}$$

Pengecekan aliran :

$$V = \frac{\text{rate volumetrik}}{A_o} = \frac{0.006}{0.139} = 0.043 \text{ ft/det}$$

$$\begin{aligned}N_{Re} &= \frac{d_i \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0.421 \times 62.5 \times 0.043}{0.00057} \\ &= 1986.524\end{aligned}$$

Untuk aliran laminar,  $N_{Re} < 2100$ , maka asumsi benar.

*Perpipaan :*

Pipa lurus :

$$L_{\text{pipa}} = 60 \text{ ft}$$

Elbow 90° sebanyak 3 buah

$$L/D = 35 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned}L_{\text{elbow}} &= 35 \times \text{ID} \\ &= 3 \times 35 \times 0.421 = 44.161\end{aligned}$$

Gate valve sebanyak 2 buah

$$L/D = 9 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned}L_{\text{gate valve}} &= 9 \times \text{ID} \\ &= 2 \times 9 \times 0.421 = 7.570\end{aligned}$$

Globe valve sebanyak 1 buah

$$L/D = 300 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{globe valve}} &= 300 \times ID \\ &= 300 \times 0.421 = 126.174 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= L_{\text{pipa}} + L_{\text{elbow}} + L_{\text{gate valve}} + L_{\text{globe valve}} \\ &= 60 + 44 + 7.570 + 126.174 \\ &= 237.905 \text{ ft} \end{aligned}$$

Bahan pipa : cast iron

Dari *Geankoplis* hal. 88, diperoleh :  $\varepsilon = 0,00026 \text{ m}$ , sehingga :

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{.6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \times 3,2808 \text{ ft/}}{0.421} = 0.0020282$$

$$f = 0.0084$$

$$\text{Faktor Turbulen} \quad \alpha = 1$$

Friksi pada pipa :

$$\begin{aligned} F_f &= 4f \frac{\Delta L}{D} \frac{v^2}{\alpha gc} \quad (\text{Pers. 2.10-6 Geankoplis hal 89}) \\ &= 4 \cdot 0,0084 \frac{238}{0.4} \frac{0.043^2}{2 \cdot 1 \cdot 32,174} = 0.00055 \text{ ft.lbf/lb}_m \end{aligned}$$

Friksi pada elbow  $90^\circ$  (3 buah)

$$K_f = 0.75 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} h_f &= K_f \frac{v^2}{2} \quad (\text{Pers. 2.10-17 Geankoplis hal 94}) \\ &= 3 \times 0.8 + \frac{0.043^2}{2} = 0.0021 \text{ ft.lbf}_l \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{friksi loss} &= F_f + h_f \\ &= 0.0006 + 0.0021 \\ &= 0.0026 \text{ ft.lbf/lb}_m \end{aligned}$$

Persamaan Bernoulli : (Pers. 2.7-28 Geankoplis hal 97)

$$\frac{\Delta V^2}{2 \cdot \alpha \cdot gc} + \frac{\Delta Z \cdot g}{gc} + \frac{\Delta P}{\rho} + F + W_s = 0$$

Direncanakan:

$$\Delta Z = 20 \text{ ft}$$

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta v = 0.043 \text{ ft/de}$$

Sehingga diperoleh harga

$$-W_s = \frac{0.043}{2 \times 1 \times 32,174} + 20 \times 1 + 0.0026$$

$$= 20.003 \text{ ft.lbf/lb}_m$$

$$\text{WHP} = \frac{-W_s \times m}{550} = \frac{20.002675 \times 1.235}{550}$$

$$= 0 = 0.5 \text{ Hp}$$

$$\text{Efisiensi pompa} = 0.2$$

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\text{pompa}} = \frac{0.5}{0.2} = 2.5 \text{ Hp}$$

$$\text{Efisiensi motor} = 0.83$$

$$\text{Power pompa aktual} = \frac{\text{BHP}}{\eta \text{ motor}} = \frac{2.5}{0.83}$$

$$= 3.0120 \approx 3.5 \text{ Hp}$$

#### Spesifikasi Peralatan :

Fungsi : Memompakan air dari bak air bersih ke kation exchanger

Tipe : Centrifugal pump.

Dimensi Pompa : di = 5.047 in

$$A = 0.139 \text{ ft}^2$$

Daya pompa = 3.5 Hp

Bahan : cast iron.

Jumlah : 1 buah.

#### 7. Tangki Deaerator (F-217)

Fungsi : menghilangkan gas-gas impuritis dalam air umpan boiler dengan sistem pemanasan steam.

Laju alir = 2016.385 kg/jam

$$\text{rate volumetrik} = \frac{2016.385 \times 2.205}{62.5}$$

$$= 71.125 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 2.014 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Waktu tinggal = 1 jam

Volume air = 2 × 1 = 2.014 m<sup>3</sup>

Diperkirakan air mengisi 80 % 0.4954 / 0.8 = 2.518 m<sup>3</sup>

Menentukan dimensi tangki :

$$\text{Volume tangki} = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \times L_s$$

$$\text{Diasumsikan } L_s = 1,5 D_i$$

$$2.518 = 1,179 D_i^3$$

$$D_i = 1.288 \text{ m}$$

$$\text{Jadi tinggi tangki } (L_s) = 1.5 \times 1.288 = 1.932$$

Menentukan tinggi tutup atas dan bawah :

$$h = 0,196 D_i$$

$$h = 2 \times 0.2 \times 1.288 = 0.505$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi tinggi total tangki } L_s + h \\ = 1.932 + 0.505 = 2.436 \text{ m} \end{aligned}$$

### Spesifikasi Peralatan :

Type	: silinder horisontal
Tinggi	: 2.436 m
Diameter	: 1.288 m
Tutup	: Standart dished head
Jumlah	: 1 buah

## 8. Pompa Air Boiler (L-218)

Fungsi : untuk memompa air umpan boiler dari tangki air umpan boiler menuju boiler.

$$\text{Rate aliran} = 2016.385 \text{ kg/jam} = 4445.32 \text{ lb/jam}$$

$$= 1.235 \text{ lb/detik}$$

$$\rho = 62.5 \text{ lbm/ft}^3$$

$$\mu = 0.85 \text{ Cp} \quad (\text{Fig. 14 Kern hal 823})$$

$$= 0.0006 \text{ lb/ft .detik}$$

Rate Volumetrik :

$$V = \frac{\text{rate}}{\rho} = \frac{4445.323}{62.5} = 71.125 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0.020 \text{ ft}^3/\text{det} = 1.185 \text{ ft}^3/\text{min} = 8.868 \text{ gpm}$$

Asumsi : aliran adalah Turbulen

$$\text{Fig. 14-2 Timmerhaus hal 498 diperoleh di optimasi} = 3 \text{ in}$$

Dari App A.5 Geankoplis hal 892 didapatkan :

$$\text{Ukuran pipa nominal (NPS)} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Diameter luar} = 3.5 \text{ in}$$

$$\text{Diameter dalam} = 3.068 \text{ in} = 0.256 \text{ ft}$$

$$\text{Inside Cross-Sectional area} = 0.0513 \text{ ft}^2$$

Pengecekan aliran :

$$V = \frac{\text{rate volumetrik}}{A_o} = \frac{0.020}{0.0513} = 0.385$$

$$N_{Re} = \frac{d_i \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0.256 \times 62.5 \times 0.385}{0.0006} \\ = 10774.1$$

Untuk aliran Turbulen,  $N_{Re} > 2100$ , maka asumsi benar.

*Perpipaan :*

Pipa lurus :

$$L_{\text{pipa}} = 60 \text{ ft}$$

Elbow 90° sebanyak 3 buah

$$L/D = 35 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$L_{\text{elbow}} = 35 \times ID \\ = 3 \times 35 \times 0.2556641 = 27$$

Gate valve sebanyak 2 buah

$$L/D = 9 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$L_{\text{gate valve}} = 9 \times ID \\ = 2 \times 9 \times 0.2556641 = 4.6$$

Globe valve sebanyak 1 buah

$$L/D = 300 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$L_{\text{globe valve}} = 300 \times ID \\ = 300 \times 0.4205791 = 126.1737181 \text{ ft}$$

$$L = L_{\text{pipa}} + L_{\text{elbow}} + L_{\text{gate valve}} + L_{\text{globe valve}} \\ = 60 + 27 + 4.60195324 + 126.174 \\ = 218 \text{ ft} \quad \text{ft}$$

Bahan pipa : cast iron

Dari *Geankoplis* hal. 88, diperoleh :  $\varepsilon = 0,00026 \text{ m}$ , sehingga :

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \times 3,2808}{0.3} = 0.003336441 \quad \text{ft}$$

$$f = 0.0084$$

$$\text{Faktor Turbulen} \quad \alpha = 1$$

Friksi pada pipa :

$$F_f = \frac{4f \Delta L v^2}{D 2 \alpha gc} \quad (\text{Pers. 2.10-6 Geankoplis hal 89})$$

$$= 4 \cdot 0,0084 \frac{218 \cdot 0,3851265^2}{0,3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 32,174}$$

$$= 0,06592 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Friksi pada elbow  $90^\circ$  (3 buah)

$$K_f = 0,75 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$h_f = K_f \frac{v^2}{2} \quad (0-17 \text{ Geankoplis hal 94})$$

$$= 3 \times 0,8 + \frac{0,3851265^2}{2} = 0,16686 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned} \text{friksi loss} &= F_f + h_f \\ &= 0,1 + 0,16686276 \\ &= 0,2 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Persamaan Bernoulli : (Pers. 2.7-28 Geankoplis hal 97)

$$\frac{\Delta V^2}{2 \cdot \alpha \cdot gc} + \frac{\Delta Z \cdot g}{gc} + \frac{\Delta P}{\rho} + F + W_s =$$

Direncanakan:

$$\Delta Z = 20 \text{ ft}$$

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta v = 0,38513 \text{ ft/det}$$

Sehingga diperoleh harga :

$$\begin{aligned} -W_s &= \frac{0,385}{\times 32,174} + 20 \times 1 + 0,233 \\ &= 20,235 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WHP} &= \frac{-W_s \times m}{550} = \frac{20,24 \times 1,2}{550} \\ &= 0 \approx 0,5 \text{ Hp} \end{aligned}$$

$$\text{Efisiensi pompa} = 0,2 \quad (\text{fig. 14-37 Peter Timmerhauss hal 520})$$

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\text{pompa}} = \frac{0,5}{0,2} = 2,5 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor = 0,8 Peter Timmerhauss hal 521)

$$\begin{aligned} \text{Power pompa aktual} &= \frac{\text{BHP}}{\eta \text{ motor}} = \frac{2,5}{0,83} \\ &= 3,01204819 \approx 3,5 \text{ Hp} \end{aligned}$$



**Spesifikasi Peralatan :**

Fungsi : Memompakan air dari bak air bersih ke kation exchanger

Tipe : Centrifugal pump.

Dimensi Pompa :  $d_i = 3.068$  in

$A = 0.0513$  ft<sup>2</sup>

Daya pompa = 3.5 Hp

Bahan : cast iron.

Jumlah : 1 buah.

**9. Pompa Klorinasi (L-219)**

Fungsi : untuk mengalirkan air dari bak air bersih ke bak klorinasi.

Type : centrifugal pump

Rate aliran = 1386 kg/jam = 3055.58 lb/jam

= 0.8 lb/detik

$\rho = 63$  lbm/ft<sup>3</sup>

$\mu = 0.9$  Cp

(Fig. 14 Kern hal 823)

= 0 lb/ft .detik

Rate Volumetrik :

$$V = \frac{\text{rate}}{\rho} = \frac{3055.5756}{62.5} = 48.8892 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0.01358 \text{ ft}^3/\text{d} = 0.8148202 \text{ ft}^3/\text{min} = 6.09567 \text{ gpm}$$

Asumsi : aliran adalah turbulen

Fig. 14-2 Timmerhaus hal 498 diperoleh di optimasi = 3 in

Dari App A.5 Geankoplis hal 892 didapatkan : lb/jam

Ukuran pipa nominal (NPS) = 3 in

Diameter luar = 3.5 in

Diameter dalam = 3.068 in = 0.3 ft

Inside Cross-Sectional area = 0.0513 ft<sup>2</sup>

Pengecekan aliran :

$$V = \frac{\text{rate volumetrik}}{A_o} = \frac{0.014}{0.051} = 0.3 \text{ ft/de}$$

$$N_{Re} = \frac{d_i \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0.256 \times 62.5 \times 0.3}{0.00057}$$

$$= 7405.81$$

Untuk aliran turbulen,  $N_{Re} > 2100$ , maka asumsi benar.

*Perpipaan :*

Pipa lurus :

$$L_{\text{pipa}} = 60 \text{ ft}$$

Elbow 90° sebanyak 3 buah

$$L/D = 35 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{elbow}} &= 35 \times \text{ID} \\ &= 3 \times 35 \times 0.256 = 26.845 \end{aligned}$$

Gate valve sebanyak 2 buah

$$L/D = 9 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{gate valve}} &= 9 \times \text{ID} \\ &= 2 \times 9 \times 0.256 = 2.301 \end{aligned}$$

Globe valve sebanyak 1 buah

$$L/D = 300 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{globe valve}} &= 300 \times \text{ID} \\ &= 300 \times 0.256 = 76.699 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= L_{\text{pipa}} + L_{\text{elbow}} + L_{\text{gate valve}} + L_{\text{globe valve}} \\ &= 60 + 26.845 + 2.301 + 76.699 \\ &= 165.845 \text{ ft} \end{aligned}$$

Bahan pipa : cast iron

Dari *Geankoplis* hal. 88, diperoleh :  $\epsilon = 0,00026 \text{ m}$ , sehingga :

$$\frac{\epsilon}{D} = \frac{2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \times 3,2808}{0.3} = 0.0033364$$

$$f = 0.009$$

$$\text{Faktor Turbulen } \alpha = 1$$

Friksi pada pipa :

$$\begin{aligned} F_f &= 4f \frac{\Delta L}{D} \frac{v^2}{\alpha g c} \quad (\text{Pers. 2.10-6 Geankoplis hal 89}) \\ &= 4 \cdot 0,009 \frac{165.845}{0.256} \frac{0.265^2}{2 \cdot 1 \cdot 32,174} \\ &= 0.025 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Friksi pada elbow 90° (3 buah)

$$K_f = 0.75 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$h_f = K_f \frac{v^2}{2} \quad (\text{Pers. 2.10-17 Geankoplis hal 94})$$

$$= 3 \times 0.8 + \frac{0.265^2}{2} = 0.079 \text{ ft.lbj}$$

$$\begin{aligned} \text{friksi loss} &= F_f + h_f \\ &= 0 + 0.079 \\ &= 0.1 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Persamaan Bernoulli : (Pers. 2.7-28 Geankoplis hal 97)

$$\frac{\Delta V^2}{2 \cdot \alpha \cdot gc} + \frac{\Delta Z \cdot g}{gc} + \frac{\Delta P}{\rho} + F + W_s =$$

Direncanakan:

$$\Delta Z = 20 \text{ ft}$$

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta v = 0.26472 \text{ ft/det}$$

Sehingga diperoleh harga :

$$\begin{aligned} -W_s &= \frac{0.3}{2 \times 1 \times 32,174} + 20 \times 1 + 0.104 \\ &= 20.105 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WHP} &= \frac{-W_s}{550} \times m = \frac{20.10536 \times 0.8}{550} \\ &= 0.031 \approx 0.1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Efisiensi pompa = 0.2 (fig. 14-37 Peter Timmerhauss hal 520)

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\eta \text{ pompa}} = \frac{0.1}{0.18} = 0.6 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor = 0.8 (fig 14-38 Peter Timmerhauss hal 521)

$$\begin{aligned} \text{Power pompa aktual} &= \frac{\text{BHP}}{\eta \text{ motor}} = \frac{0.55556}{0.8} \\ &= 0.694 \approx 1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

### Spesifikasi Peralatan :

Fungsi : Memompakan air dari bak air bersih ke kation exchanger

Tipe : Centrifugal pump.

Dimensi Pompa : di = 3.068 in

$$A = 0.0513 \text{ ft}^2$$

Daya pompa = 1 Hp

Bahan : cast iron.

Jumlah : 1 buah.

#### 10. Bak Klorinasi (F-220)

Fungsi : menampung air bersih dan tempat penambahan desinfektan.

$$\text{Laju alir} = 1386 \text{ kg/jam} = 33264.000 \text{ kg/hari}$$

$$\text{Rate volumerik} = \frac{1386.000 \times 2.205}{63}$$

$$= 48.889 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 1.384 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Waktu tinggal} = 5 \text{ jam}$$

$$\text{Volume air} = 1.4 \times 5 = 6.922$$

Diperkirakan air mengisi 80 % tangki

$$\text{Volume tangki} = \frac{6.9}{0.8} = 8.653 \text{ m}^3$$

Direncanakan bak berbentuk silinder (tutup atas dan dasar rata) dan direncanakan tinggi bak,  $H = 1,5 \cdot D$

$$\text{Volume tangki} = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \cdot H$$

$$\text{Diasumsikan } L_s = 1,5 D_i$$

$$8.653 = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \cdot 1,5D$$

$$8.653 = 1,179 D_i^3$$

$$D_i = 1.943 \text{ m}$$

$$\text{Jadi tinggi tangki (H)} = 1.5 \times 1.943 = 2.9$$

Klorin diperlukan tiap 100 ton air = 0,01 kg

$$\text{Kebutuhan klorin pertahu} = \frac{33264.000}{100000} \times 0.01 \times 330$$

$$= 1.098 \text{ kg/tahun}$$

#### Spesifikasi Peralatan :

Type : silinder

Tinggi : 2.915 m

Diameter : 1.943 m

Bahan : High alloy Steel SA-240 Grade M Type 316

Jumlah : 1 buah

### 11. Pompa Bak Air Sanitasi (L-221)

Fungsi : untuk mengalirkan air dari bak klorinasi ke bak air sanitasi.

Type : centrifugal pump

$$\text{Rate aliran} = 1386 \text{ kg/jam} = 3055.58 \text{ lb/jam}$$

$$= 0.8 \text{ lb/detik}$$

$$\rho = 63 \text{ lbm/ft}^3$$

$$\mu = 0.9 \text{ Cp} \quad (\text{Fig. 14 Kern hal 823})$$

$$= 0.000571 \text{ lb/ft .detik}$$

Rate Volumetrik :

$$V = \frac{\text{rate}}{\rho} = \frac{3055.576}{62.5} = 48.889 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0.014 \text{ ft}^3/\text{d} \quad 0.815 \text{ ft}^3/\text{min} = 6.096 \text{ gpm}$$

Asumsi : aliran adalah turbulen

Fig. 14-2 Timmerhaus hal 498 diperoleh di optimu = 3 in

Dari App A.5 Geankoplis hal 892 didapatkan :

$$\text{Ukuran pipa nominal (NPS)} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Diameter luar} = 3.5 \text{ in}$$

$$\text{Diameter dalam} = 3.068 \text{ in} = 0.3 \text{ ft}$$

$$\text{Inside Cross-Sectional ar} = 0.0513 \text{ ft}^2$$

Pengecekan aliran :

$$V = \frac{\text{rate volumetrik}}{A_o} = \frac{0.014}{0.0513} = 0.3$$

$$N_{Re} = \frac{di \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0.256 \times 62.5 \times 0.3}{0.000571176}$$

$$= 7405.81$$

Untuk aliran turbulen,  $N_{Re} > 2100$ , maka asumsi benar.

*Perpipaan :*

Pipa lurus :

$$L_{\text{pipa}} = 30 \text{ ft}$$

Elbow 90° sebanyak 3 buah

$$L/D = 35 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$L_{\text{elbow}} = 35 \times ID$$

$$= 3 \times 35 \times 0.256 = 26.845$$

Gate valve sebanyak 2 buah

$$L/D = 9 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$L_{\text{gate valve}} = 9 \times \text{ID}$$

$$= 2 \times 9 \times 0.256 = 2.301$$

Globe valve sebanyak 1 buah

$$L/D = 300 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$L_{\text{globe valve}} = 300 \times \text{ID}$$

$$= 300 \times 0.256 = 76.699 \text{ ft}$$

$$L = L_{\text{pipa}} + L_{\text{elbow}} + L_{\text{gate valve}} + L_{\text{globe valve}}$$

$$= 30 + 27 + 2.301 + 76.699$$

$$= 135.845 \text{ ft}$$

Bahan pipa : cast iron

Dari *Geankoplis* hal. 88, diperoleh :  $\varepsilon = 0,00026 \text{ m}$ , sehingga :

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \times 3,2808}{0.256} = 0.003$$

$$f = 0.009$$

$$\text{Faktor Turbulen } \alpha = 1$$

Friksi pada pipa :

$$F_f = \frac{4f \Delta L}{D} \frac{v^2}{2 \alpha gc} \quad (\text{Pers. 2.10-6 Geankoplis hal 89})$$

$$= 4 \cdot 0,009 \frac{136}{0.3} \times \frac{0.265^2}{2 \cdot 1 \cdot 32,174}$$

$$= 0.021 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Friksi pada elbow  $90^\circ$  (3 buah)

$$K_f = 0.75 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$h_f = K_f \frac{v^2}{2} \quad (\text{Pers. 2.10-17 Geankoplis hal 94})$$

$$= 3 \times \frac{0.8}{2} + \frac{0.265^2}{2} = 0.079 \text{ ft.lbf}$$

$$\text{friksi loss} = F_f + h_f$$

$$= 0 + 0.0788386$$

$$= 0.1 \text{ ft.lbf/lbm}$$

Persamaan Bernoulli : (Pers. 2.7-28 Geankoplis hal 97)

$$\frac{\Delta V^2}{2 \cdot \alpha \cdot gc} + \frac{\Delta Z \cdot g}{gc} + \frac{\Delta P}{\rho} + F + W_s =$$

Direncanakan:

$$\Delta Z = 20 \text{ ft}$$

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta v = 0.265 \text{ ft/det}$$

Sehingga diperoleh harga :

$$-W_s = \frac{0.3}{2 \times 1 \times 32,174} + 20 \times 1 + 0.100$$

$$= 20.101 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned} \text{WHP} &= \frac{-W_s \times m}{550} = \frac{20.101 \times 0.8}{550} \\ &= 0 \approx 0.1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Efisiensi pompa = 0.2 (fig. 14-37 Peter Timmerhauss hal 520)

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\text{pompa}} = \frac{0.1}{0.18} = 0.6 \text{ Hp}$$

Efisiensi moto: = 0.8 (fig 14-38 Peter Timmerhauss hal 521)

$$\begin{aligned} \text{Power pompa aktual} &= \frac{\text{BHP}}{\eta \text{ motor}} = \frac{0.556}{0.8} \\ &0.694 \approx 1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

### Spesifikasi Peralatan :

Fungsi : untuk mengalirkan air dari bak klorinasi ke bak air sanitasi.

Tipe : Centrifugal pump.

Dimensi Pompa : di = 3.068 in

$$A = 0.0513 \text{ ft}^2$$

Daya pompa = 1 Hp

Bahan : cast iron.

Jumlah : 1 buah.

Bahan : cast iron.

## 12. Bak Air Sanitasi (F-222)

Fungsi : menampung air sanitasi.

Laju alir = 1386 kg/jam

$$\text{Rate volumterik} = \frac{1386.000 \times 2.205}{63}$$

$$= 48.889 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 1.384 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Waktu tinggal = 3 jam

$$\text{Volume air} = 1.4 \times 3 = 4.153 \text{ m}^3$$

Diperkirakan air mengisi 80 % bak

$$\text{Volume bak} = \frac{4.2}{0.8} = 5.192 \text{ m}^3$$

Direncanakan bak berbentuk silinder (tutup atas dan dasar rata) dan direncanakan tinggi bak,  $H = 1,5 \cdot D$

$$\text{Volume tangki} = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \cdot H$$

$$\text{Diasumsikan } L_s = 1,5 D_i$$

$$5.192 = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \cdot 1,5 D_i$$

$$5.192 = 1,179 D_i^3$$

$$D_i = 1.639 \text{ m}$$

$$\text{Jadi tinggi tangki (H)} = 1.5 \times 1.639 = 2.459 \text{ m}$$

#### Spesifikasi Peralatan :

Type : silinder

Tinggi : 2.459 m

Diameter : 1.639 m

Bahan : High alloy Steel SA-240 Grade M Type 316

Jumlah : 1 buah

### 13. Pompa Bak Air Pendingin (L-223)

Fungsi : untuk mengalirkan air ke bak air pendingin.

Type : centrifugal pump

$$\text{Rate aliran} = 1043.497 \text{ kg/jam} = 2300.49 \text{ lb/jam}$$

$$= 0.6 \text{ lb/detik}$$

$$\rho = 63 \text{ lbm/ft}^3$$

$$\mu = 0.9 \text{ Cp} \quad (\text{Fig. 14 Kern hal 823})$$

$$= 0.000571 \text{ lb/ft} \cdot \text{detik}$$

Rate Volumetrik :

$$V = \frac{\text{rate}}{\rho} = \frac{2300.494}{62.5} = 36.808 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 0.010 \text{ ft}^3/\text{d} \cdot 0.613 \text{ ft}^3/\text{min} = 4.589 \text{ gpm}$$

Asumsi : aliran adalah turbulen

Fig. 14-2 Timmerhaus hal 498 diperoleh di optimu = 3 in

Dari App A.5 Geankoplis hal 892 didapatkan :

Ukuran pipa nominal (NPS) = 3 in



$$\begin{aligned} \text{Diameter luar} &= 3.5 \text{ in} \\ \text{Diameter dalam} &= 3.068 \text{ in} = 0.3 \text{ ft} \\ \text{Inside Cross-Sectional ar} &= 0.0513 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Pengecekan aliran :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\text{rate volumetrik}}{A_o} = \frac{0.010}{0.0513} = 0.2 \\ N_{Re} &= \frac{d_i \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0.256 \times 62.5 \times 0.2}{0.000571176} \\ &= 5575.72 \end{aligned}$$

Untuk aliran turbulen,  $N_{Re} > 2100$ , maka asumsi benar.

*Perpipaan :*

Pipa lurus :

$$L_{\text{pipa}} = 30 \text{ ft}$$

Elbow 90° sebanyak 3 buah

$$L/D = 35 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{elbow}} &= 35 \times ID \\ &= 3 \times 35 \times 0.256 = 26.845 \end{aligned}$$

Gate valve sebanyak 2 buah

$$L/D = 9 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{gate valve}} &= 9 \times ID \\ &= 2 \times 9 \times 0.256 = 2.301 \end{aligned}$$

Globe valve sebanyak 1 buah

$$L/D = 300 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{globe valve}} &= 300 \times ID \\ &= 300 \times 0.256 = 76.699 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= L_{\text{pipa}} + L_{\text{elbow}} + L_{\text{gate valve}} + L_{\text{globe valve}} \\ &= 30 + 27 + 2.301 + 76.699 \\ &= 135.845 \text{ ft} \end{aligned}$$

Bahan pipa : cast iron

Dari *Geankoplis* hal. 88, diperoleh :  $\varepsilon = 0,00026 \text{ m}$ , sehingga :

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \times 3,2808}{0.256} = 0.003$$

$$f = 0.009$$

$$\text{Faktor Turbulen } \alpha = 1$$

Friksi pada pipa :

$$\begin{aligned}
 F_f &= \frac{4f \Delta L v^2}{D 2 \alpha gc} && \text{(Pers. 2.10-6 Geankoplis hal 89)} \\
 &= 4 \cdot 0,009 \frac{136}{0.3} \times \frac{0.199^2}{2 \cdot 1 \cdot 32,174} \\
 &= 0.012 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

Friksi pada elbow 90° (3 buah)

$$K_f = 0.75 \quad \text{(Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93)}$$

$$h_f = K_f \frac{v^2}{2} \quad \text{(Pers. 2.10-17 Geankoplis hal 94)}$$

$$= 3 \times 0.8 + \frac{0.199^2}{2} = 0.045 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{friksi loss} &= F_f + h_f \\
 &= 0 + 0.0446884 \\
 &= 0.1 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

Persamaan Bernoulli : (Pers. 2.7-28 Geankoplis hal 97)

$$\frac{\Delta V^2}{2 \cdot \alpha \cdot gc} + \frac{\Delta Z \cdot g}{gc} + \frac{\Delta P}{\rho} + F + W_s =$$

Direncanakan:

$$\Delta Z = 20 \text{ ft}$$

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta v = 0.199 \text{ ft/det}$$

Sehingga diperoleh harga :

$$\begin{aligned}
 -W_s &= \frac{0.2}{2 \times 1 \times 32,174} + 20 \times 1 + 0.056 \\
 &= 20.057 \text{ ft.lbf/lbm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{WHP} &= \frac{-W_s \times m}{550} = \frac{20.057 \times 0.6}{550} \\
 &= 0 \approx 0.1 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

Efisiensi pompa = 0.2 (fig. 14-37 Peter Timmerhauss hal 520)

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\text{pompa}} = \frac{0.1}{0.18} = 0.6 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor = 0.8 (fig 14-38 Peter Timmerhauss hal 521)

$$\begin{aligned}
 \text{Power pompa aktual} &= \frac{\text{BHP}}{\eta \text{ motor}} = \frac{0.556}{0.8} \\
 &0.694 \approx 1 \text{ Hp}
 \end{aligned}$$

**Spesifikasi Peralatan :**

Fungsi : Memompakan air dari bak air bersih ke bak air pendingin

Tipe : Centrifugal pump.

Dimensi Pompa :  $d_i = 3.068$  in

$$A = 0.0513 \text{ ft}^2$$

Daya pompa = 1 Hp

Bahan : cast iron.

Jumlah : 1 buah.

**14. Bak Air Pendingin (F-224)**

Fungsi : menampung air pendingin.

Laju alir = 1043.5 kg/jam

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{1043.497 \times 2.205}{63}$$

$$= 36.808 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 1.042 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Waktu tinggal = 3 jam

$$\text{Volume air} = 1 \times 3 = 3.127 \text{ m}^3$$

Diperkirakan air mengisi 80 % bak

$$\text{Volume bak} = \frac{3.1}{0.8} = 3.909 \text{ m}^3$$

Direncanakan bak berbentuk silinder (tutup atas dan dasar rata) dan direncanakan tinggi bak,  $H = 1,5 \cdot D$

$$\text{Volume tangki} = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \cdot H$$

$$\text{Diasumsikan } L_s = 1,5 D_i$$

$$3.909 = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \cdot 1,5D$$

$$3.909 = 1,179 D_i^3$$

$$D_i = 1.491 \text{ m}$$

$$\text{Jadi tinggi tangki (H)} = 1.5 \times 1.491 = 2.237 \text{ m}$$

**Spesifikasi Peralatan :**

Type : silinder

Tinggi : 2.237 m

Diameter : 1.491 m

Bahan : High alloy Steel SA-240 Grade M Type 316

Jumlah : 1 buah

### 16. Pompa ke peralatan (L-225)

Fungsi : untuk mengalirkan air ke peralatan

Type : centrifugal pump

$$\begin{aligned} \text{Rate aliran} &= 1043.497 \text{ kg/jam} = 2300.49 \text{ lb/jam} \\ &= 0.6 \text{ lb/detik} \\ \rho &= 63 \text{ lbm/ft}^3 \\ \mu &= 0.9 \text{ Cp} \quad (\text{Fig. 14 Kern hal 823}) \\ &= 0.000571 \text{ lb/ft .detik} \end{aligned}$$

Rate Volumetrik :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\text{rate}}{\rho} = \frac{2300.494}{62.5} = 36.808 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0.010 \text{ ft}^3/\text{d}, \quad 0.613 \text{ ft}^3/\text{min} = 4.589 \text{ gpm} \end{aligned}$$

Asumsi : aliran adalah turbulen

Fig. 14-2 Timmerhaus hal 498 diperoleh di optimu = 3 in

Dari App A.5 Geankoplis hal 892 didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{Ukuran pipa nominal (NPS)} &= 3 \text{ in} \\ \text{Diameter luar} &= 3.5 \text{ in} \\ \text{Diameter dalam} &= 3.068 \text{ in} = 0.3 \text{ ft} \\ \text{Inside Cross-Sectional ar} &= 0.0513 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Pengecekan aliran :

$$\begin{aligned} V &= \frac{\text{rate volumetrik}}{A_o} = \frac{0.010}{0.0513} = 0.2 \\ N_{Re} &= \frac{d_i \times \rho \times v}{\mu} = \frac{0.256 \times 62.5 \times 0.2}{0.000571176} \\ &= 5575.72 \end{aligned}$$

Untuk aliran turbulen,  $N_{Re} > 2100$ , maka asumsi benar.

*Perpipaan :*

Pipa lurus :

$$L_{\text{pipa}} = 30 \text{ ft}$$

Elbow 90° sebanyak 3 buah

$$L/D = 35 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{elbow}} &= 35 \times \text{ID} \\ &= 3 \times 35 \times 0.256 = 26.845 \end{aligned}$$

Gate valve sebanyak 2 buah

$$L/D = 9 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{gate valve}} &= 9 \times ID \\ &= 2 \times 9 \times 0.256 = 2.301 \end{aligned}$$

Globe valve sebanyak 1 buah

$$L/D = 300 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} L_{\text{globe valve}} &= 300 \times ID \\ &= 300 \times 0.256 = 76.699 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L &= L_{\text{pipa}} + L_{\text{elbow}} + L_{\text{gate valve}} + L_{\text{globe valve}} \\ &= 30 + 27 + 2.301 + 76.699 \\ &= 135.845 \text{ ft} \end{aligned}$$

Bahan pipa : cast iron

Dari *Geankoplis* hal. 88, diperoleh :  $\varepsilon = 0,00026 \text{ m}$ , sehingga :

$$\frac{\varepsilon}{D} = \frac{2,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \times 3,2808 \text{ ft/m}}{0.256} = 0.003$$

$$f = 0.009$$

$$\text{Faktor Turbulen} \quad \alpha = 1$$

Friksi pada pipa :

$$\begin{aligned} F_f &= \frac{4f \Delta L}{D} \frac{v^2}{2 \alpha gc} \quad (\text{Pers. 2.10-6 Geankoplis hal 89}) \\ &= 4 \cdot 0,009 \frac{136}{0.3} \times \frac{0.199^2}{2 \cdot 1 \cdot 32,174} \\ &= 0.012 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Friksi pada elbow  $90^\circ$  (3 buah)

$$K_f = 0.75 \quad (\text{Tabel 2.10-1 Geankoplis hal 93})$$

$$\begin{aligned} h_f &= K_f \frac{v^2}{2} \quad (\text{Pers. 2.10-17 Geankoplis hal 94}) \\ &= 3 \times 0.8 + \frac{0.199^2}{2} = 0.045 \text{ ft.lbf} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{friksi loss} &= F_f + h_f \\ &= 0 + 0.0446884 \\ &= 0.1 \text{ ft.lbf/lbm} \end{aligned}$$

Persamaan Bernoulli : (Pers. 2.7-28 Geankoplis hal 97)

$$\frac{\Delta V^2}{2 \cdot \alpha \cdot gc} + \frac{\Delta Z \cdot g}{gc} + \frac{\Delta P}{\rho} + F + W_s =$$

Direncanakan:

$$\Delta Z = 20 \text{ ft}$$

$$\Delta P = 0$$

$$\Delta v = 0.199 \text{ ft/det}$$

Sehingga diperoleh harga :

$$-W_s = \frac{0.2}{2 \times 1 \times 32,174} + 20 \times 1 + 0.056$$

$$= 20.057 \text{ ft.lbf/lbm}$$

$$\begin{aligned} \text{WHP} &= \frac{-W_s \times m}{550} = \frac{20.057 \times 0.6}{550} \\ &= 0 \approx 0.1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Efisiensi pompa = 0.2 (fig. 14-37 Peter Timmerhauss hal 520)

$$\text{BHP} = \frac{\text{WHP}}{\text{pompa}} = \frac{0.1}{0.18} = 0.6 \text{ Hp}$$

Efisiensi motor = 0.8 (fig 14-38 Peter Timmerhauss hal 521)

$$\begin{aligned} \text{Power pompa aktual} &= \frac{\text{BHP}}{\eta \text{ motor}} = \frac{0.556}{0.8} \\ &= 0.694 \approx 1 \text{ Hp} \end{aligned}$$

### Spesifikasi Peralatan :

Fungsi : Memompakan air ke peralatan

Tipe : Centrifugal pump.

Dimensi Pompa : di = 3.068 in

$$A = 0.0513 \text{ ft}^2$$

Daya pompa = 1 Hp

Bahan : cast iron.

Jumlah : 1 buah.

### C. Unit penyediaan listrik

Unit tenaga listrik digunakan untuk menggerakkan motor, penerangan, instrumentasi, dan lain-lain dipenuhi sendiri oleh generator.

- Perincian kebutuhan listrik untuk proses :

a. Daerah proses produksi

Tabel D.1 Pemakaian daya peralatan proses

kode Alat	Nama Alat	Jumlah	Daya (Hp)
J-112A	Belt Conveyor	1	0.01
J-114A	Belt Conveyor	1	0.01

J-112B	Belt Conveyor	1	0.01
J-114B	Belt Conveyor	1	0.01
J-113A	Bucket Elevator	1	1.6
J-113B	Bucket Elevator	1	1.6
L-115A	Pompa NaCl	1	0.2
L-115B	Pompa (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1	0.2
M-116A	Mixer	1	0.3
M-116B	Mixer	1	0.3
R-110	Reaktor	1	2
H-164	Centrifuge	1	7
J-165	Belt Conveyor	1	0.01
B-130	Rotary Dryer	1	13
B-160	Rotary Dryer	1	13
Jumlah		15	39.25

b. Daerah pengolahan

Tabel D.2 Pemakaian daya peralatan pengolahan air

Kode Alat	Nama Alat	Jumlah	Daya (Hp)
L-211	Pompa Air Kawasan	2	2
L-215	Pompa Deaerator	1	3.5
L-218	Pompa Boiler	1	3.5
L-219	Pompa Klorinasi	1	1
L-221	Pompa Air Sanitasi	1	1
<b>TOTAL</b>		<b>6</b>	<b>11</b>

Jadi total kebutuhan listrik untuk motor penggerak :

$$\begin{aligned}
 &= 39 + 11 \\
 &= 50 \text{ Hp} = 37.471 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

- Kebutuhan listrik untuk penerangan

Untuk keperluan penerangan dapat diperoleh dengan mengetahui luas bangunan dan areal tanah dengan menggunakan rumus :

$$L = \frac{A \times F}{U \times D}$$

Dimana :

L = Lumen outlet

A = Luas daerah

F = Foot candle

U = Koefisien utilitas = 0 ( Perry edisi 3, hal 1757)

D = Effisiensi rata-rata penerangan = 0,75 ( Perry edisi 3, hal 1757)

**Tabel D.3 Kebutuhan daya untuk penerangan**

No	Lokasi	Luas		Candle(ft)	Lumen
		m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup>		
1	Pos Keamanan	75	246.06	10	4101
2	Parkir Tamu	30	98.424	5	820.2
3	Parkir Karyawan	50	164.04	5	1367
4	Taman	150	492.12	5	4101
5	Administrasi	150	492.12	25	20505
6	Perpustakaan	20	65.616	10	1093.6
7	Departemen Produksi	500	1640.4	10	27340
8	Quality Control	50	164.04	25	6835
9	Toilet	32	104.9856	5	874.88
10	Area Proses Produksi	3400	11154.72	30	557736
11	Ruang Kontrol	25	82.02	20	2734
12	Laboratorium	50	164.04	10	2734
13	Aula	100	328.08	10	5468
14	Poliklinik	20	65.616	10	1093.6
15	Kantor Devisi Litbang	24	78.7392	25	3280.8
16	Departemen Teknik	24	78.7392	10	1312.32
17	Kantin	36	118.1088	5	984.24
18	Mushola	50	164.04	5	1367
19	Pemadam Kebakaran	30	98.424	10	1640.4
20	Ruang Generator	25	82.02	10	1367
21	Timbangan Truk	50	164.04	5	1367
22	Bengkel	50	164.04	10	2734
23	Gudang produk	2000	6561.6	10	109360
24	Gudang produk samping	1000	3280.8	10	54680
25	Area Pembangkit Listrik	50	164.04	10	2734
26	Area Pengolahan Air	150	492.12	10	8202
27	Ruang Boiler	25	82.02	10	1367



28	Limbah	75	246.06	10	4101
29	Area Perluasan Pabrik	300	984.24	5	8202
30	Jalan	3000	9842.4	5	82020
Total		11541	37863.7128		921522.04

Untuk taman, jalan, area proses, dan areal penyimpanan produk akan dipakai lampu mercury 250 watt dengan output lumen 10000

Dari perhitungan diatas didapatkan :

Lumen untuk taman	=	4101
Lumen untuk jalan	=	82020
Lumen untuk areal proses	=	557736
Lumen untuk areal produk	=	8202
Total	=	652059

Jumlah lampu mercury yang dibutuhkan :

$$= \frac{652059}{10000} = 65.2059 \approx 66$$

Untuk penerangan daerah lainnya digunakan lampu TL 40 watt dengan output lumen 2000.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lampu TL yang dibutuhkan} &= \frac{921522.04 - 652059}{2000} \\ &= 134.7 \approx 135 \end{aligned}$$

Maka kebutuhan listrik untuk penerangan :

$$\begin{aligned} 66 \times 250 + 135 \times 40 &= 21900 \text{ Watt} = 21.9 \text{ kWatt} \\ \text{Total kebutuhan listrik} &= \text{listrik proses} + \text{penerangan} \\ &= 37.471 + 21.9 \\ &= 59.371 \text{ KW} \end{aligned}$$

Untuk menjamin kelancaran proses produksi maka kebutuhan listrik sepenuhnya dipenuhi oleh generator.

Power faktor untuk generator = 0,75

$$\begin{aligned} \text{Power yang harus dibangkitkan oleh generatc} &= \frac{59.3714}{0.75} \\ &= 79.1619 \end{aligned}$$

Menggunakan generator dengan pembangkit berkekuat: 80 KW

**D. Unit penyediaan bahan bakar**

## - Boiler

$$\text{Rate aliran} = 1833.0776 \text{ kg/jam} = 4041.240 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas} = 55 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Viskositas} = 0.0027 \text{ lb/ft.s}$$

$$\text{Rate volumetrik} = \frac{4041.239543}{55} = 73.477 \text{ ft}^3/\text{jam}$$

$$= 2.081 \text{ m}^3/\text{jam} = 2080.715 \text{ L/jam}$$

$$\text{Untuk kebutuhan bahan bakar boiler} = 49937.164 \text{ L/hari}$$

## - Generator =

$$\text{Tenaga generator} = 305 \text{ KW}$$

$$1 \text{ KW} = 81891.27 \text{ Btu/hari}$$

$$\text{Tenaga generator} = 305 \times 81891.27$$

$$= 24976837.35 \text{ Btu/hari}$$

Bahan bakar yang dipakai adalah diesel oil.

$$H_v = 19000 \text{ Btu/lb} \quad ( 305 \text{ KW} )$$

$$\rho = 55 \text{ lb/ft}^3 \text{ (} 881 \text{ kg/m}^3 \text{)}$$

$$\text{Effisiensi generator} = 80 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar} &= \frac{24976837.35}{19000 \times 0.8} \\ &= 1643.213 \text{ lb/hari} = 3622.63 \text{ kg/hari} \\ &= 4.112 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 4111.949 \text{ L/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan bahan bakar total} &= 49937.164 + 4111.949 \\ &= 54049.114 \text{ L/hari} \\ &= 2252.046 \text{ L/jam} \end{aligned}$$

## - Tangki Bahan Bakar

Berfungsi untuk menampung bahan bakar yang akan digunakan, direncanakan menampung selama 10 hari.

$$\begin{aligned} &= 54049.11 \times 10 = 540491 \text{ L} \\ &= 540.491 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Direncanakan tangki bahan bakar yang digunakan sebanyak 4 buah

$$= \frac{540.491}{4} = 135.123 \text{ m}^3$$

Jika volume bahan bakar mengisi 0,8 volume tangki, maka :

$$\text{Volume tangki} = \frac{135.123}{0.8} = 168.903 \text{ m}^3$$

Direncanakan tangki berbentuk silinder dengan tutup atas dan bawah berbentuk datar.

Ditetapkan  $H = D$

$$\text{Volume tangki} = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \cdot H$$

$$168.903 = \frac{1}{4} \pi \cdot D_i^2 \cdot D$$

$$168.903 = 0,785 D_i^3$$

$$D_i = 5.992 \text{ m}$$

$$\text{Jadi tinggi tangki (H)} = 5.992 \text{ m}$$

Bahan konstruksi : High Alloy Steel SA-240 Grade M Type 316



## APPENDIKS E

### PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

#### A. Metode Penafsiran Harga

Penafsiran harga peralatan setiap tahun mengalami perubahan sesuai dengan kondisi perekonomian yang ada. Untuk penafsiran harga peralatan, diperlukan indeks yang dapat dipergunakan untuk mengkonveksi harga peralatan pada masa lalu sehingga diperoleh harga saat ini maka digunakan persamaan :

$$C_x = C_k \times \frac{I_x}{I_k} \quad (\text{Peters and Timmerhaus, hal 164})$$

Dimana :

- $C_x$  = Tafsiran harga saat ini
- $C_k$  = Tafsiran harga alat pada tahun k
- $I_x$  = Indeks harga saat ini
- $I_k$  = Indeks harga tahun k

Sedangkan untuk menafsir harga alat yang sama dengan kapasitas yang berbeda digunakan persamaan sebagai berikut :

$$V_A = V_B \left( \frac{C_A}{C_B} \right)^n \quad (\text{Peters and Timmerhaus, hal 164})$$

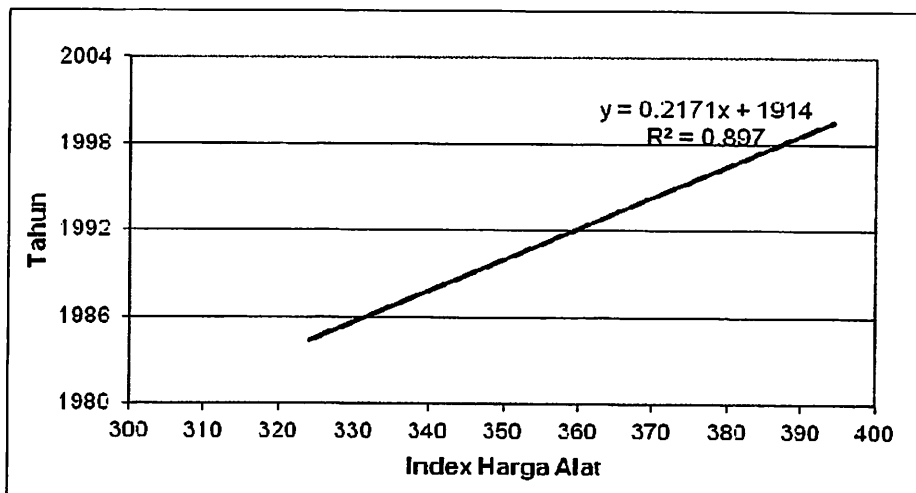
Dimana :

- $V_A$  = Harga alat A
- $V_B$  = Harga alat B
- $C_A$  = Kapasitas alat A
- $C_B$  = Kapasitas alat B
- $n$  = Eksponen harga alat

Indeks harga alat pada Pra Rencana Pabrik Ammonium Klorida pada harga alat yang terdapat pada Peters & Timmerhaus dan Ulrich G.D

Tabel E.1. Indeks harga alat pada tahun sebelum evaluasi

No.	Tahun (y)	Indeks (x)	$x^2$	x.y
1	1987	324	33,124	359,450
2	1988	343	36,864	379,392
3	1989	355	41,616	403,308
4	1990	357.6	47,961	433,182
5	1991	361.3	57,121	472,981
6	1992	358.2	68,121	516,780
7	1993	359.2	88,209	588,357
8	1994	368.1	98,596	622,348
9	1995	381.1	100,489	628,611
10	1996	381.7	104,329	640,832
11	1997	386.5	105,625	645,125
12	1998	389.5	101,124	631,548
13	1999	390.6	104,976	643,788
14	2000	394.1	117,649	681,884
15	2001	394.3	126,025	706,095
16	2002	390.4	126,736	708,440
	<b>31912</b>	<b>5934.6</b>	<b>2,207,687</b>	<b>11,837,964</b>



Gambar E.1. Grafik Hubungan antara Indeks Harga Alat dengan Tahun  
Kenaikan harga tiap tahun merupakan fungsi linear, tahun dan indeks harga tahun  
merupakan persamaan garis lurus, sehingga :

$$Y = a + bx$$

Dimana :

a = konstanta

b = gradien

Y = tahun

$x$  = indeks harga

Indeks harga pada tahun 2014 adalah :

$$2003 = 1914 + 0.2171 x$$

$$x = 409.95$$

$$2014 = 1914 + 0.2171 x$$

$$x = 460.617$$

## B. Harga Peralatan

Dengan menggunakan rumus – rumus pada metode penafsiran harga didapatkan harga peralatan proses seperti tabel E.2. dan harga peralatan utilitas pada tabel E.3.

Contoh perhitungan peralatan :

Nama alat : Reaktor (R-110)

Kapasitas : 97.6395 ft<sup>3</sup>

Bahan konstruksi : Carbon steel

Dari Ulrich, hal 316, fig 5-61 diperoleh :

$$C_p \text{ pompa} = \$ 8000$$

$$F_{bm} = 2.1$$

$$C_{bm} = F_{bm} \times C_p = 2.1 \times \$ 8000 \\ = \$ 16800$$

Sehingga harga Reaktor tahun 2014

$$= \frac{\text{Indeks tahun 2014}}{\text{indeks tahun 2003}} \times \text{harga tahun 2003}$$

$$= \frac{460.7294}{409.95} \times \$16800$$

$$= \$ 18880.97$$

Asumsi : \$ 1 = 10.000

Dengan cara yang sama harga peralatan proses dapat dilihat pada tabel E.2 dan E.3 berikut :



Tabel E.2. Harga peralatan proses

No.	Nama Alat	Kode	Harga / Unit (\$)		Jumlah (Unit)	Harga Total (Rp)
			2003	2014		
1	Storage HCl		2,280	2,562.42	1	25,624,171.76
2	Pompa		3,000	3,371.60	1	33,716,015.47
3	T. Pengenceran		9,500	10,676.74	1	106,767,382.34
4	Pompa		3,000	3,371.60	1	33,716,015.47
5	Storage Mg(OH) <sub>2</sub>		2,280	2,562.42	1	25,624,171.76
6	Belt conveyor		2,040	2,292.69	1	22,926,890.52
7	Hammer mill		4,200	4,720.24	1	47,202,421.66
8	Bucket Elevator		1,440	1,618.37	1	16,183,687.43
9	Bin		1,155	1,298.07	1	12,980,665.96
10	Reaktor		16,800	18,880.97	1	188,809,686.66
11	Pompa		3,000	3,371.60	1	33,716,015.47
12	Filter press		4,800	5,394.56	1	53,945,624.76
13	Pompa		3,000	3,371.60	1	33,716,015.47
14	Evaporator		348,000	391,105.78	1	3,911,057,795.07
15	Pompa		3,000	3,371.60	1	33,716,015.47
16	Kristaliser		2,280	2,562.42	1	25,624,171.76
17	Centrifuge		60,000	67,432.03	1	674,320,309.50
18	Belt conveyor		2,040	2,292.69	1	22,926,890.52
19	Rotary dryer		195,000	219,154.10	1	2,191,541,005.86
20	Belt conveyor		2,040	2,292.69	1	22,926,890.52
21	Bin		1,155	1,298.07	1	12,980,665.96
22	Mesin pengemas		2,850	3,203.02	1	32,030,214.70
23	Belt conveyor		2,040	2,292.69	1	22,926,890.52
24	Storage MgCl <sub>2</sub>		2,280	2,562.42	1	25,624,171.76
<b>Jumlah</b>				<b>761,060.38</b>	<b>24</b>	<b>7,610,603,786.40</b>

Tabel E.3. Harga Peralatan Utilitas

No.	NAMA ALAT	Kode	Harga / Unit (\$)		Jumlah (Unit)	Harga Total (Rp)
			2003	2014		
1	Penukar Kation (Kation <i>Exchanger</i> )	D-210A	2280	2,562.42	1	25,624,171.76
2	Penukar Anion (Anion <i>Exchanger</i> )	D-210B	2280	2,562.42	1	25,624,171.76
3	Pompa Air Sungai	L-211	3800	4,270.70	1	42,706,952.93
4	Bak Skimer	F-212	12600	14,160.73	1	141,607,264.99
5	Pompa Skimmer	L-213	3800	4,270.70	1	42,706,952.93
6	Bak Clarifier	F-214	6090	6,844.35	1	68,443,511.41
7	Tangki Sand Filter	F-215	735	826.04	1	8,260,423.79
8	Bak Air Bersih	F-216	8190	9,204.47	1	92,044,722.25
9	Pompa Air Bersih	L-217	2100	2,360.12	1	23,601,210.83
10	Bak Air Lunak	F-218	840	944.05	1	9,440,484.33
11	Pompa Deaerator	L-219	2100	2,360.12	1	23,601,210.83
12	Boiler	Q-220	35000	39,335.35	1	393,353,513.87
13	Deaerator	D-221	840	944.05	1	9,440,484.33
14	Pompa Boiler	L-222	5500	6,181.27	1	61,812,695.04
15	Pompa Air Pendingin	L-223	3500	3,933.54	1	39,335,351.39
16	Bak Air Pendingin	F-224	11550	12,980.67	1	129,806,659.58
17	Pompa Peralatan	L-225	3500	3,933.54	1	39,335,351.39
18	Pompa Klorinasi	L-226	2100	2,360.12	1	23,601,210.83
19	Pompa Sanitasi	L-227	2100	2,360.12	1	23,601,210.83
20	Bak Air Sanitasi	F-228	840	944.05	1	9,440,484.33
21	Bak Klorinasi	F-230	840	944.05	1	9,440,484.33
22	<i>Cooling Tower</i>	P-240	114000	128,120.86	1	1,281,208,588.04
<b>JUMLAH</b>				<b>252,403.71</b>	<b>22</b>	<b>2,524,037,111.80</b>

Dari tabel – tabel tersebut diatas dapat diketahui harga total peralatan yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Harga peralatan total} &= \text{Harga peralatan proses} + \text{harga peralatan utilitas} \\
 &= \text{Rp. 7,610,603,786.40} + \text{Rp. 2,524,037,111.80} \\
 &= \text{Rp. 10,134,640,898}
 \end{aligned}$$

Dengan faktor keamanan(safety factor) sebesar 20 % , maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Harga peralatan total} &= 1.2 \times \text{Rp. 10,134,640,898.20} \\
 &= \text{Rp. 12,161,569,078}
 \end{aligned}$$



## C. Gaji Karyawan

Tabel E.4. Daftar Gaji Karyawan

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	1	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>

Asumsi : \$ 1 = Rp 10,000

Rp 328.600.000 / bulan

Total biaya gaji pegawai pertahun = Rp 3.943.200.000 / tahun

#### D. Utilitas

##### 1. Listrik

Kebutuhan listrik = 59,371 kW  
 Harga listrik per kW = Rp. 782 / kW (antaranews.com)  
 Biaya listrik per tahun = 59,371 kW x 330 hari / tahun x Rp. 782 / kW  
 = Rp. 15.321.390/ tahun

##### 2. Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar = 2252,0464 L/jam  
 Harga bahan bakar = Rp. 6,000 /L (hariansumutpos.com)  
 Biaya bahan baker per tahun = 2252,0464 L/th x Rp. 6,000 /Lx(330x24)jam/th  
 = Rp. 107.017.244.972/th

##### 3. Air

Pemakaian jumlah air = 22994,4402Kg/jam  
 Harga air tiap kg = Rp. 250 /kg (mesujikab.go.id)  
 Biaya pemakaian air per tahun=22994,4402Kg/jamx Rp.250/kgx(24x330)jam/th  
 = Rp. 45.528.991.693/th

#### E. Harga Bahan Baku

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

Harga = Rp. 11.000 /kg (tristarchemical.com)  
 Kebutuhan = 5543,9193 kg / jam = 43907841,010 kg / th  
 Total = Rp. 482.986.251.106/tahun

##### 2 NaCl = Rp. 500 / kg (maduraterkini.com)

Kebutuhan = 5034,5070 kg / jam = 39873295,34 kg / th  
 Total = Rp. 19.936.647.668/th

#### F. Harga Produk

##### 1. $\text{NH}_4\text{Cl}$ Kristal

kapasitas = 3616,5701 kg/jam  
 Harga  $\text{NH}_4\text{Cl}$  kristal /kg = Rp. 21.750/kg  
 Penjualan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  kristal /tahun

$$= 3616,5701 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \times \text{Rp. } 21.750$$

$$= \text{Rp. } 622.990.362.916$$

2. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Kristal

$$\text{Kapasitas} = 4459,6843 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Harga Na}_2\text{SO}_4 \text{ kristal /kg} = \text{Rp. } 2.500/\text{kg}$$

$$\text{Penjualan Na}_2\text{SO}_4 \text{ kristal /tahun}$$

$$= 4459,6843 \text{ kg/jam} \times 24 \text{ jam/hari} \times 330 \text{ hari/tahun} \times \text{Rp. } 2500$$

$$= \text{Rp. } 88.301.748.495$$

**G. 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 x Rp. 60.991.311.125

WCI = Rp. 9.148.696.669

Total Capital Investment (TCI) = FCI + WCI

TCI = Rp. 60.991.311.125 + Rp. 9.148.696.669 = Rp. 70.140.007.794

Modal yang digunakan terdiri dari :

a. Modal sendiri = 60% x TCI = Rp. 42.084.004.676

b. Modal Pinjaman (MP) = 40% x TCI = Rp. 28.056.003.118

**Total = 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)

Depresiasi alat (13 % FCI)	13%	7.928.870.446
Depresiasi bangunan (1% FCI)	1%	609.913.111
Pajak Kekayaan (2 % FCI)	2%	1.219.826.223
Asuransi (3% FCI)	3%	1.829.739.334
Bunga bank (15% modal pinjaman)	15%	4.208.400.468
<b>Biaya Produksi tetap (FPC)</b>		<b>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>

## Biaya produksi total (TPC) = GE + 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

$$\begin{aligned}
 \text{Laba kotor} &= \text{Harga Jual} - \text{Biaya Produksi} \\
 &= \text{Rp. } 711.292.111.411 - \text{Rp. } 689.644.262.813 \\
 &= \text{Rp. } 21.647.848.598
 \end{aligned}$$

Pajak penghasilan = 30 % dari laba kotor

$$= (0.3 \times \text{Rp. } 21.647.848.598)$$

$$= \text{Rp. } 6.494.354.580$$

$$\text{Laba bersih} = \text{laba kotor} \times (1 - \% \text{ pajak}) \quad (\text{Vilbrant, hal. 252})$$

$$= \text{Rp. } 17.421.060.707 \times (1 - 0.3)$$

$$= \text{Rp. } 15.153.494.019$$

Nilai penerimaan *Cash Flow* setelah pajak ( $C_A$ ) :

$$C_A = \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat}$$

$$= \text{Rp. } 12.194.742.495 + \text{Rp. } 7.928.870.446$$

$$= \text{Rp. } 23.082.364.465$$

## 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

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{BT}} &= \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp. } 21.647.848.598}{\text{Rp. } 60.991.311.125} \times 100 \% \\ &= 35,49 \% \end{aligned}$$

- ROI setelah pajak

$$\begin{aligned} \text{ROI}_{\text{AT}} &= \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal tetap}} \times 100 \% \\ &= \frac{\text{Rp. } 12.194.742.495}{\text{Rp. } 60.991.311.125} \times 100 \% \\ &= 24,85 \% \end{aligned}$$

### 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.

$$\text{POT} = \frac{\text{Modal tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun}$$

$$= \frac{Rp.60.991311.125}{Rp.23.082.364.465} \times 1 \text{ tahun}$$

$$= 2,64 \text{ tahun} \approx 3 \text{ tahun}$$

### 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.

$$BEP = \frac{FPC + (0,3 \text{ SVC})}{S - (0,7 \text{ SVC} - VC)} \times 100\%$$

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>

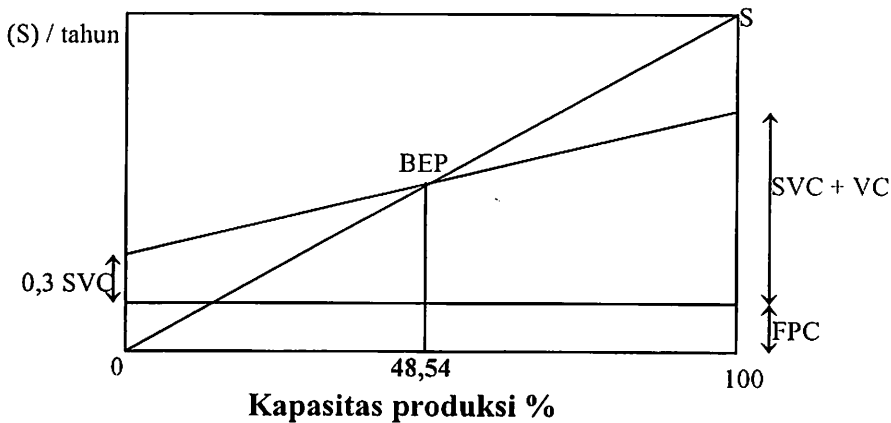
Sehingga :

$$BEP = \frac{FPC + (0,3 \text{ SVC})}{S - (0,7 \text{ SVC} - VC)} \times 100\%$$

$$= \frac{Rp.15.796.749.581 + (0,3 \times Rp.17.214.801.973)}{Rp.722.484.524.450 - (0,7 \times Rp.17.214.801.973 - Rp.656.057.321.531)} \times 100\%$$

$$= 48,54 \%$$

Kurva BEP :



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 :

$$\frac{PB_i}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \% \text{kapasitas})}{(100 - BEP)}$$

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 :

$$CA_1 = PB_i + \text{Depresiasi alat}$$

$$= Rp. 9.264.208.494 + Rp. 7.928.870.446$$

$$= Rp. 17.193.078.940$$



#### J.4. Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal suatu pabrik yang masih boleh beroperasi

$$\begin{aligned} \text{SDP} &= \frac{0,3 \text{ SVC}}{S - 0,7\text{SVC} - \text{VC}} \times 100\% \\ &= \frac{0.3 (\text{Rp.}17.214.801.973)}{\text{Rp.}722.484.524.450 - 0,7(\text{Rp.}17.214.801.973) - \text{Rp.}656.057.321.531} \times 100\% \\ &= 11,96 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Titik SDP terjadi pada kapasitas produksi} &= 11,96 \% \times 30.000 \text{ ton/tahun} \\ &= 3.587,7103 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

#### 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

$$\begin{aligned} C_{A-2} &= 40 \% \times \text{FCI} \times (1 + i)^2 \\ &= 40 \% \times \text{Rp.} 60.991.311.125 \times (1 + 0.15)^2 \\ &= \text{Rp.} 32.264.403.585 \\ C_{A-1} &= 60\% \times \text{FCI} \times (1 + i)^1 \\ &= 60 \% \times \text{Rp.} 60.991.311.125 \times (1 + 0.15)^2 \\ &= \text{Rp.} 48.396.605.378 \\ C_{A-0} &= - (C_{A-2} + C_{A-1}) \\ &= - (\text{Rp.} 32.264.403.585 + 48.396.605.378) \\ &= - \text{Rp.} 80.661.008.963 \end{aligned}$$

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

$$\text{IRR} = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} x (i_2 - i_1)$$

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.





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2  
MALANG

## PERBAIKAN SKRIPSI

Ujian Skripsi Jurusan Teknik Kimia Jenjang Strata Satu (S - 1) Yang di adakan pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 03 Agustus 2013

Adanya perbaikan pada Skripsi Berikut :

Nama : Roni Wicaksana

Nim : 10.14.918

dan tersebut meliputi :

Lytha Yustin

23/13  
/6

[Signature]

Malang, .....

Dosen Penguji

[Signature]

m. Istnoeny Hudho, ST.MT.



## PERBAIKAN SKRIPSI

Ujian Skripsi Jurusan Teknik Kimia Jenjang Strata Satu (S - 1) Yang di adakan pada :

Hari : Sabtu

Tanggal : 03 Agustus 2013

Ujian perbaikan pada Skripsi Berikut :

Nama : Roni Wicoksono

Nim : 10.14.918

Isi skripsi tersebut meliputi :

Siplon pada Rotary Drier, udara keluar dr drier .

slurry Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tert pada, hancur lanjut semua

keluar kristalizer → screw conveyor → centrifuge

steam di reaktor

produk serbuk? perlu ball mill

Evaporator ( ~~na~~ gumbas, massa, panas )

*Acc*

Malang, 03 Agustus 2013

Dosen Penguji

Jimmy, ST.MT