

**PRA RENCANA PABRIK**

**AMMONIUM SULFAT DARI AMMONIAK DAN ASAM SULFAT  
DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS PRODUKSI  
300.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

**ANGGRIARIDA TITTA PURSITTA**

**1014019**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**

PERENCANAAN PABRIK

AMONGAN SUDUT DARI AMONGAN DAN ASAM SUDUT  
DENGAN PROSES METALURGI KARBONAT  
300.000 TON TAHUN

PERENCANAAN ALAT UTAMA  
REKONSTRUKSI

REKONSTRUKSI

REKONSTRUKSI

AMONGAN SUDUT DARI AMONGAN DAN ASAM SUDUT

AMONGAN SUDUT DARI AMONGAN DAN ASAM SUDUT  
DENGAN PROSES METALURGI KARBONAT  
300.000 TON TAHUN

2015

**PRA RENCANA PABRIK**

**AMMONIUM SULFAT DARI AMMONIAK DAN ASAM SULFAT  
DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS PRODUKSI  
300.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR**

**SKRIPSI**

**Disusun Oleh:**

**ANGGRIARIDA TITTA PURSITTA      1014019**



**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015**

PRA RENCANA PABRIK  
AMMONIUM SULFAT DARI AMMONIUM DAN ASAM SULFAT  
DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS PRODUKSI  
300.000 TON TAHUN

PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR

SKRIPSI

Dibuat Oleh:

ANGGRIARDA TITTA PURSITA 1014019



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2015

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**PRA RENCANA PABRIK**

**AMMONIUM SULFAT DARI AMMONIAK DAN ASAM SULFAT  
KAPASITAS PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN  
PERANCANGAN ALAT UTAMA  
REAKTOR**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Syarat Memenuhi Wisuda  
Sarjana Pada Jenjang Strata Satu (S-1)  
Di Institut Teknologi Nasional Malang**

**Disusun Oleh:**

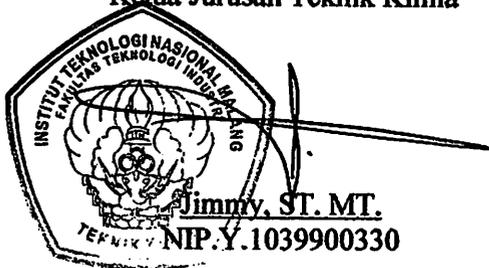
**ANGGRIARIDA TITTA PURSITTA**

**1014019**

**Malang, 26 Februari 2015**

**Menyetujui,**

**Ketua Jurusan Teknik Kimia**



**Dosen Pembimbing**



**Elvianto Dwi Daryono, ST. MT.**  
**NIP.P.1030000351**

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

Nama : ANGGRIARIDA TITTA PURSITTA  
Nim : 1014019  
Jurusan/PogramStudi : TEKNIK KIMIA  
Judul Skripsi : PRA RENCANA PABRIK AMMONIUM SULFAT  
DARI AMMONIAK DAN ASAM SULFAT  
KAPASITAS PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN

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

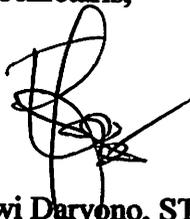
Hari : Jumat  
Tanggal : 20 Februari 2015  
Nilai : B+

Ketua,

Sekretaris,



Rini Kartika Dewi, ST. MT.  
NIP. Y.1039900330

  
Elvianto Dwi Daryono, ST. MT.  
NIP. P.1036000351

Anggota Penguji,

Penguji Pertama,

Penguji Kedua,

  
Rini Kartika Dewi, ST. MT.  
NIP. P. 1030100307

  
Ir. Harimbi Setyawati, MT.  
NIP. 196303071992032002

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ANGGRIARIDA TITTA PURSITTA  
NIM : 1014019  
Jurusan/Program Studi : Teknik Kimia/ Teknik Kimia (S-1)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi yang berjudul:

### PRA RENCANA PABRIK

### AMMONIUM SULFAT DARI AMMONIAK DAN ASAM SULFAT KAPASITAS PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN PERANCANGAN ALAT UTAMA REAKTOR

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

Malang, Februari 2015

Yang membuat pernyataan,



ANGGRIARIDA TITTA P

## **KATA PENGANTAR**

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PRA RENCANA PABRIK AMMONIUM SULFAT DARI AMMONIAK DAN ASAM SULFAT KAPASITAS PRODUKSI 300.000 TON/TAHUN”** dengan baik.

Skripsi ini diajukan sebagai syarat guna mencapai gelar Sarjana Jenjang Strata 1 (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Bapak Ir. Anang Subardi, MT, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Jimmy, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Nasional Malang
4. Bapak Elvianto Dwi Daryono, ST. MT, selaku Dosen Pembimbing Skripsi
5. Kedua orang tua kami yang telah memberikan dukungan serta doa kepada kami
6. Bapak/Ibu dosen, rekan-rekan mahasiswa dan semua pihak yang turut membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu penyusun mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak guna menyempurnakan skripsi ini.

Malang, Februari 2015

**Penyusun**

## INTISARI

Pra Rencana Pabrik Ammonium Sulfat dari Ammoniak dan Asam Sulfat ini mengambil lokasi pendirian di Bontang, Kalimantan Timur, dengan kriteria sebagai berikut:

- Kapasitas produksi : 300.000 ton/tahun
- Waktu operasi : 330 hari
- Bahan utama : Ammonia ( $\text{NH}_3$ )
- Bahan pembantu : Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
- Utilitas : air, steam, listrik dan bahan bakar
- Organisasi Perusahaan
  - ✓ Bentuk : Perseroan Terbatas
  - ✓ Struktur : Garis dan staff
  - ✓ Karyawan : 857 orang
- Analisa ekonomi
  - ✓ TCI : Rp. 406.293.401.624,26
  - ✓  $\text{ROI}_{\text{AT}}$  : 32,54%
  - ✓ POT : 2,35 tahun
  - ✓ BEP : 55,44%
  - ✓ IRR : 23,44%

Dari hasil evaluasi ekonomi, Pra Rencana Pabrik Ammonium Sulfat dari Ammonia dan Asam Sulfat layak untuk didirikan.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
INTISARI.....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	I – 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES.....	II – 1
BAB III NERACA MASSA .....	III – 1
BAB IV NERACA PANAS .....	IV – 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT.....	V – 1
BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA .....	VI – 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA .....	VII – 1
BAB VIII UTILITAS .....	VIII – 1
BAB IX LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK .....	IX – 1
BAB X STRUKTUR DAN ORGANISASI PERUSAHAAN.....	X – 1
BAB XI ANALISA EKONOMI .....	XI – 1
BAB XII KESIMPULAN .....	XII – 1
DAFTAR PUSTAKA	
APPENDIKS A. PERHITUNGAN NERACA MASSA .....	APP.A – 1
APPENDIKS B. PERHITUNGAN NERACA PANAS .....	APP.B – 1
APPENDIKS C. PERHITUNGAN SPESIFIKASI PERALATAN .....	APP.C – 1
APPENDIKS D. PERHITUNGAN UTILITAS .....	APP.D – 1
APPENDIKS E. PERHITUNGAN ANALISIS EKONOMI .....	APP.E – 1

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Data kebutuhan ammonium sulfat .....	I-4
Tabel 1.2.	Analisa Pasar .....	I-5
Tabel 2.1.	Seleksi Proses Pembuatan Ammonium sulfat.....	II-3
Tabel 7.1.	Instrumentasi Peralatan Pabrik .....	VII-2
Tabel 7.2.	Alat-Alat Keselamatan Kerja pada Pabrik Ammonium sulfat.....	VII-5
Tabel 9.1.	Perincian Luas Pabrik .....	IX-2
Tabel 10.1.	Jadwal Kerja Karyawan Pabrik .....	X-11
Tabel 10.2.	Daftar Jumlah Karyawan.....	X-13
Tabel 10.3.	Daftar Upah (Gaji) Karyawan.....	X-16
Tabel 11.1.	Cash Flow untuk NPV Selama 10 Tahun .....	XI-11
Tabel 11.2.	Cash Flow untuk IRR.....	XI-12

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Blok Diagram Pembuatan Ammonium sulfat dengan Proses Netralisasi.....	II-2
Gambar 1.2.	Blok Diagram Pembuatan Ammonium Sulfat dari gas coal .....	II-2
Gambar 1.3.	Peta Lokasi Pabrik Ammonium Sulfat.....	I-10
Gambar 9.1.	Tata Letak Bangunan Pabrik Ammonium Sulfat.....	IX-4
Gambar 9.2.	Tata Letak Proses Pabrik Ammonium .....	IX-6
Gambar 10.1.	Struktur Organisasi Pabrik Kalsium Klorida .....	X-15
Gambar 11.1.	Grafik Break Even Point .....	XI-8
Gambar 11.2.	Grafik BEP pada Keadaan Shut Down Rate.....	XI-10

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Ammonium sulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , merupakan garam anorganik dengan sejumlah penggunaan komersial. Yang paling umum digunakan sebagai pupuk tanah. Ammonium sulfat mengandung 21% nitrogen sebagai kation amonium, dan 24% sulfur sebagai anion sulfat.

Indonesia merupakan negara agraris dimana sektor peranian memegang peranan penting dalam perekonomian negara. Sehingga kebutuhan akan pupuk haruslah tercukupi untuk menunjang sektor pertanian. Salah satu pupuk yang biasa digunakan dalam pertanian adalah pupuk ZA atau ammonium sulfat. Dimana dalam pupuk ZA mengandung 2 jenis unsur hara yang sangat dibutuhkan dalam tingkat perkembangan suatu tanaman.

Kebutuhan akan ammonium sulfat ini semakin meningkat seiring dengan berkembangnya sektor pertanian di Indonesia. Sedangkan pemenuhan kebutuhan akan ammonium sulfat dengan cara impor dari negara lain, padahal Indonesia mempunyai sumber daya alam berupa bahan-bahan yang dapat dilah menjadi ammonium sulfat.

Karena kebutuhan akan ammonium sulfat semakin meningkat dan tersediannya sumber daya yang mencukupi, maka perlu didirikan pabrik ammonium sulfat untuk memenuhi kebutuhan pupuk dalam negeri, menghemat dan menambah sumber devisa negara, mendukung berkembangnya pabrik lain yang menggunakan ammonium sulfat dan membuka lapangan kerja baru.

Tabel 1.1. Data ekspor dan import ammonium sulfat dari tahun 2009-2013:

Tahun	import (kg)
2009	338.394.570
2010	268.451.459
2011	503.391.612
2012	820.346.119
2013	656.295.180

Sumber: Badan Pusat Statistika

## 1.2 Penggunaan

Ammonium sulfat biasanya digunakan dalam pembuatan pupuk, yang dalam perdagangan dikenal dengan pupuk ZA. Pupuk ZA merupakan senyawa kimia yang kaya unsure N (nitrogen) dan S (sulfur).

Untuk memperoleh pemupukan yang baik, perlu diketahui sifat-sifat dari unsure yang dominan dalam pupuk ZA, sehingga dapat menambah produktifitas tanaman.

Kegunaan Ammonium sulfat antara lain adalah sebagai berikut:

- fertilizer
- water treatment
- fermentasi
- bahan tahan api
- viscose rayon
- zat tambahan makanan

## 1.3 Sifat kimia dan fisika bahan baku dan produk

Sifat-sifat bahan yang digunakan serta produk utama ammonium sulfat meliputi sifat fisik dan sifat kimia.

### 1.3.1 Bahan Baku

Bahan Baku industri ammonium sulfat adalah gas amoniak dan asam sulfat.

#### ➤ Sifat-sifat Amoniak

##### a. Sifat-sifat Fisika

- bentuk fisik : gas dan tidak berwarna

- berat molekul (g/gmol) : 17
- densitas (g/cm<sup>3</sup>) : 0,610
- titik didih (°C) : -33,35
- viscositas pada -25°C(cP) : 0,01
- spesifik gravity pada 40°C : 0,4
- tekanan kritis (kPa) : 11,425

b. Sifat-sifat Kimia

- mempunyai bau yang menyengat
- mudah larut dalam air. (Kirk Othmer 4<sup>th</sup> vol 2)

➤ Sifat-sifat Asam sulfat

a. Sifat-sifat Fisika

- bentuk fisik : cairan kental dan tidak berwarna
- berat molekul (g/gmol) : 98,08
- densitas (g/cm<sup>3</sup>) : 1,8350
- titik didih (°C) : 340
- titik leleh (°C) : 10,45
- viscositas pada (cP) : 18
- spesifik gravity : 1,834

b. Sifat-sifat Kimia

- Merupakan asam kuat dan korosif
- Mudahlarut dalam air (Kirk Othmer 4<sup>th</sup> vol 23)

1.3.2 Bahan Pembantu

➤ Sifat-sifat air

- bentuk fisik : cairan dan tidak berwarna
- berat molekul (g/gmol) : 18,02
- berat jenis (g/cm<sup>3</sup>) : 0,995647
- panas jenis (g/gmol °C) : 18,016
- viskositas pada 30 °C (cP) : 0,8174 (Kirk Othmer 4<sup>th</sup> vol 25)

### 1.3.3 Produk Utama

#### ➤ Sifat-sifat Ammonium sulfat

##### a. Sifat-sifat Fisika

- bentuk fisik : padatan kristal
- berat molekul (g/gmol) : 132,14
- densitas (g/cm<sup>3</sup>) : 1,7619
- titik lebur (°C) : 513

##### b. Sifat-sifat Kimia

- mudah larut dalam air pada suhu 100°C
- tidak larut dalam alkohol dan aseton
- sedikit beracun, tidak mudah terbakar (Kirk Othmer 4<sup>th</sup> vol 2)

### 1.4 Perhitungan kapasitas pabrik

Untuk memenuhi kebutuhan ammonium sulfat Indonesia masih harus mengimpor dari negara lain, karena kegunaan ammonium sulfat yang sangat luas. Oleh karena itu perlu didirikan pabrik yang berskala cukup untuk memenuhi kebutuhan industri di Indonesia. Berikut data kebutuhan ammonium sulfat di Indonesia.

Tabel 1.2. Data kebutuhan ammonium sulfat Tahun 2009-2013 di Indonesia.

Tahun	import (kg)	import
2009	338.394.570	0
2010	268.451.459	-0,2067
2011	503.391.612	0,8752
2012	820.346.119	0,6296
2013	656.295.180	-0,2000
		0,2745

Sumber: Badan Pusat Statistika

Berdasarkan data kebutuhan ammonium sulfat di Indonesia, maka rata-rata kenaikan impor sebesar 27,45%. Dari rata-rata kenaikan impor sebesar 27,45% maka dapat diprediksikan impor pada tahun 2018 adalah :

$$\begin{aligned}
 F &= P(1+i)^n \\
 &= 656.295.180(1+0,2745)^5 \\
 &= 2.207.277.571 \text{ Kg/tahun} \\
 &= 2.207.227,571 \text{ Ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Kapasitas pabrik baru = impor + ekspor

Diketahui :

- Eksport tahun 2018 diperkirakan sebesar 35 % dari kebutuhan.
- Import dianggap sama dengan kebutuhan yang akan dipenuhi oleh pabrik baru.

$$\begin{aligned}
 \text{Eksport} &= 0,35 \times \text{kebutuhan} \\
 &= 0,35 \times 2.207.227,571 \\
 &= 772547,150 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

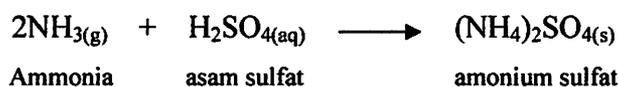
$$\begin{aligned}
 \text{kapasitas pabrik baru} &= \text{Import} + \text{Eksport} \\
 &= (2.207.227,571 + 772.547,150) \text{ ton/tahun} \\
 &= 2.979.824,721 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan kapasitas pabrik baru di ambil 10% dari kebutuhan ammonium sulfat di Indonesia. Jadi kapasitas pabrik ammonium sulfat yang akan didirikan pada tahun 2018 adalah 300.000 ton/tahun.

### 1.5 Analisa pasar

Dibawah ini analisa pasar untuk mengetahui potensi produk terhadap pasar.

Reaksi pembentukan ammonium sulfat:



Senyawa	Harga/kg (Rp)	Berat Molekul	Harga x BM
NH <sub>3</sub>	15.000	17	255.000
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	7.500	98,08	735.600
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21.000	132,14	2.774.940

$$\begin{aligned}
 \text{EP} &= \text{Produk} - \text{Reaktan} \\
 &= (2.774.940) - (255.000 + 735.600) \\
 &= \text{Rp. 1.784.340,- / kgmol}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa analisa pasar untung

## 1.6 Lokasi pabrik

Banyak faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik strategis dan menguntungkan. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah

Faktor utama:

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

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

### 1.6.1. Faktor utama, meliputi :

#### a. Penyediaan bahan baku

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

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

**b. Pemasaran (marketing)**

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

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

**c. Utilitas**

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

- Air

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam industri kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, air umpan boiler, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan ini air diambil dari 3 macam sumber, yaitu :

- Air sungai (sumber)
- Air kawasan
- Air PDAM

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

- Kemampuan sumber air untuk melayani pabrik
- Kualitas air yang disediakan
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air

- Listrik dan bahan bakar

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

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

d. Keadaan geografis dan masyarakat

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Kesiapan masyarakat setempat untuk berubah menjadi masyarakat industri
- Keadaan geografis yang menyulitkan konstruksi peralatan
- Kondisi tanah tempat pabrik berdiri yang dapat menyulitkan pemasangan konstruksi bangunan atau peralatan proses.
- Kemungkinan untuk perluasan dimasa yang akan datang

**1.6.2. Faktor khusus meliputi:**

Yang termasuk faktor khusus :

1. Transportasi

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

- Jalan raya yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor
- Jalur kereta api
- Adanya pelabuhan laut dan lapangan udara
- Sungai atau laut yang dapat dilalui perahu atau kapal

2. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

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

3. Karakteristik dari lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah :

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

4. Faktor lingkungan (komunitas)

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

5. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

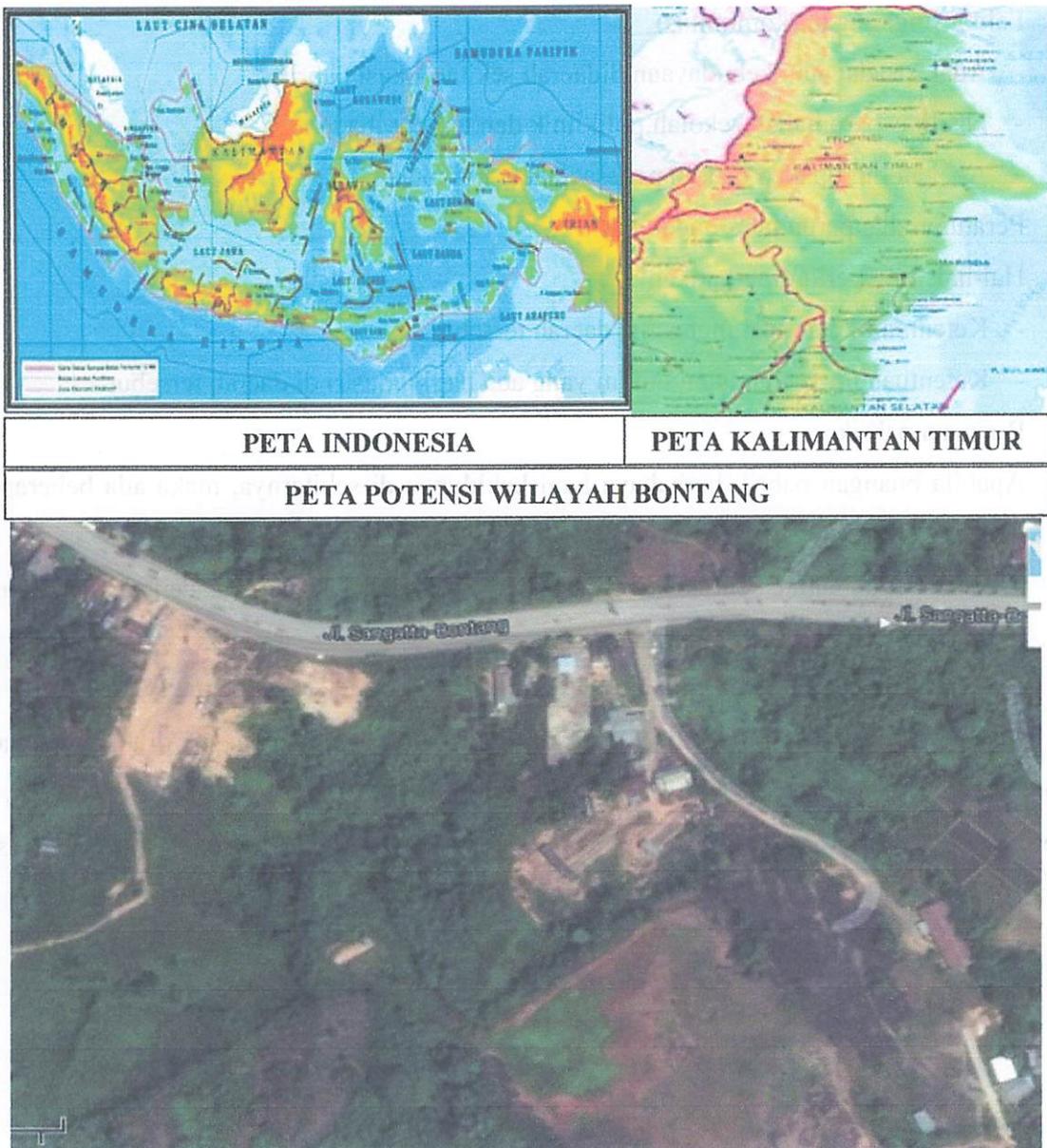
- Ketentuan-ketantuan mengenai daerah tersebut
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada bagi industri di daerah tersebut

6. Buangan pabrik

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

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

Berdasarkan beberapa pertimbangan diatas dipilih kawasan industri di Jl. Sangatta-Bontang, Kec. Loktuan, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan timur. Karena lokasinya merupakan kawasan industri sehingga memungkinkan untuk dibangun pabrik ini. Dilokasi ini pula ketersediaan bahan baku sangat besar dan sarana transportasi juga telah memadai.



Gambar 1.3. Peta lokasi pabrik ammonium sulfat

## **BAB II**

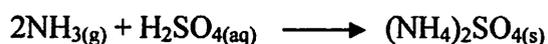
### **SELEKSI DAN URAIAN PROSES**

#### **2.1 Macam Proses**

Proses pembuatan ammonium sulfat dibedakan menjadi beberapa cara, yaitu:

**a. Pembuatan ammonium sulfat dengan proses netralisasi larutan ammonia dengan larutan asam sulfat.**

Proses pembuatan ammonium sulfat, yang dilakukan dengan mereaksikan gas amoniak dan asam sulfat. Adapun reaksi berlangsung sebagai berikut:

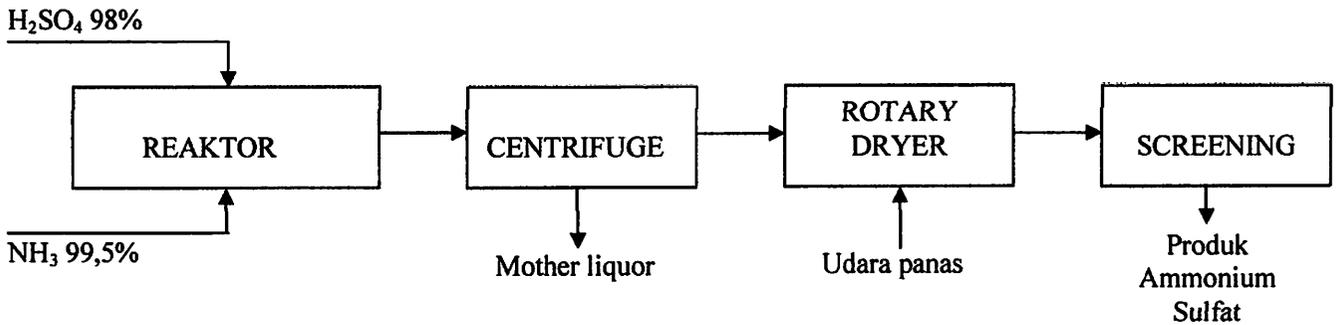


Larutan asam sulfat sludge 98%-99,5% dan tekanan 5 Kg/cm<sup>2</sup> pada temperatur 30°C dengan kadar H<sub>2</sub>O sekitar 02-2%, masuk ke dalam reaktor bersamaan dengan masuknya gas amoniak dari bawah reactor melalui sparger untuk direaksikan. Reaksi dalam proses ini sangat eksotermis. Suhu reaksi yang digunakan sekitar 105-110°C.

Selanjutnya bahan keluar berbentuk slurry masuk kedalam alat centrifuge untuk dipisahkan antara padatan dan larutannya. Larutan dipisahkan dan dimasukkan kedalam tangki penampung, sedangkan padatan ammonium sulfat masuk kedalam alat pengering.

Rotary dryer digunakan untuk mengeringkan produk hingga kadar air 0%, sebagai impuritiesnya adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bersama produk. Produk ammonium sulfat masuk kedalam rotary pada suhu 80°C dan keluar rotary dryer pada suhu 100°C. Selanjutnya produk dimasukkan pada ball mill untuk memberikan ukuran yang lebih kecil, dilanjutkan pada screening untuk menyeragamkan ukuran 30 mess. Kemudian pada proses akhir adalah packing (pengepakan).

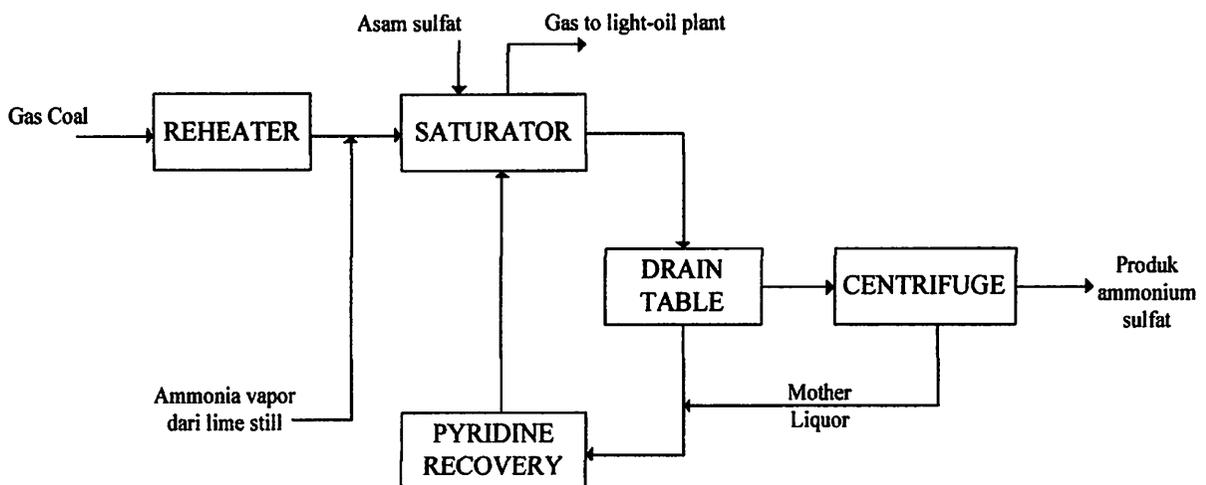
Proses pembuatan ammonium sulfat tersebut dapat dijelaskan pada diagram blok sebagai berikut



Gambar 2.1. Diagram Blok Proses Netralisasi

**b. Pembuatan ammonium sulfat dengan proses yang menggunakan bahan baku by product dari pembuatan gas coal. (Faith Keyes, 4<sup>ed</sup>)**

Pada proses ini, ammonium sulfat dihasilkan dari cooking plant dengan reaksi dari ammonia dari coal (batu bara) dengan asam sulfat. Ammonia didapat dari pemanasan dengan temperatur tinggi (1000°C) sehingga nitrogen sebesar 15-20% keluar dari batu bara sebagai NH<sub>3</sub>. Untuk memperoleh hasil yang lebih baik dapat digunakan beberapa cara yang walaupun terdapat perbedaan, tetapi mempunyai persamaan dalam hal gas panas dari oven yang didinginkan dalam collecting mains (penyerapan panas) dan dilewatkan dalam saturator.



Gambar 2.2. Diagram Blok Proses dengan Bahan Baku Produk gas coal

Adapun cara tersebut di atas adalah:

- Proses Semi Direct

Gas panas didinginkan dalam *collecting mains* dan air pencuci pada umumnya digunakan untuk mengurangi keasaman larutan. Air yang sebagian besar mengandung garam-garam ammonium dan zat-zat bebas lainnya dari ammonium dikumpulkan dan didistilasikan dalam lime still. Ammonia dibebaskan setelah dipisahkan dari kabut tar didalam tar extractor. Kemudian gas ini diatas suhu dew point melalui pemanasan awal pada temperatur 60-70°C. Sementara itu asam sulfat dialirkan ke dalam saturator.

Kristal ammonium sulfat yang terjadi diendapkan pada bagian bawah saturator, sedangkan larutan yang belum membentuk kristal direcovery kembali ke dalam saturator. Kristal-kristal yang telah membentuk kemudian dimasukkan ke dalam centrifuge untuk memisahkan antara kristal dengan larutan induknya.

## 2.2 Seleksi Proses

Dari kedua pembuatan ammonium sulfat tersebut ada perbedaan bahkan persamaan baik dalam aspek teknik maupun dalam aspek ekonomi. Maka perlu dilakukan seleksi atau pemilihan proses, sehingga akan memudahkan kita untuk mendapatkan proses yang terbaik.

Tabel 2.2.1 Parameter Perbandingan

No	Parameter	Macam Proses	
		Proses Netralisasi	Proses dari gas coal
1.	Bahan baku	Ammoniak dan asam sulfat	Batu bara dan asam sulfat
2.	Aspek Teknis		
	Reaksi	Eksotermis	Eksotermis
	konversi	98%	75%
	Suhu	105-110°C	513°C
	Tekanan	1 atm	> 1 atm
3.	Aspek Ekonomi		
	Proses	Sederhana	Komplek
	Investasi	Relatif rendah	Relatif Tinggi

Berdasarkan perbandingan kedua proses diatas, maka dipilih proses netralisasi dengan pertimbangan sebagai berikut:

- Peralatan yang digunakan dalam proses lebih sedikit atau sederhana
- Proses yang terjadi sederhana (tidak rumit atau kompleks) sehingga mudah untuk dilaksanakan
- Menghasilkan konversi lebih tinggi yaitu 98%

### 2.3 Uraian Proses

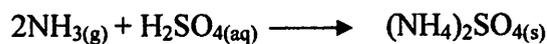
Pada proses pembuatan ammonium sulfat mempunyai 5 tahapan proses:

#### 1. Tahapan Persiapan Bahan Baku

Pada tahap ini, bahan baku berupa asam sulfat sludge ditampung pada storage asam sulfat (F-111) pada suhu 30<sup>0</sup>C dan tekanan 1 atm dialirkan menuju reaktor menggunakan pompa rotary (L-112). Bahan baku gas ammonia ditampung pada storage ammonia (F-115) pada suhu 30<sup>0</sup>C dengan tekanan 12 atm. Sebelum masuk pada reaktor, gas ammonia diturunkan tekanannya menjadi 2 atm dengan alat ekspander (G-116) kemudian dialirkan menuju alat pemanas heater (E-117) hingga suhu 110<sup>0</sup>C dan siap dialirkan menuju reaktor bersamaan dengan masuknya asam sulfat.

#### 2. Tahap reaksi

Gas ammonia masuk melalui sparger pada bagian bawah reaktor (R-110) bersamaan dengan masuknya asam sulfat sludge dari atas reaktor dengan reaksi sebagai berikut:



Reaksi berlangsung pada suhu 110<sup>0</sup>C dengan tekanan 1 atm dengan konversi reaksi adalah 98%. Ammonia yang tidak habis bereaksi dikondensasikan dengan alat kondensor (E-114) yang selanjutnya ditampung pada tangki penampung (F-118). Produk hasil reaksi ini berbentuk seperti slurry dengan konsentrasi 91% yang terdiri dari (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> padat dan cair, air serta impurities H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, selanjutnya dialirkan menggunakan pompa rotary (L-121) menuju centrifuge (H-124).

#### 3. Tahap pemisahan

Pada alat pemisahan centrifuge (H-124) produk dipisahkan dengan larutannya. Larutan ini selanjutnya ditampung pada tangki penampung (F-123), sedangkan produk ammonium sulfat diangkut menggunakan screw conveyor (H-122) menuju alat pengeringan

produk yaitu rotary dryer (B-120). Produk ammonium sulfat masuk alat rotary dryer pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  dan keluar pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Udara disaring menggunakan alat penyaring udara (H-132A) dan dialirkan melalui blower (G-133) dengan dilewatkan pada heater udara (E-134) yang digunakan sebagai udara panas dalam rotary dryer (B-120). Udara panas dialirkan secara counter-current terhadap feed masuk dengan suhu  $125^{\circ}\text{C}$ . Kadar air dalam produk dihilangkan hingga 0% dan tersisa ammonium sulfat dan asam sulfat sebagai impuritiesnya. Produk yang terikut didalam cyclone (H-132B) dianggap 1% dari total produk. Kemudian produk keluar rotary dryer diangkut melalui belt cooling conveyor (J-131) dan dilanjutkan bucket elevator (J-135) menuju ball mill (C-130). Ball mill digunakan untuk mengecilkan ukuran dan selanjutnya produk melewati screening (H-136).

#### **4. Tahap penanganan produk (packing)**

Produk ammonium sulfat melewati alat screening (H-136) untuk menghasilkan ukuran yang seragam yaitu 30 mesh. Produk yang tidak lolos screening dikembalikan menuju ball mill (C-130). Produk yang lolos screening menuju bin produk (F-137) dan dilanjutkan pada alat pengemasan (P-138), selanjutnya produk kemasan disimpan dalam gudang (F-139) untuk dipasarkan.



## 2. Centrifuge (H-124)

## Neraca massa total centrifuge

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
- Dari reaktor		- Ke Rotary Dryer (B-130)	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> padat	= 36,160.2422	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> larut	= 69.0413
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> larut	= 138.0827	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> padat	= 36,160.2422
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 3,299.0086	H <sub>2</sub> O	= 66.5138
H <sub>2</sub> O	= 133.0276	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 1649.504318
		- Ke tangki penampung	
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 1,649.5043
		(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> larut	= 69.0413
		H <sub>2</sub> O	= 66.5138
<b>Jumlah</b>	<b>= 39,730.361</b>	<b>Jumlah</b>	<b>= 39,730.361</b>

## 3. Rotary Dryer

## Neraca massa total rotary dryer

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
- Dari Centrifuge	Produk basah:	- Menuju Ball mill	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> larut	= 69.0413	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> padat	= 35,866.9907
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> padat	= 36,160.2422	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 1,633.0093
H <sub>2</sub> O	= 66.5138	- Ke Cyclone (1% produk kering halus)	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 1649.5043	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 362.2928
- udara kering		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 16.4950
8298.0169		- H <sub>2</sub> O yang hilang	
		66.5138	
		- udara keluar	
		8298.0169	
<b>Jumlah</b>	<b>= 46,243.3186</b>	<b>Jumlah</b>	<b>= 46,243.3186</b>

## 4. Cyclone

## Neraca massa total cyclone

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
ke		- Menuju Ball mill	
- cyclone		(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> padat	= 358.6699
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> padat	= 362.2928	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 16.3301
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 16.4950	- bahan ke udara bebas	
H <sub>2</sub> O	= 66.5138	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> padat	= 3.6229
udara		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 0.1650
panas	= 8298.0169	H <sub>2</sub> O	= 66.5138
		udara panas	= 8298.0169
<b>Jumlah</b>	<b>= 378.7879</b>	<b>Jumlah</b>	<b>= 378.7879</b>

## 5. Ball mill

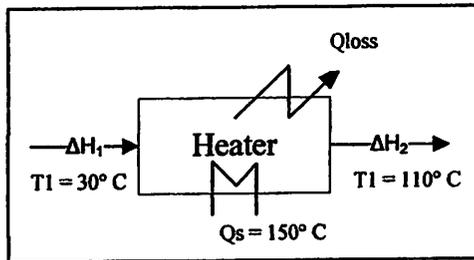
## Neraca massa total ball mill

Bahan Masuk (kg/jam)		Bahan Keluar (kg/jam)	
- Bahan setelah rycycle		- menuju Bin	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 34,417.8194	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 36,229.2835
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 1,567.0291	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 1,649.5043
- bahan komposisi recycle			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 1,811.4642		
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	= 82.4752		
<b>Jumlah</b>	<b>= 37,878.7879</b>	<b>Jumlah</b>	<b>= 37,878.7879</b>



## 2. Heater II (E-117)

Fungsi : Memanaskan amoniak dari F-115 sebelum masuk reaktor



$$\Delta H_1 + Q_{stem} = \Delta H_2 + Q_{loss}$$

Dimana:

$\Delta H_1$  = panas yang diberikan bahan masuk (kkal/jam)

$\Delta H_2$  = panas yang diberikan bahan keluar (kkal/jam)

$Q_{steam}$  = panas yang dibawah oleh steam (kkal)

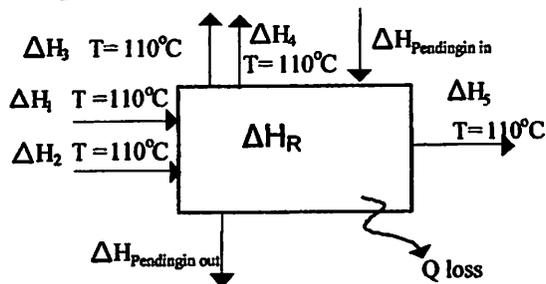
$Q_{loss}$  = panas yang hilang (kkal)

Neraca panas total pada Heater II

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1$	= 23611.5445	$\Delta H_2$	= 401687.0217
$Q_{steam}$	= 386273.1715	$Q_{loss}$	= 8197.6943
<b>Total</b>	<b>= 409884.7160</b>	<b>Total</b>	<b>= 409884.7160</b>

## 3. Reaktor (R-110)

Fungsi : mereaksikan amoniak dan asam sulfat



$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_R + \Delta H_{pen\ in} = \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_{pen\ out} + Q_{loss}$$

Dimana:

$\Delta H_1$  = panas yang dibawa bahan dari tangki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (kkal/jam)

$\Delta H_2$  = panas yang dibawa bahan dari tangki NH<sub>3</sub> (kkal/jam)

$\Delta H_3$  = panas yang keluar ke kondensor (kkal/jam)

$\Delta H_4$  = panas yang keluar ke kondensor (kkal/jam)

$\Delta H_5$  = panas yang terkandung pada bahan keluar (kkal/jam)

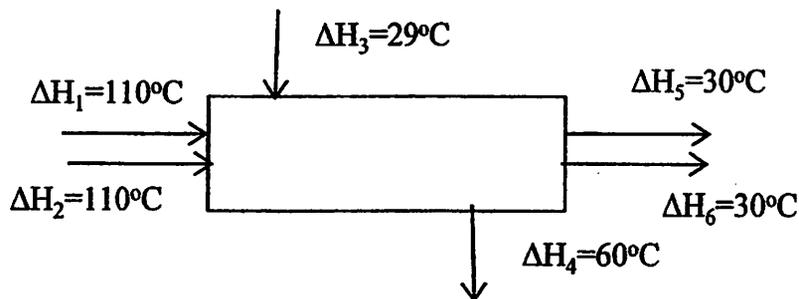
- $\Delta H_R$  = panas reaksi (kkal/jam)  
 $\Delta H_{\text{pen in}}$  = panas yang terkandung pada air pendingin masuk (kkal)  
 $\Delta H_{\text{pen out}}$  = panas yang terkandung pada air pendingin keluar (kkal)  
 $Q_{\text{loss}}$  = panas yang hilang (kkal)

Neraca panas total rector

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1$	= 956730.5400	$\Delta H_3$	= 94.26280
$\Delta H_2$	= 401687.0217	$\Delta H_4$	= 131.9972
$\Delta H_{\text{penin}}$	= 307572.1942	$\Delta H_5$	= 15424.0905
$\Delta H_R$	= 557630.3834	$\Delta H_{\text{pen out}}$	= 2169648.8298
		$Q_{\text{loss}}$	= 38320.9589
<b>Total</b>	<b>= 2223620.1393</b>	<b>Total</b>	<b>= 2223620.1393</b>

#### 4. Kondensor (E-114)

Fungsi : menurunkan suhu amoniak dan air sebelum ke tangki penampung



$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = \Delta H_4 + \Delta H_5 + \Delta H_6$$

Dimana:

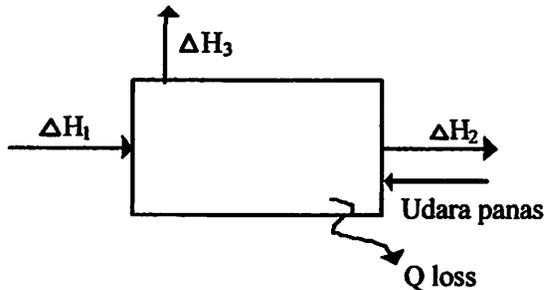
- $\Delta H_1$  = panas yang dibawa bahan dari reaktor(kkal/jam)  
 $\Delta H_2$  = panas yang dibawa bahan dari reaktor(kkal/jam)  
 $\Delta H_3$  = panas yang dibawa oleh air pendingin (kkal/jam)  
 $\Delta H_4$  = panas yang dilepas oleh air pendingin (kkal/jam)  
 $\Delta H_5$  = panas yang terkandung pada bahan keluar (kkal/jam)  
 $\Delta H_6$  = panas yang terkandung pada bahan keluar (kkal/jam)

## Neraca panas total pada Kondensor

Panas masuk (kkal/jam)	Panas keluar (kkal/jam)
$\Delta H_1 = 8012.3383$	$\Delta H_4 = 20430.9000$
$\Delta H_2 = 11219.7654$	$\Delta H_5 = 470.9974$
$\Delta H_3 = 2316.4513$	$\Delta H_6 = 646.6577$
<b>Total = 21548.5551</b>	<b>Total = 21548.5551</b>

## 5. Rotary dryer (B-120)

Fungsi : menghilangkan kadar air dalam produk bahan



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

Dimana:

$\Delta H_1$  = panas yang terkandung dalam feed masuk rotary dryer (kkal/jam)

$\Delta H_2$  = panas yang terkandung pada feed keluar (kkal/jam)

$\Delta H_3$  = panas yang terkandung pada udara keluar (kkal/jam)

$Q_u$  = panas udara kering masuk (kkal/jam)

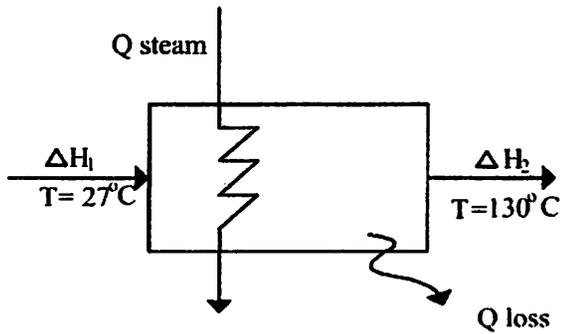
$Q_{\text{loss}}$  = panas yang hilang (kkal/jam)

Neraca panas total rotary dryer

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1 =$	811459.0995	$\Delta H_3 =$	218565.8787
$\Delta H_2 =$	280021.5136	$\Delta H_4 =$	851085.1221
		$Q_{\text{loss}} =$	21829.6123
<b>Total =</b>	<b>1091480.6130</b>	<b>Total =</b>	<b>1091480.6130</b>

### 6. Heater Udara (E-134)

Fungsi : memanaskan udara yang akan dialirkan ke rotary dryer



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

Dimana:

$\Delta H_1$  = panas yang terkandung dalam feed masuk heater udara (kkal/jam)

$\Delta H_2$  = panas yang terkandung pada bahan keluar (kkal/jam)

$Q_u$  = panas yang dibawa oleh steam masuk (kkal/jam)

$Q_{\text{loss}}$  = panas yang hilang (kkal/jam)

Neraca panas total pada heater udara

Panas masuk (kkal/jam)		Panas keluar (kkal/jam)	
$\Delta H_1$	= 280021.5136	$\Delta H_2$	= 5600430.2716
$Q_s$	= 5434703.2534	$Q_{\text{loss}}$	= 114294.4953
<b>Total</b>	<b>= 5714724.7669</b>	<b>Total</b>	<b>= 5714724.7669</b>

## BAB V

### SPESIFIKASI ALAT

#### 1. Storage H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (F-111)

Fungsi	:	Untuk menyimpan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Jumlah tangki	:	1 buah
Waktu tinggal	:	7 hari
Bahan konstruksi	:	teflon
Volume tangki	:	122807.8415 ft <sup>3</sup>
Diameter dalam (di)	:	239.8750 in
Diameter luar (do)	:	240 in
Tebal silinder (ts)	:	$\frac{1}{16}$ in
Tinggi silinder (Ls)	:	359.8125 in
Tinggi Tangki (H)	:	400.3514 in
Tebal tutup atas (tha)	:	$\frac{1}{16}$ in
Tinggi tutup atas (ha)	:	40.5389 in

#### 2. Sentrifugal Pump (L-112)

Fungsi	:	Untuk mengalirkan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ke reaktor
Type	:	pompa centrifgal
Bahan	:	teflon
Daya	:	13 hp
Kapasitas	:	584.7992 ft <sup>3</sup> /jam
panjang pipa	:	1724.3320 in
Jumlah	:	1 buah



## 5. Expander

fungsi	: Menurunkan tekanan Ammoniak dari 12 atm menjadi 1 atm
type	: Multi Stage reciprocating expander
Bahan konstruksi	: Carbon steel
Massa bahan yang masuk	: 83508.8690 lb/jam
Daya	: 2 Hp
Jumlah	: 1

## 6. Preheater 2 (E-115)

Fungsi	: Memanaskan asam sulfat dari F-117 sebelum masuk Reaktor (R-110)
Tipe	: Shell and Tube, 2-4
Bahan Konstruksi	: Carbon steel
Kapasitas	: 9595.3451 kg/jam
Steam yang digunakan	: 386273.1715 kg/jam
Bagian Shell	: IDs = 8 in                      Pt = 1 in
	B = 4 in                      de = 0.72 in
Bagian Tube	: L = 10 ft                      a" = 0.1963 ft <sup>2</sup> /ft
	a' = 0.3020 in <sup>2</sup> di = 0.6200 in
Jumlah	: 1 buah

## 7. Reaktor

perancangan alat utama Anggriarida Titta Pursitta (1014019)

## 8. Kondensor (E-114)

Fungsi	: Mengembunkan uap produk atas yang keluar dari reaktor Kondensor
Macam	: horizontal

<b>Tipe</b>	:	<b>Shell and Tube</b>		
<b>Bahan konstruksi</b>	:	<b>Carbon stell</b>		
<b>Kapasitas</b>	:	<b>723.058 kg/jam</b>	<b>=</b>	<b>1594.0782 lb/jam</b>
<b>Jumlah air pendingin</b>	:	<b>132.292 kg/jam</b>	<b>=</b>	<b>291.6554 lb/jam</b>
<b>Bagian Shell</b>	:	<b>IDS = 8 in</b>	<b>Pt = 1 in</b>	
		<b>B = 4 in</b>	<b>de = 0.72 in</b>	
<b>Bagian Tube</b>	:	<b>L = 4 ft</b>	<b>a" = 0.196 ft<sup>2</sup>/ft</b>	
		<b>a' = 0.302 in<sup>2</sup></b>	<b>di = 0.620 in</b>	
<b>Jumlah</b>	:	<b>1 buah</b>		

#### 9. Tangki penampung (F-118)

<b>Fungsi</b>	:	<b>Untuk menyimpan ammonia dan air</b>
<b>Jumlah tangki</b>	:	<b>1 buah</b>
<b>Waktu tinggal</b>	:	<b>7 hari</b>
<b>Bahan konstruksi</b>	:	<b>Stainless steel SA-240 grade M type 316</b>
<b>Volume tangki</b>	:	<b>4534.4823 ft<sup>3</sup></b>
<b>Diameter dalam (di)</b>	:	<b>191.8750 in</b>
<b>Diameter luar (do)</b>	:	<b>192 in</b>
<b>Tebal silinder (ts)</b>	:	<b><math>\frac{1 \text{ in}}{16}</math></b>
<b>Tinggi silinder (Ls)</b>	:	<b>287.8125 in</b>
<b>Tinggi Tangki (H)</b>	:	<b>320.2394 in</b>

Tebal tutup atas (tha) :  $\frac{1 \text{ in}}{16}$

Tinggi tutup atas (ha) : 32.4269 in

#### 10. Sentrifugal Pump (L-121)

Fungsi : Untuk mengalirkan bahan ke centrifuge

Type : pompa centrifgal

Bahan : carbon steel

Daya : 7 hp

Kapasitas : 1186.4729 ft<sup>3</sup>/jam

panjang pipa : 1724.3320 in

Jumlah : 1 buah

#### 11. Centrifuge (H-124)

Fungsi : untuk memisahkan padatan ammonium sulfat dari mother liquor

Type : Basket Centrifugal

Rate : 1186.1500 ft<sup>3</sup>/jam

Dimensi : Diameter = 4.50 ft  
Tinggi = 3.50 ft

Power : 5.0 Hp , 1000 rpm

Bahan kontruksi : carbon steel

Jumlah : 3 buah

## 12. Tangki storage (F-123)

Fungsi	: Untuk menampung mother liquor
Jumlah tangki	: 2 buah
Waktu tinggal	: 7 hari
Bahan konstruksi	: carbon steel
Volume tangki	: 11194.5672 ft <sup>3</sup>
Diameter dalam (di)	: 203.8750 in
Diameter luar (do)	: 204 in
Tebal silinder (ts)	: $\frac{1}{16}$ in
Tinggi silinder (Ls)	: 305.8125 in
Tinggi Tangki (H)	: 340.2674 in
Tebal tutup atas (tha)	: $\frac{1}{16}$ in
Tinggi tutup atas (ha)	: 34.4549 in

## 13. Screw conveyer (H-122)

Nama alat	: Screw conveyer
Tipe	: Rotary van feeder
Bahan konstruksi	: Carbon steel
Kapasitas	: 46622.1065 kg/jam
Diameter screw conveyer	: 1.6 ft
Panjang screw conveyer	: 82 ft
Daya motor	: 7 Hp
Jumlah	: 1 buah

## 14. Rotary Dryer (B-120)

Alat Utama Ahmad Isnaini (1014014)

## 15. Filter udara (H-132A)

Nama alat	: Filter udara
Fungsi	: Untuk menyaring udara sebelum dialirkan ke blower
Type	: Dry filter
Bahan konstruksi	: Cast iron
Kapasitas filter	: 500 ft <sup>3</sup> /menit
Ukuran dry filter	: 24 in x 24 in
Jumlah	: 1 buah

## 16. Blower (G-133)

Nama	: Blower
Fungsi	: Menghembuskan udara menuju Rotary Dryer
Tipe	: Centrifugal Blower
Power motor	: 2 Hp
Bahan	: Cast iron
Jumlah	: 2 buah

## 17. Preheater (E-134)

Fungsi	: Untuk pemanasan awal bahan sebelum masuk reaktor
Tipe	: Double Pipe Heat Exchanger
Bahan konstruksi	: carbon steel
Kapasitas	: 8298 kg/jam = 18294.0914 lb/jam
Rate steam	: 10667.274 kg/jam = 23517.4354 lb/jam
Jumlah hair pin	: 6 buah

Diameter luar pipa	:	3.5	in	=	0.2917	ft
Diameter dalam pipa	:	3.0680	in	=	0.2557	ft
Panjang	:	15	ft			
Jumlah	:	1	buah			

#### 18. Cooling belt coveyor (J-131)

Fungsi	:	Mengangkut dan menurunkan suhu produk ammonium sulfat dari Rotary dryer
Type	:	Flat Belt on Continous Plate
Bahan konstruksi	:	Carbon steel
Kapasitas	:	37500 kg/jam
Recidence time	:	30 detik
Panjang Belt	:	30 meter
Kecepatan	:	1 meter/detik
Power motor	:	6 hp
Jumlah	:	1 buah

#### 19. Cyclone (H-132B)

Nama	:	Cyclone
Tipe	:	Duclone Collector
Dimensi	:	Dc = 0.7858 ft      Sc = 0.0982 ft De = 0.3929 ft      Zc = 1.5717 ft Hc = 0.3929 ft      Jc = 0.1965 ft Lc = 1.5717 ft      Bc = 0.1965 ft
Bahan konstruksi	:	Carbon steel
Jumlah	:	1 buah

**20. Bucket elevator (J-135)**

<b>Nama alat</b>	<b>:</b>	<b>Bucket elevator</b>
<b>Tipe</b>	<b>:</b>	<b>Centrifugal discharge</b>
<b>Bahan</b>	<b>:</b>	<b>Carbon steel</b>
<b>Kapasitas</b>	<b>:</b>	<b>45.4545 ton/jam</b>
<b>Ukuran</b>	<b>:</b>	<b>6 x 4 x 4,5 in</b>
<b>Lebar</b>	<b>:</b>	<b>7 in</b>
<b>Kecepatan</b>	<b>:</b>	<b>539.5229 ft/menit</b>
<b>Daya motor</b>	<b>:</b>	<b>3 Hp</b>
<b>Jumlah</b>	<b>:</b>	<b>1 buah</b>

**21. Ball mill (C-130)**

<b>fungsi</b>	<b>:</b>	<b>Untuk memperkecil ukuran ammonium sulfat sehingga Berbentuk Kristal dengan ukuran 30 mesh</b>
<b>Daya</b>	<b>:</b>	<b>28 Hp</b>
<b>jumlah</b>	<b>:</b>	<b>1 buah</b>

**22. Screen (H-136)**

<b>Nama</b>	<b>:</b>	<b>Screen</b>
<b>Tipe</b>	<b>:</b>	<b>Vibrating Screen</b>
<b>Luas ayakan</b>	<b>:</b>	<b>4.6752 m<sup>2</sup></b>
<b>Bahan</b>	<b>:</b>	<b>Carbon steel SA 240 Grade M Type 316</b>
<b>Jumlah</b>	<b>:</b>	<b>1 buah</b>

## 23. Bin produk (F-137)

Tipe	:	Silinder tegak dengan tutup bawah conical dan tutup bawah terbuka
Bahan konstruksi	:	Carbon steel
Jumlah tangki	:	1 buah
Volume tangki	:	382.6300 ft <sup>3</sup>
Diameter dalam (di)	:	37.7500 in
Diameter luar (do)	:	38.0000 In
Tebal silinder (ts)	:	1/8 in
tinggi silinder (Ls)	:	56.6250 in
Tebal tutup bawah (thb)	:	1/8 in
Tinggi tutup bawah (hb)	:	2.9468 In
Tinggi bin (H)	:	59.5718 in

## 24. Storage Produk (F-139)

Nama Alat	:	Gudang produk
Fungsi	:	Menyimpan produk selama 30 hari
Tipe	:	Gudang
Bahan	:	Beton
Panjang	:	53.4860 m
Lebar	:	27 m
Jumlah	:	1 buah

## BAB VI PERANCANGAN ALAT UTAMA

Nama alat : Reaktor  
 Kode alat : R-110  
 Fungsi : untuk mereaksikan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan amonia ( $NH_3$ )  
 Jumlah : 1 buah  
 Type : Silinder tegak dengan tutup atas berbentuk standart dished dan tutup bawah conical dengan sudut puncak  $120^\circ$

Untuk mengendalikan temperatur operasi pada reaktor, yaitu pada suhu  $110^\circ C$ , maka reaktor dilengkapi dengan jaket pendingin. Karena reaksi yang terjadi bersifat eksoterm yaitu reaksi yang melepas panas dan membutuhkan pendingin. Untuk mengontrol kondisi operasi, maka perlu dipasang instrumentasi yang meliputi pressure control dan temperatur control.

Perlengkapan : - Pengaduk dan jaket pemanas  
 - Jaket pendingin  
 - Sparger

Kondisi operasi : - Temperatur =  $110^\circ C$   
 - Tekanan = 1 atm  
 - Waktu operasi = 1 jam  
 - Fase = Liquid - gas  
 - Densitas campuran =  $96.6813 \text{ lb/ft}^3$

Direncanakan : - Bahan konstruksi = CS SA 212 grade B  
 allowable stress (f) = 17500  
 - Pengelasan = double welded butt joint ( E = 0.8 )  
 - Faktor korosi = 1/16  
 - Bahan masuk =  $40453.4191 \text{ kg/jam}$   
 =  $89183.6076 \text{ lb/jam}$

Bahan	Rate (kg/jam)	xi (massa)	$\rho$ (lb/ft <sup>3</sup> )	xi.pi
$H_2SO_4$	30240.9125	0.7475	114.5591	85.6385
$H_2O$	665.1382	0.0164	61.1814	1.0059
$NH_3$	9547.3683	0.2360	42.5273	10.0368
Total	40453.4191	1.0000	218.2678	96.6813

$$\rho \text{ campuran} = \frac{\sum xi.pi}{xi}$$

$$= \frac{96.6813}{1.0000} = 96.6813 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Kapasitas reaktor} = 40453.4191 \text{ kg/jam} = 89183.6076 \text{ lb/jam}$$

## 6. 1. Rancangan Dimensi Reaktor

### A. Menentukan volume reaktor

$$\begin{aligned} \text{bahan masuk} &= 40453.4191 \text{ kg/jam} \\ &= 89183.6076 \text{ lb/jam} \end{aligned}$$

$$\rho \text{ campuran} = 96.6813 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik} &= \frac{\text{bahan masuk}}{\rho \text{ campuran}} \\ &= \frac{89183.6076 \text{ lb/jam}}{96.6813 \text{ lb/ft}^3} \\ &= 922.4496 \text{ ft}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{volume liquid} = 922.4496 \text{ ft}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} = 922.4496 \text{ ft}^3$$

Volume ruang kosong untuk reaktor berpengaduk dan jaket : 20% V Total

$$\begin{aligned} \text{Volume total} &= \text{Volume liquid} + \text{Volume ruang kosong} \\ &= 922.44962 \text{ ft}^3 + 20\% \text{ V total} \end{aligned}$$

$$80\% \text{ V total} = 922.44962 \text{ ft}^3$$

$$\text{V total} = 1153.062 \text{ ft}^3$$

### B. Menentukan dimensi vessel

#### 1. Diameter Vessel

$$\text{asumsi : } L_s = 1.5 \text{ di}$$

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

$$\text{Volume total} = \frac{\pi \text{ di}^3}{24 \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi}{4} \times \text{di}^2 \times L_s + 0.0847 \text{ di}^3$$

$$1153.062 \text{ ft}^3 = \frac{3.14}{24} \times \frac{\text{di}^3}{1.7321} + \frac{3.14}{4} \times \text{di}^2 \times 1.5 \cdot \text{di} + 0.0847 \text{ di}^3$$

$$1153.062 \text{ ft}^3 = 1.3377 \text{ di}^3$$

$$\text{di}^3 = 861.94993$$

$$\text{di} = 9.5169 \text{ ft}$$

$$= 114.2024 \text{ in}$$

#### 2. Menghitung volume liquid dalam silinder (Vls)

$$\text{Vls} = \text{Vliquid} - \text{V tutup bawah}$$

$$= 922.44962 - \frac{\pi \text{ di}^3}{24 \tan 1/2\alpha}$$

$$= 922.44962 - \frac{3.14}{24} \times \frac{861.9499}{1.7321}$$

$$= 857.3408 \text{ ft}^3$$

#### 3. Menghitung tinggi liquid dalam silinder (L ls)

$$\text{L ls} = \frac{\text{V ls}}{(\pi/4) \times \text{di}^2}$$

$$= \frac{857.3408}{(3,14/4) \times 114.2024}$$

$$= 9.5633 \text{ ft} = 114.7598 \text{ in}$$

## 4. Menghitung tekanan design (pi)

$$P_i = P_{\text{atm}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = \frac{\rho(HL-1)}{144}$$

$$= \frac{96.6813 \times (9.5633 - 1)}{144}$$

$$= 5.7494 \text{ psia}$$

$$P_i = 14.7000 \text{ psia} + 5.7494 \text{ psia}$$

$$= 20.4494 \text{ psia} = 5.7494 \text{ psig}$$

## 5. Menghitung tebal silinder (ts)

$$t_s = \frac{P_i \cdot d_i}{2(f \cdot E - 0,6P_i)} + C$$

$$= \frac{5.7494 \times 114.2024}{2(17500 \times 0.80 - 0.6 \times 5.7494)} + 1/16$$

$$= 0.0860$$

$$= \frac{2.3753}{16} \approx 1/5 \approx 3/16$$

## standarisasi do

$$d_o = d_i + 2 t_s$$

$$= 114.2024 + 2 \times 0.1875$$

$$= 114.5774 \text{ in}$$

berdasarkan tabel 5.7 halaman 90 Brownell,  
standarisasi do = 120 in

$$d_i = d_o - 2 t_s$$

$$= 120 - 2 \times 0.1875$$

$$= 119.6250 \text{ in}$$

$$= 9.96875 \text{ ft}$$

## cek hubungan Ls dengan di

$$\text{Volume total} = \frac{\pi d_i^3}{24 \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \times L_s + 0.0847 d_i^3$$

$$1153.0620 \text{ ft}^3 = \frac{3.14 \times 990.7}{24 \times 1.7321} + \frac{3.14}{4} \cdot 99.376 \cdot L_s$$

$$+ 0.0847 \cdot 990.65$$

$$1153.0620 \text{ ft}^3 = 129.611 + 78.01 L_s + 83.908$$

$$1153.0620 \text{ ft}^3 = 213.51902 + 78.0101 L_s$$

$$939.5430 \text{ ft}^3 = 78.0101 L_s$$

$$L_s = 12.0439 \text{ ft}$$

$$\frac{L_s}{D} = \frac{12.0439}{9.9688} = 1.2082$$

**C. Menentukan dimensi tutup****1. Menghitung dimensi tutup atas (standart dished)**

berdasarkan tabel 5.7 halaman 90 buku Brownell,

$$- r = 114$$

$$- icr = 7 \frac{1}{4}$$

$$- sf = 3 \frac{1}{2}$$

Tebal tutup atas (tha)

$$\begin{aligned} tha &= \frac{0,885 \times Pi \cdot di}{2 (f \cdot E - 0,1Pi)} + C \\ &= \frac{0,885 \times 5.7494 \times 119.6250}{2 (17500 \times 0.80 - 0.1 \times 5.7494)} + \frac{1}{16} \\ &= 0.0842 \\ &= \frac{2.3478}{16} \approx 3/16 \quad \text{in} \end{aligned}$$

Tinggi tutup atas (ha)

$$\begin{aligned} ha &= 0.169 \times di \\ &= 0.1690 \times 119.6250 \\ &= 20.2166 \quad \text{in} \\ &= 1.68472 \quad \text{ft} \end{aligned}$$

**2. Menentukan dimensi tutup bawah**

Tebal tutup bawah (thb)

$$\begin{aligned} thb &= \frac{Pi \cdot di}{2 \cos 1/2\alpha (f \cdot E - 0,6Pi)} + C \\ &= \frac{5.7494 \times 119.6250}{2 \times 0.5000 \times 17500 \times 0.8 - 0.6 \times 119.6250} + \frac{1}{16} \\ &= 0.1119 \\ &= \frac{2.7901}{16} \approx 3/16 \quad \text{in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hb &= \frac{1/2 d}{\tan 1/2\alpha} \\ &= \frac{59.8125}{1.7321} \\ &= 34.5328 \quad \text{in} \\ &= 2.8777 \quad \text{ft} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh dimensi reaktor sebagai berikut:

- do = 120 in	- tha = 1/5 in
- di = 119.6250 in	- ha = 20.2166 in
- Ls = 144.5263 in	- thb = 3/16 in
- ts = 3/16	- hb = 34.5328 in
- tinggi reaktor = tinggi (tutup atas + silinder + tutup bawah) + sf	
= 202.7757 in	
= 16.8980 ft	

## 6. 2. Perhitungan Nozzle

Perencanaan:

- a. Nozzle pada tutup standart dished
  - Nozzle untuk pemasukan larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 98%
- d. Nozzle pada jaket / silinder
  - Nozzle untuk manhole
  - Nozzle untuk pendingin inlet dan outlet pada jaket
  - Nozzle untuk sparger
- c. Nozzle pada tutup bawah conical
  - Nozzle untuk pengeluaran produk ammonium sulfat

### Dasar Perhitungan

- a. Nozzle untuk pemasukan larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 98%

$$\text{Rate umpan masuk} = 30240.9125 \text{ kg/jam} = 66669.1157 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas umpan} = 1.8350 \text{ g/cm}^3 = 114.5591 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\text{Densitas umpan}} \\ &= \frac{30240.9125}{114.5591} \\ &= 263.9766 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 0.0733 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned} \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\ &= 3.9 \times 0.0733^{0,45} \times 114.5591^{0,13} \\ &= 2.229 \text{ in} \\ &= 0.1857 \text{ ft} \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 2 1/2 in sch. 80
- OD = 2.875 in
- ID = 2.3230 in
- A = 0.0294 ft<sup>2</sup>

- b. Nozzle untuk pemasukan dan pengeluaran air pendingin

$$\text{Rate umpan masuk} = 307572.1942 \text{ kg/jam} = 678073.6592 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas umpan} = 0.98 \text{ g/cm}^3 = 61.1814 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate umpan masuk}}{\text{Densitas umpan}} \\ &= \frac{307572.1942}{61.1814} \\ &= 5027.2173 \text{ ft}^3/\text{jam} \\ &= 1.3964 \text{ ft}^3/\text{s} \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\
 &= 3.9 \times 1.3964^{0,45} \times 61.1814^{0,13} \\
 &= 7.7372 \text{ in} \\
 &= 0.6448 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 8 in sch. 80
- OD = 8.6250 in
- ID = 7.6250 in
- A = 0.31710 ft<sup>2</sup>

c. Nozzle untuk sparger

$$\text{Rate NH}_3 = 9547.3683 \text{ kg/jam} = 21048.1283 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas NH}_3 = 0.6812 \text{ g/cm}^3 = 42.5273 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate NH}_3}{\text{Densitas NH}_3} \\
 &= \frac{21048.12825}{42.5273} \\
 &= 494.9320 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0.1375 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned}
 \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\
 &= 3.9 \times 0.1375^{0,45} \times 42.5273^{0,13} \\
 &= 2.6002 \text{ in} \\
 &= 0.2167 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 3 in sch. 80
- OD = 3.5000 in
- ID = 2.9000 in
- A = 0.0459 ft<sup>2</sup>

d. Nozzle untuk pengeluaran produk

$$\text{Rate produk keluar} = 40453.4191 \text{ kg/jam} = 89183.6076 \text{ lb/jam}$$

$$\text{Densitas produk} = 1.7619 \text{ g/cm}^3 = 109.9954 \text{ lb/ft}^3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik (Q)} &= \frac{\text{Rate produk keluar}}{\text{Densitas produk}} \\
 &= \frac{89183.6076}{109.9954} \\
 &= 810.7939 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 0.2252 \text{ ft}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

dari Peter & Timerhause didapatkan di optimum:

$$\begin{aligned} \text{ID optimal} &= 3,9 Q^{0,45} \rho^{0,13} \\ &= 3,9 \times 0,2252^{0,45} \times 109,9954^{0,13} \\ &= 3,6738 \text{ in} \\ &= 0,3062 \text{ ft} \end{aligned}$$

dari Geankoplis app. A-5 halaman 892 maka dipilih pipa dengan ukuran:

- Ukuran pipa = 4 in sch. 80
- OD = 4.5000 in
- ID = 3.8260 in
- A = 0.0799 ft<sup>2</sup>

e. Nozzle untuk manhole

Lubang manhole berdasarkan standart yang ada yaitu : 20 in

(Brownell and Young item 3, 4 dan 5 halaman 351)

berdasarkan fig. 12.2 Brownell and Young halaman 221, diperoleh dimensi pipa :

- Ukuran pipa (NPS) : 20 in
- Diameter luar (DO) : 27 1/2 in
- Ketebalan flange minimum (T) : 1 11/16 in
- Diameter lubang (R) : 23 in
- Diameter hubungan pada titik pengelasan (K) : 20 in
- Diameter huubngan pada alas (E) : 22 in
- Tebal nozzle (L) : 5 11/15 in
- Diameter dalam nozzle (B) : 19.25 in
- Jumlah lubang baut : 20 buah
- Diameter baut : 1 1/8 in

f. Nozzle untuk steam inlet dan kondensat out

Lubang untuk pemasukan dan pengeluaran steam dan kondensat dianggap sama dengan tebal jaket, yaitu: 3/16 sehingga berdasarkan fig. 12.2 Brownell and Young halaman 221, diperoleh dimensi pipa:

- Ukuran pipa (NPS) : 1/2 in
- Diameter luar (DO) : 3 1/2 in
- Ketebalan flange minimum (T) : 7/16 in
- Diameter lubang (R) : 1 3/8 in
- Diameter hubungan pada titik pengelasan (K) : 0.84 in
- Diameter huubngan pada alas (E) : 1 3/8 in
- Tebal nozzle (L) : 1 7/8 in
- Diameter dalam nozzle (B) : 0.62 in
- Jumlah lubang baut : 4 buah
- Diameter baut : 5/8 in

Dari Brownel & Young tabel 12.2 halaman 221 diperoleh dimensi flange untuk semua nozzle, dipilih flange standart type wlding neck dengan dimensi nozzle:

- Nozzle A : Nozzle untuk pemasukan umpan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Nozzle B : Nozzle untuk pemasukan air pendingin
- Nozzle C : Nozzle untuk sparger

- Nozzle D : Nozzle untuk pengeluaran produk
- Nozzle E : Nozzle untuk manhole
- Nozzle F : Nozzle untuk steam inlet dan kondensat out
- NPS : ukuran pipa nominal, in
- A : Diameter luar flange, in
- T : Ketebalan minimum flange, in
- R : Diameter luar bagian yang menonjol, in
- E : Diameter hubungan atas, in
- K : Diameter hubungan pada titik pengelasan, in
- L : panjang julakan, in
- B : diameter dalam flange, in

Nozzle	NPS	A	T	R	E	K	L	B
A	2	6	3/4	3 5/8	3 1/16	2.38	2 1/2	2.22898
B	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/8	0.84	1 7/8	7.73725
C	3/4	3 7/8	1/2	1 11/16	1 1/2	1.05	2 1/16	2.60016
D	2 1/2	7	7/8	4 1/8	3 9/16	2.88	2 3/4	3.67381
E	20	27.5	1 11/16	23	22	20	5 2/3	19.25
F	1/2	3 1/2	7/16	1 3/8	1 3/8	0.84	1 7/8	0.62

### 6. 3. Perhitungan Pengaduk

Perencanaan pengaduk:

- Jenis pengaduk : axial turbin 4 blades sudut 45°
- Bahan impeller : Carbon steel SA 240 grade M type 316
- Bahan poros pengaduk : Hot roller SAE 1020
- $D_t/D_i = 2,4 - 3,0$
- $Z_i/D_i = 0,75 - 1,3$
- $Z_l/D_i = 2,7 - 3,9$
- $W/D_i = 0.17$

(G.G. Brown halaman 507)

Dimana:

- $D_t$  : Diameter dalam silinder
- $D_i$  : Diameter impeller
- $Z_i$  : Tinggi impeller dari dasar tangki
- $Z_l$  : Tinggi liquid dalam silinder
- $W$  : Lebar baffle impeller

#### Perhitungan dimensi pengaduk

a. menentukan diameter impeller

$$\begin{aligned}
 D_t/D_i &= 3 \\
 D_i &= D_t/3 \\
 D_i &= \frac{119.6250 \text{ in}}{3} \\
 &= 39.8750 \text{ in} = 3.3229 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

b. Menentukan tinggi impeller dari dasar tangki

$$\begin{aligned} Z_i/D_t &= 1 \\ Z_i &= 1 \times D_i \\ Z_i &= 1 \times 39.8750 \\ &= 28.3113 \text{ in} = 2.3593 \text{ ft} \end{aligned}$$

c. Menentukan panjang impeller

$$\begin{aligned} L/D_i &= \frac{1}{4} \\ L &= \frac{1}{4} d_i \\ &= \frac{1}{4} \times 39.8750 \\ &= 9.9688 \text{ in} \end{aligned}$$

d. Menentukan lebar impeller

$$\begin{aligned} W/D_i &= 0.17 \\ W &= 0.17 \times D_i \\ &= 0.17 \times 39.8750 \\ &= 6.7788 \text{ in} = 0.5649 \text{ ft} \end{aligned}$$

e. Menentukan tebal blades

$$\begin{aligned} J/D_t &= \frac{1}{12} \\ J &= D_t/12 \\ J &= \frac{119.6250}{12} \text{ in} \\ &= 9.9688 \text{ in} = 0.8307 \text{ ft} \end{aligned}$$

f. Menentukan jumlah pengaduk

$$\begin{aligned} n &= \frac{H \text{ liquid}}{2 \times D_i^2} \\ n &= \frac{9.5633}{2 \times 11.0418} \\ n &= 0.4331 \approx 1 \text{ buah} \end{aligned}$$

**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 = 96.6813 lb/ft<sup>3</sup>

D<sub>i</sub> = diameter impeller = 3.3229 ft

g<sub>c</sub> = 32.2 lb.ft/s<sup>2</sup>.lbf

n = putaran pengaduk, ditetapkan = 120 rpm = 2 rps

(Perry, ed. 7 halaman 18-13)

Menghitung bilangan Reynold

$$N_{Re} = \frac{L^2 n \rho}{\mu}$$

$$N_{Re} = \frac{0.8307^2 \times 2 \times 96.6813}{0.1125}$$

$$= 1186.1477 = 1.18615.E+03 \quad (\text{Turbulen, } N_{re} > 10^4)$$

Dari G.G. Brown fig. 4.77 halaman 507, diperoleh  $\phi = 0.7$

$$P = \frac{\phi \times \rho \times n^3 \times Di^5}{gc}$$

$$= \frac{0.7 \times 96.6813 \times 2^3 \times 3.3229^5}{32.2}$$

$$= 6811.9553 \text{ lb.ft/s}$$

$$= \frac{6811.9553}{550}$$

$$= 12.385 \text{ Hp} \approx 13 \text{ Hp}$$

Kehilangan-kehilangan daya:

- Gain losses (kebocoran daya pada proses dan bearing) diperkirakan 10% dari daya masuk
- Transmission system losses (kebocoran belt atau gear) diperkirakan 15% dari daya masuk

sehingga daya yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} P \text{ yang dibutuhkan} &= (0.1 + 0.15) P + P \\ &= 0.25 \times 12.3854 + 12.3854 \\ &= 15.482 \text{ Hp} \approx 16 \text{ Hp} \end{aligned}$$

Jadi digunakan pengaduk dengan daya 16 Hp

### Perhitungan Poros Pengaduk

#### 1. Diameter poros

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

Dimana:

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

$$H = \text{daya motor pada poros} = 16 \text{ Hp}$$

$$N = \text{putaran pengaduk} = 120 \text{ rpm}$$

Sehingga:

$$\begin{aligned} T &= \frac{63025 H}{N} = \frac{63026 \times 16}{120} \\ &= 8403.4667 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Dari Hesse tabel 16-1 halaman 457 untuk bahan Hot Rolled Steel SAE 1020

mengandung karbon = 20% dengan batas = 36000 lb/in<sup>2</sup>

S = maksimum design shering stress yang diijinkan

$$S = 20\% \times 36000 \text{ lb/in}^2$$

$$= 7200$$

Diameter pengaduk (D)

$$D^3 = \frac{16 \times T}{\pi \times S}$$

$$= \frac{16 \times 8403.467}{3.14 \times 7200}$$

$$= 5.94725$$

$$D = 1.81178 \text{ in}$$

## 2. Panjang poros (L)

Rumus:

$$L = h + l - Z_i$$

Dimana:

L	: Panjang poros (ft)	= 9.9688	in = 0.8307	ft
l	: jarak impeller dari dasar tangki	= 28.3113	in = 2.3593	ft
Z <sub>i</sub>	: panjang poros di atas bejana tangki	= 144.5263	+ 20.2166	in
h	: tinggi silinder + tinggi tutup atas	= 164.7429	in = 13.7286	ft
L	= 164.7429 + 9.9688 - 28.3113			
	= 146.4004	in = 12.2	ft	

Kesimpulan dimensi pengaduk:

Type	: axial turbin 4 blades sudut 45°
Di	: 39.8750 in = 3.3229 ft
Z <sub>i</sub>	: 28.3113 in = 2.3593 ft
W	: 6.7788 in = 0.5649 ft
L	: 9.96875 in = 0.8307 ft
J	: 9.9688 in = 0.8307 ft
n	: 1 buah
daya	: 16 Hp
diameter poros	: 1.8118 in
panjang poros	: 146.4004 in = 12.2000 ft

## 6. 4. Perhitungan Sparger

Data perancangan :

Diameter pengaduk = 39.8750 in

Asumsi susunan lubang spray berbentuk triangular

Luas sparger = 499.26491 in

Superficial velocity gas = 23.181 ft/detik

Rate volumetric gas = 494.9320 ft<sup>3</sup>/jam

Jarak antar lubang P<sub>T</sub> = 1.77 in

$$\begin{aligned}
 \text{Luas satu triangular} &= \frac{1}{2}(P_T \times \sin 60) \times P_T \\
 &= \frac{1}{2} ( 2 \times 0.8660 ) \times 2 \\
 &= 1.3508 \text{ in} \\
 \text{Jumlah lubang} &= \frac{\text{Luas sparger}}{\text{Luas satu triangular}} \\
 &= \frac{499.265}{1.3508} \\
 &= 369.606 \text{ buah} \approx 370 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

### 6. 5. Perhitungan Jaket Pendingin

Dalam reaktor, reaksi yang terjadi adalah reaksi eksotermis dan beroperasi pada suhu  $110^\circ$  maka reaktor dilengkapi dengan jaket dan air sebagai media pendingin.

#### Menghitung volume pendingin

$$\begin{aligned}
 \text{Rate massa} &= 307572.1942 \text{ kg/jam} \\
 &= 678073.6592 \text{ lb/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ air} &= 1 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 62.43 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rate volumetrik air} &= \frac{\text{Rate massa}}{\rho \text{ air}} \\
 &= \frac{678073.6592}{62.43}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume air} &= 10861.3433 \text{ ft}^3/\text{jam} \\
 &= 10861.3433 \times 1 \text{ jam} \\
 &= 10861.3433 \text{ ft}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{volume air pendingin total} = 11947.4776 \text{ ft}^3$$

#### Menghitung tekanan design (pi)

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

$$\begin{aligned}
 P \text{ hisrostatik} &= \frac{\rho (HL - 1)}{144} \\
 &= \frac{62.4300 \times ( 9.5633 - 1 )}{144}
 \end{aligned}$$

$$= 3.7126 \text{ psia}$$

$$P \text{ operasi} = 1 \text{ atm} = 14.7$$

$$P_i = 3.7126 \text{ psia} + 14.7 \text{ psia}$$

$$= 18.4126 \text{ psia}$$

$$= 3.7126 \text{ psig}$$

#### - Menghitung A teoritis dan A operasi

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T}$$

mencari  $\Delta T$  LMTD

Suhu air pendingin

$$\text{In} = 30 \text{ C} = 86 \text{ F}$$

$$\text{Out} = 60 \text{ C} = 140 \text{ F}$$

$$\text{T reaktor} = 110 \text{ C} = 230 \text{ F}$$

Fluida Panas	Fluida dingin	$\Delta T$	
230	86	144	$\Delta T1$
230	140	90	$\Delta T2$

$$UD = 70 \text{ Btu/h } ^\circ\text{F ft}^3$$

$$Q = 307572.1942$$

$$A = \frac{Q}{U_D \times \Delta T} = \frac{307572.1942}{70 \times 114.9}$$

$$= 38.2434 < A \text{ kebutuhan (120)}$$

jadi bisa menggunakan jaket

Diameter jaket

$$\text{Diameter luar reaktor} = 120 \text{ in} = 10 \text{ ft}$$

$$\alpha = 120^\circ$$

$$V \text{ jaket} = V \text{ di tutup bawah} + V \text{ di silinder}$$

$$V \text{ jaket} = \frac{\pi d_i^3}{24 \tan 1/2\alpha} + \frac{\pi}{4} \times d_i^2 \times L_s$$

$$10861.3433 \text{ ft}^3 = \frac{3.14}{24} \times \frac{(d_{ij} - OD_R)}{1.7321} + \frac{3.14}{4} \times (d_{ij} - OD_R)^2 \times 9.5633$$

$$10861.3433 \text{ ft}^3 = 0.22661 \times (d_{ij}^3 - 24d_{ij}^2 + 192d_{ij} - 512) + 7.5072 \times (d_{ij}^2 - 16d_{ij} + 64)$$

$$10861.3433 \text{ ft}^3 = (0.22661 d_{ij}^3 - 5.4386 d_{ij}^2 + 43.51 d_{ij} - 116.024) + (7.5072 d_{ij}^2 - 120.1153 d_{ij} + 480.4611)$$

$$10861.3433 \text{ ft}^3 = 0.22661 d_{ij}^3 + 2.0686 d_{ij}^2 - 76.606 d_{ij} + 364.4368$$

$$10496.9065 \text{ ft}^3 = 0.22661 d_{ij}^3 + 2.0686 d_{ij}^2 - 76.606 d_{ij}$$

$$L_{zj} = 3.02969 \text{ ft}$$

$$= 36.3562 \text{ in}$$

Menghitung tebal jaket

$$t_j = \frac{P_i \cdot d_{ij}}{2(f \cdot E - 0.6P_i)} + C$$

$$= \frac{3.7126 \times 36.3562}{2(17500 \times 0.80 - 0.6 \times 3.7126)} + \frac{1}{16}$$

$$= 0.0673$$

$$= \frac{2.0771}{16} \approx \frac{3}{16}$$

standarisasi  $do_j$

$$\begin{aligned} do_j &= di + 2 t_j \\ &= 36.3562 + 2 \times 3/16 \\ &= 36.7312 \text{ in} \end{aligned}$$

berdasarkan tabel 5.7 halaman 90 Brownell,

$$\text{standarisasi } do_j = 38 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} di_j &= do - 2 t_j \\ &= 38 - 2 \times 3/16 \\ &= 37.6250 \text{ in} \\ &= 3.13542 \text{ ft} \end{aligned}$$

$$- r = 36$$

$$- icr = 2 \frac{3}{8}$$

$$- sf = 2$$

$$\cos \frac{1}{2} \alpha = 0.7071$$

$$\begin{aligned} thb &= \frac{\text{Pi} \cdot di}{2 \cos \frac{1}{2} \alpha (f \cdot E - 0,6 \text{Pi})} + C \\ &= \frac{3.7126 \times 37.6250}{1.4142 \times 17500 \times (0.80 - 0.6 \times 37.625)} + \frac{1}{8} \\ &= 0.1321 \\ &= \frac{2.1131}{16} \approx 2/16 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hb &= \frac{1/2 d}{\tan \frac{1}{2} \alpha} \\ &= \frac{18.1781}{1} \\ &= 18.1781 \text{ in} \\ &= 1.51484 \text{ ft} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh dimensi jaket sebagai berikut:

- Bahan konstruksi = Stainless steel SA 240 grade M type 316
- diameter luar ( $do_j$ ) = 38 in
- diameter dalam ( $di_j$ ) = 37.6250 in
- tinggi jaket ( $L_j$ ) = 114.7598 in
- tebal jaket ( $ts_j$ ) = 3/16
- tebal tutup bawah jaket ( $t_{hb_j}$ ) = 7/53 in
- tinggi tutup bawah jaket ( $hb_j$ ) = 18.1781 in

## 6. 6. Sambungan Tutup (Head) dengan Dinding Reaktor

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

### 1. Gasket

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

Bahan konstruksi : Flange metal, jacketed, asbestos filled, stainless steel  
 Gasket factor (m) : 3.75  
 min design seating stress (y) : 9000 psia

## 2. Bolting

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 344, didapatkan :

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

## 3. Flange

Dari Brownell & Young, App. D-4 hal. 342, didapatkan :

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

### 6. 6. 1. Perhitungan Lebar Gasket

Dari Brownell & Young, persamaan 12.2 hal. 226 :

Dimana :

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

- $d_o$  = diameter luar gasket
- $d_i$  = diameter dalam gasket
- $y$  = yield stress = 9000 psia
- $p$  = internal pressure = 14.7000 psia
- $m$  = gasket factor = 3.75

Diketahui di: gasket = di shell

Maka didapatkan : 119.6250 in = 9.9688 ft

$$\frac{d_o}{d_i} = \sqrt{\frac{9000 - (43,5233 \times 3,75)}{9000 - 43,5233(3,75 + 1)}}$$

$$d_o = 1.0008 \times 9.9688$$

$$d_o = 9.98 \text{ ft} = 120 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar gasket minimum} &= \frac{d_o - d_i}{2} \\ &= \frac{119.723 - 119.6250}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Diambil gasket (n)} &= 0.04921 \approx 0.7873 \\ &= 3/16 \text{ in} \end{aligned}$$

D rata-rata gasket (G)

$$\begin{aligned} &= d_o + n \\ &= 119.6250 \text{ in} + 0.06 \text{ in} \\ &= 119.6875 \text{ in} = 9.9740 \text{ ft} \end{aligned}$$

### 6. 6. 2. Perhitungan Jumlah dan Ukuran Baut (Bolting)

- Perhitungan beban baut

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.88 hal. 240 :

Beban gasket supaya tidak bocor ( $H_y$ )

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

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.12 hal. 229 :

Lebar setting gasket bawah:

$$\begin{aligned} b_o &= n/2 \\ &= 0.0938 \end{aligned}$$

- Sehingga didapatkan  $H_y$  :

$$H_y = W_{m_2} = 3.14 \times 0.0938 \times 119.6875 \times 9000$$

$$H_y = 317097.0703 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.90 hal. 240 :

Beban baut agar tidak bocor ( $H_p$ )

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

$$H_p = 2 \times 3.14 \times 0.0938 \times 119.6875 \times 3.75 \times 14.7000$$

$$H_p = 3884.4391 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.89 hal. 240 :

Beban karena tekanan dalam ( $H$ )

$$H = \pi/4 \cdot G^2 \cdot p$$

$$H = 0.79 \times 119.6875^2 \times 14.7000$$

$$H = 165304.4644 \text{ lb}$$

- Dari Brownell & Young, persamaan 12.91 hal. 240 :

Total berat beban pada kondisi operasi ( $W_{ml}$ )

$$W_{ml} = H + H_p$$

$$= 165304.4644 \text{ lb} + 3884.4391 \text{ lb}$$

$$= 169188.9035 \text{ lb}$$

Karena  $W_{ml} > W_{m_2}$ , maka yang mengontrol adalah  $W_{ml}$ .

- Perhitungan luas minimum bolting area

Dari Brownell & Young, persamaan 12.93 hal. 240 :

$$A_{ml} = \frac{W_{ml}}{f_b}$$

$$= \frac{169188.9035}{15000}$$

$$= 11.3 \text{ in}^2 = 0.08 \text{ ft}^2$$

- Perhitungan Bolting Optimum

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 :

- Ukuran baut = 2 in

- Root area = 2.3000 in<sup>2</sup>

$$\text{Jumlah bolting optimum} = \frac{A_{ml}}{\text{root area}}$$



$$hG = \frac{125.1556 - 119.6875}{2}$$

$$= 2.7341 \text{ in}$$

- Moment flange (Ma) :

Dari Brownell & Young, halaman 243 :

$$Ma = W \times hG$$

$$Ma = 170844.4518 \times 2.73$$

$$Ma = 467099.4089 \text{ lb.in}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.95 hal. 243 :

Dalam kondisi operasi :

$$W = Wml = 169188.9035 \text{ lb}$$

- Hidrastic and force pada daerah dalam flange (HD)

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal. 243 :

$$HD = 0,785 \cdot B^2 \cdot p$$

Dimana :

- B = do shell reaktor = 120 in
- p = tekanan operasi = 14.7000 lb/in<sup>2</sup>

Maka :

$$HD = 0.785 \times 120^2 \times 14.7000$$

$$HD = 166168.8 \text{ lb}$$

- Jarak radial bolt circle pada aksi (hD)

Dari Brownell & Young, pers. 12.100 hal. 243 :

$$hD = \frac{C - B}{2}$$

$$= \frac{125.1556 - 120}{2} = 2.5778 \text{ in}$$

- Moment MD

Dari Brownell & Young, pers. 12.96 hal. 242 :

$$MD = HD \times hD$$

$$= 166168.8 \times 2.58$$

$$MD = 428352 \text{ lb.in}$$

- Perbedaan antara beban baut flange dengan gaya hidrostatis total (HG)

$$HG = W - H$$

$$= 169188.9035 - 165304.4644$$

$$= 3884.4391 \text{ lb}$$

- Moment MG

Dari Brownell & Young, pers. 12.98 hal. 242 :

$$MG = HG \times hG$$

$$= 3884.4391 \times 2.73$$

$$= 10620.2993 \text{ lb.in}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} HT &= H - HD \\ &= 165304.4644 - 166168.8 \\ &= 864.3356 \text{ lb} \end{aligned}$$

- Dari Brownell & Young, pers. 12.102 hal. 244 :

$$\begin{aligned} hT &= \frac{hD + hG}{2} \\ &= \frac{2.58 + 2.73}{2} \\ &= 2.6559 \text{ in} \end{aligned}$$

- Moment MT

Dari Brownell & Young, pers. 12.97 hal. 242 :

$$\begin{aligned} MT &= HT \times hT \\ &= 864.3356 \times 2.66 \\ MT &= 2295.6213 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Moment total pada keadaan operasi (Mo) :

$$\begin{aligned} Mo &= MD + MG + MT \\ &= 428352.0098 + 10620.2993 + 2295.621 \text{ lb.in} \\ &= 441267.9304 \text{ lb.in} \end{aligned}$$

Karena  $M_a < Mo$ , maka  $m_{max} = M_a = 467099.4089 \text{ lb.in}$

### 6. 6. 3. Perhitungan Tebal Flange

Dari Brownell & Young, pers. 12.85 hal. 239 :

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

Sehingga didapatkan rumus :

$$t = \sqrt{\frac{Y \times M}{f \times B}}$$

$$k = A/B$$

Dimana :

- A = diameter luar flange = 129.1556 in
- B = diameter dalam = 125.1556 in
- f = stress yang diijinkan untuk bahan flange = 18750 psia

Maka :

$$k = A/B = 1.03196$$

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

- Y = 96
- M = 467099.4089 lb.in

Sehingga tebal flange :

$$\begin{aligned} t &= \sqrt{\frac{96 \times 573447,7664}{18750 \times 99,094}} \\ t &= 4.3713 \text{ in} = 0.3643 \text{ ft} \end{aligned}$$

**Kesimpulan Perancangan :****1. Flange**

Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 240 Grade M type 316
Tensile strength minimum	: 75000 psia
Allowable stress (f)	: 18750
Tebal flange	: 4.37 in
Diameter dalam (Di)	: 125.16 in
Diameter luar (Do)	: 129.1556 in
Type flange	: Ring flange loose type

**2. Bolting**

Bahan konstruksi	: Stainless Steel SA 193 Grade M type 347
Tensile strength minimum	: 75000 psia
Ukuran baut	: 1 in
Jumlah baut	: 5 buah
Allowable stress (f)	: 15000

**3. Gasket**

Bahan konstruksi	: asbestos filled
Gasket factor (m)	: 3.75
Min design seating stress (y)	: 9000 psia
Tebal gasket (n)	: 3/16 in

**6. 7. Perhitungan Sistem Penyangga Reaktor**

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

- Berat shell reaktor
- Berat tutup atas standart dishead
- Berat tutup bawah reaktor
- Berat liquid dalam reaktor
- Berat pengaduk dan perlengkapannya
- Berat jaket pemanas
- Berat attachment

**Dasar Perhitungan :****a. Berat shell reaktor**

Rumus :

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

Dimana :

- $W_s$	= berat shell reaktor, lb		
- $d_o$	= diameter luar shell	= 120 in	= 10.0000 ft
- $d_i$	= diameter dalam shell	= 119.6250 in	= 9.9688 ft
- $H$	= tinggi shell reaktor (Ls)	= 144.5263 in	= 12.0439 ft
- $\rho$	= densitas dari bahan konstruksi	= 489 lb/ft <sup>3</sup>	

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

Berat shell reaktor :

$$\begin{aligned} W_s &= 0.79 \times (10^2 - 9.9688^2) \times 12.044 \times 489 \\ &= 2884.9947 \text{ lb} \\ &= 1308.6250 \text{ kg} \end{aligned}$$

**b Berat tutup atas standart dishead**

Rumus :

$$\begin{aligned} W_d &= A \cdot t \cdot \rho \\ A &= 6,28 \cdot L \cdot h \end{aligned}$$

(Hesse, pers. 4-16 hal. 92)

Dimana :

- $W_d$  = berat tutup atas reaktor, lb
- $A$  = luas tutup atas standart dishead, ft<sup>2</sup>
- $t$  = tebal tutup atas (tha) = 3/16 in = 0.19 ft
- $\rho$  =  $\rho$  bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>  
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- $L$  = crown radius (r) = 114 in = 9 ft
- $h$  = tinggi tutup atas reaktor (ha) = 20.2166 in = 1.68 ft

Luas tutup atas :

$$\begin{aligned} A &= 6.28 \times 114 \times 20.2166 \\ &= 14473.486 \text{ in}^2 = 100.51 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Berat tutup atas :

$$\begin{aligned} W_d &= 100.5103 \times 0.02 \times 489 \\ W_d &= 767.9617 \text{ lb} = 348.3451 \text{ kg} \end{aligned}$$

**b. Berat tutup bawah conical**

$$\begin{aligned} W_d &= A \cdot t \cdot \rho \\ A &= 0,785 (D + m) \quad + 0,78 d^2 \end{aligned}$$

(Hesse, pers. 4-16 hal. 92)

Dimana :

- $W_d$  = berat tutup bawah reaktor, lb
- $A$  = luas tutup bawah conical, ft<sup>2</sup>
- $t$  = tebal tutup bawah (thb) = 3/16 in = 0.1875 in
- $\rho$  = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>  
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- $D$  = diameter dalam silinder = 119.6250 in = 9.9688 ft
- $h$  = tinggi tutup bawah reaktor = 34.5328 in = 2.8777 ft
- $m$  = flat spot diameter =  $\frac{1}{2} D$  =  $\frac{1}{2} 120$  = 59.813 in = 4.9844 ft

Luas tutup bawah :

$$\begin{aligned} A &= 0.785 \times (9.9688 + 4.98) \times \\ &\quad + 0.78 \times (9.9688^2) \end{aligned}$$

$$A = 151.95267 \text{ ft}^2 = 21881.1847 \text{ in}^2$$

Berat tutup bawah : (250,7873 ft<sup>2</sup>) x (0,1875/12)ft x (489 lb/ft<sup>3</sup>)

$$W_d = 151.9527 \times 0.0156 \times 489$$

$$W_d = 1161.0134 \text{ lb} = 526.6322 \text{ kg}$$

**c. Berat liquid dalam reaktor**

Rumus :

$$Wl = m \cdot t$$

Dimana :

- m = berat larutan dalam reaktor = 89183.6076 lb/jam
- t = waktu tinggal liquid dalam reaktor = 1 jam

Maka :

$$\begin{aligned} Wl &= 89183.6076 \times 1 \\ &= 89183.6076 \text{ lb} \\ &= 40453.4191 \text{ kg} \end{aligned}$$

**d. Berat poros pengaduk dalam reaktor**

Rumus :

$$\begin{aligned} Wp &= V \cdot \rho \\ V &= \pi/4 \cdot D^2 \cdot L \end{aligned}$$

Dimana :

- Wp = berat poros pengaduk dalam reaktor, lb
- V = volume poros pengaduk, ft<sup>3</sup>
- $\rho$  = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>  
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- D = diameter poros pengaduk = 1.8118 in = 0.1510 ft
- L = panjang poros pengaduk = 146.4004 in = 12.200034 ft

Volume poros pengaduk :

$$\begin{aligned} V &= (\pi/4) \times (0,1156 \text{ ft})^2 \times (12,2785 \text{ ft}) \\ &= 0.2183 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Berat poros pengaduk :

$$\begin{aligned} Wp &= (0,1287 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 106.7549 \text{ lb} \\ &= 48.4237 \text{ kg} \end{aligned}$$

**e. Berat impeller dalam reaktor**

Rumus :

$$\begin{aligned} Wl &= V \cdot \rho \\ V &= 4 (\rho \cdot l \cdot t) \\ p &= Dp/2 \end{aligned}$$

Dimana :

- Wl = berat impeller dalam reaktor, lb
- V = volume dari total blades, ft<sup>3</sup>
- $\rho$  = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>  
(Perry, edisi 6 tabel 3-118 hal. 3-95, stell cold drawn)
- p = panjang 1 kupingan blade, ft
- l = lebar 1 kupingan blade = 6.7788 in = 0.5649 ft
- t = tebal 1 kupingan blade = 9.9688 in = 0.8307 ft
- Dp = diameter pengaduk = 39.8750 in = 3.3229 ft

Volume impeller pengaduk :

$$\begin{aligned}
 - p &= D_p / 2 \\
 &= (2,6493 \text{ ft}) / 2 \\
 &= 1.6615 \text{ ft} \\
 - V &= (4) \times (1,3247 \text{ ft}) \times (0,4504 \text{ ft}) \times (0,6623 \text{ ft}) \\
 &= 3.1187 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Berat impeller pengaduk :

$$\begin{aligned}
 W_l &= (1,5806 \text{ ft}^3) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\
 &= 1525 \text{ lb} \\
 &= 692 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### f. Berat jaket pendingin

Berat jaket

$$W_{\text{jaket}} = (\pi/4) \times (d_{o_j} - d_{i_j})^2 \times T_j \times \rho$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 - W_{\text{jaket}} &= \text{berat jaket, lb} \\
 - d_{o_j} &= \text{diameter luar jaket} &= 38 \text{ in} &= 3 \text{ ft} \\
 - d_{i_j} &= \text{diameter dalam jaket} &= 37.625 \text{ in} &= 3.1354 \text{ ft} \\
 - T_j &= \text{Tinggi jaket} &= 114.7598 \text{ ft} \\
 - \rho &= \text{densitas bahan konstruksi} &= 489 \text{ lb/ft}^3
 \end{aligned}$$

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

Berat jaket :

$$\begin{aligned}
 W_{\text{jaket}} &= (\pi/4) \times [(15) - (14,8958)]^2 \text{ft}^2 \times (6,1958 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\
 &= 6194.8511 \text{ lb} \\
 &= 2809.966 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Berat steam

$$\begin{aligned}
 V_{\text{steam}} \times \rho_{\text{steam}} &= 10861.343 \text{ ft}^3 \times 62.43 \text{ lb/ft}^3 \\
 &= 678073.6592 \text{ lb} \\
 &= 307572 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Jadi

$$\begin{aligned}
 W_{\text{jaket}} + \text{steam} &= 2809.966 \text{ kg} + 307572 \text{ kg} \\
 &= 310382.16 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

#### g. Berat Attachment

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

Dari Brownell & Young, hal. 157 :

$$W_a = 18\% W_s$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 - W_a &= \text{berat attachment, lb} \\
 - W_s &= \text{berat shell reaktor} = 2884.9947 \text{ lb} = 1308.6250 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} W_a &= (0,18) \times (1757,8048 \text{ lb}) \\ &= 235.5525 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### Berat Total Reaktor

Bagian	Berat (kg)
$W_{\text{shell}}$	1308.6250
$W_{\text{tutup atas}}$	348.3451
$W_{\text{tutup bawah}}$	526.6322
$W_{\text{liq}}$	40453.4191
$W_{\text{poros pengaduk}}$	48.4237
$W_{\text{pengaduk}}$	691.7614
$W_{\text{jaket}}$	310382.1602
$W_{\text{attachment}}$	235.5525
$W_{\text{total}}$	353994.9192

Dengan faktor keamanan adalah 10%, maka berat total berat reaktor  
 $= ( 1.1 \times 353994.9192 )$   
 $= 389394.4111 \text{ kg}$

#### 6. 8. Perhitungan Kolom Penyangga Reaktor (Leg)

Perencanaan :

- Menggunakan 4 buah kolom penyangga (kaki penahan)
- Jenis kolom yang digunakan : I beam

Dasar Perhitungan :

##### a. Beban tiap kolom

Dari Brownell & Young, pers. 10.76 hal. 197 :

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

Dimana :

- $P$  = beban tiap kolom, lb
- $P_w$  = total beban permukaan karena angin, lb
- $H$  = tinggi vessel dari pondasi, ft
- $L$  = jarak antara vessel dengan dasar pondasi, ft
- $Dbc$  = diameter anchor bolt circle, ft
- $n$  = jumlah support
- $\Sigma W$  = berat total, lb
- $P$  = beban kompresi total maksimum untuk tiap leg, lb

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

Maka berlaku rumus :

$$P_w = 0$$

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

$$P = \frac{389394.4111}{4} = 97348.6 \text{ kg} = 214614.7 \text{ lb}$$

Direncanakan :

- Jarak kolom penyangga dari tanah (L) = 5 ft
- Tinggi reaktor (H) = 202.7757 in = 16.8980 ft
- Panjang penyangga =  $\frac{1}{2}(H + L)$   
=  $\frac{1}{2}(17,4712 + 5)$  ft  
= 10.949 ft = 131.3878 in

Jadi panjang penyangga (leg) = 10.949 ft = 131.3878 in

#### b. Trial ukuran I beam

Trial ukuran I beam 20" ukuran 20 x 6 1/4 dengan pemasangan memakai beban eksentrik (terhadap sumbu).

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

- Nominal size = 20 in
- Berat = 65.4 lb
- Area of section (Ay) = 19.08 in<sup>2</sup>
- Depth of beam (h) = 20 in
- a = 1.5 in
- Width of flange (b) = 6.25 in
- I = 1169.5 in<sup>4</sup>
- Axis (r) = 7.83 in

Analisa terhadap sumbu Y-Y

Dengan :

- $L/r = (136,3269 \text{ in}) / (4,83 \text{ in})$   
 $L/r = 16.8$

Karena  $L/r$  antara 0 - 60, maka :

$$\begin{aligned} - f_c &= \frac{15000}{1 + \frac{(L/r)^2}{15000}} \\ &= \frac{15000}{1 + \frac{(39,1)^2}{15000}} \\ &= 14723.6178 \text{ psia} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{feksentrik} &= \frac{P \times (a + 1/2 b)}{I_{x-x} / 1/2 b} \\ &= \frac{214614.7297 \times (1.5 + 3.1)}{1169.5 / 3.1} \\ &= 2652.2903 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - A &= \frac{P}{f_c - f_{\text{eksentrik}}} \\
 &= \frac{214614.7297}{12071.3275} \\
 &= 17.7789 \text{ in}^2 < 19.1 \text{ in}^2 \text{ (memadai)}
 \end{aligned}$$

Karena  $A < A$  yang tersedia, berarti trial I beam sudah memadai.

Kesimpulan perancangan penyangga (leg) :

- Ukuran I beam = 0 x 6 l, in
- Berat = 65.4 lb
- Jumlah penyangga = 4 buah
- Peletakan beban dengan beban eksentrik.

### 6. 9. Base Plate

Perencanaan :

- Dibuat base plate dengan toleransi panjang adalah 5 % dan toleransi lebar 20 %.  
(Hesse, hal. 163)
- Digunakan besi cor sebagai bahan konstruksi dari base plate.

Dasar Perhitungan :

#### a. Luas base plate

Rumus :

$$Abp = \frac{P}{fbp}$$

Dimana :

- Abp = luas base plate, in<sup>2</sup>
- P = beban dari tiap-tiap base plate = 214614.7297 lb
- fbp = stress yang diterima oleh pondasi bearing capacity yang terbuat dari beton  
= 600 lb/in<sup>2</sup>

Sehingga :

$$\begin{aligned}
 Abp &= \frac{214614.7297}{600} \\
 &= 357.6912 \text{ in}^2
 \end{aligned}$$

#### b. Panjang dan lebar base plate

$$Abp = p \times l$$

Dimana :

- Abp = luas base plate  
= 357.6912 in<sup>2</sup>
- p = panjang base plate, in  
= 2m + 0,95h
- l = lebar base plate, in  
= 2n + 0,8b

Diasumsikan  $m = n$

$$b = 6 \text{ in}$$

(Hesse, hal. 163)

$$h = 20 \text{ in}$$

Maka :

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

$$357.6912 = [2m + (0,95 \times 5)] \times [2n + (0,8 \times 3)]$$

$$357.6912 = (2m + 4,75) \times (2m + 2,4)$$

$$357.6912 = 4m^2 + 14,3 \text{ m} + 11,4$$

$$346.2912 = 4m^2 + 14,3 \text{ m}$$

$$0 = 4m^2 + 14,3 \text{ m} - 15,6186$$

Dengan menggunakan rumus abc, didapatkan :

$$m_1 = 7.8363$$

$$m_2 = -11$$

$$\text{Diambil } m = 7.8363$$

Sehingga :

- Panjang base plate (p)
  - =  $2m + 0,95h$
  - =  $(2 \times 0,8770) + (0,95 \times 5)$
  - =  $20.423 \text{ in} \approx 21 \text{ in}$
- Lebar base plate (l)
  - =  $2n + 0,8b$
  - =  $(2 \times 0,8770) + (0,8 \times 3)$
  - =  $18.1 \text{ in} \approx 18 \text{ in}$

Dari perhitungan didapatkan panjang base plate 10 in dan lebar base plate 7 in, maka ditetapkan ukuran base plate yang digunakan adalah 21 x 18 in dengan luas (A 378 in<sup>2</sup>)

#### c. Peninjauan terhadap bearing capacity (f)

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

Dengan :

- f = bearing capacity, lb/in<sup>2</sup>
- P = beban tiap kolom = 214614.7297 lb
- A = luas base plate = 378 in<sup>2</sup>

Maka :

$$f = \frac{214614.7297}{378}$$

$$= 567.7638 \text{ lb/in}^2 < 600 \text{ lb/in}^2$$

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

#### d. Peninjauan terhadap harga m dan n

- Panjang base plate (p)
  - $p = 2m + 0,95h$
  - $21 = 2m + (0,95 \times 5)$
  - $m = 2.2105$
- Lebar base plate (l)
  - $l = 2n + 0,8b$
  - $18 = 2n + (0,8 \times 3)$
  - $n = 3.75$

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

**e. Tebal base plate**

Dari Hesse, pers. 7-12 hal. 163 :

$$t = \sqrt{0,00015 \cdot f \cdot n^2}$$

Dengan :

- t = tebal base plate, in
- f = actual unit pressure yang terjadi pada base plate = 568 psi
- n = 0.8 in

Tebal base plate

$$t = \sqrt{0,00015 \times 241.14309 \times (1.0417)^2}$$

$$= 1.09 \text{ in} \approx 2 \text{ in}$$

Jadi digunakan tebal base plate 1 in

**f. Ukuran baut**

Beban tiap baut :

$$\begin{aligned} P_{\text{baut}} &= \frac{P}{n_{\text{baut}}} \\ &= \frac{214614.7297}{4} \\ &= 53653.6824 \text{ lb} \end{aligned}$$

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

Dimana  $f_{\text{baut}}$  = stress tiap baut max  
= 12000 lb/in<sup>2</sup>

$$A_{\text{baut}} = \frac{53654}{12000}$$

$$A_{\text{baut}} = 4.47 \text{ in}^2$$

$$d_{\text{baut}} = 2.39$$

Dari Brownell & Young, tabel 10.4 hal. 188 diperoleh ukuran baut dengan dimensi baut sebagai berikut :

$$\text{ukuran baut (d)} = 7/8 \text{ in}$$

$$\text{Root area (A)} = 0.4190 \text{ in}^2$$

**6. 10. Perhitungan Lug dan Gusset**

Dasar Perhitungan :

**a. Lebar Lug**

$$\begin{aligned} A = \text{lebar lug} &= \text{ukuran baut} + 9 \text{ in} \\ &= 7/8 + 9 \text{ in} \\ &= 9.8750 \text{ in} \end{aligned}$$

$$B = \text{jarak antar gusset} = \text{ukuran baut} + 8 \text{ in}$$

$$\begin{aligned} \text{Dari gambar 10.6, hal 191, Brownell diperoleh :} &= 7/8 + 8 \text{ in} \\ &= 8.8750 \text{ in} \end{aligned}$$

**b. Lebar Gusset**

$$\begin{aligned} \text{Lebar gusset (L)} &= 2 (\text{lebar kolom} - 0,5 \text{ ukuran baut}) \\ &= 2 \times (18 - 4/9) \\ &= 35.1250 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar lug atas (a)} &= 0,5 (\text{panjang kolom} + \text{ukuran baut}) \\ &= 0,5 \times (21 + 4/9) \\ &= 10.2813 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Perbandingan tebal base plate} &= \frac{B}{L} && \text{(Brownell \& Young Hal 193)} \\ &= \frac{8.8750}{35.1250} = 0.25 \text{ in} \end{aligned}$$

Dari tabel 10.6, hal 192, Brownell didapat  $\gamma_1 = 0.565$

$$\begin{aligned} e &= 0,5 \times \text{nut dimension} \\ &= 0.5 \times 1 \frac{7}{16} \\ &= 0.7188 \text{ in} \end{aligned}$$

**c. Tebal Plate Horizontal (Lug)**

Menentukan maksimum bending moment sepanjang sumbu radial

Dari persamaan 10.40, hal 192, Brownell :

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

Dimana :

$$P = \text{beban tiap baut} = 214614.7297 \text{ lb}$$

$$\mu = \text{posson's ratio} = 0.3 \text{ untuk steel}$$

$$L = \text{panjang horisontal plate bawah} = 7 \text{ in}$$

$$e = \text{nut dimension} = 1.4375 \text{ in}$$

$$\gamma_1 = 0.565$$

Jadi :

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{214614.7297}{4\pi} \left[ (1 + 0,3) \times \ln \frac{2 \times 7}{\pi \times 1,4378} + (1 - 0,565) \right] \\ &= 55165.4181 \text{ lb} \end{aligned}$$

$M_y$  disubstitusikan ke persamaan 10.41, hal 193, Brownell diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{thp} &= \sqrt{\frac{6 \times 2169.4530}{15000}} \\ &= 4.6975 \text{ in} \end{aligned}$$

Maka digunakan plate dengan tebal = 4.6975 in

**d. Tebal Plate Vertikal (Gusset)**

Dari fig 10.6, hal 191, Brownell dan pers 10.47 hal 194, diperoleh tebal

$$\begin{aligned} \text{gusset min} &= \frac{3}{8} \times \text{thp} \\ &= \frac{3}{8} \times 4.6975 \\ &= 1.7615 \text{ in} \end{aligned}$$

**e. Tinggi Gusset**

$$\begin{aligned} hg &= A + \text{ukuran baut} \\ &= 9.8750 + 7/8 \\ &= 10.7500 \quad \text{in} \end{aligned}$$

**f. Tinggi Lug**

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Lug} &= hg + 2 \text{ thp} \\ &= 10.7500 + 2 \times 4.6975 \\ &= 20.3949 \quad \text{in} \end{aligned}$$

**g. Kesimpulan perencanaan lug dan gusset :**

## ◊ Lug

$$\begin{aligned} - \text{Lebar} &= 9.8750 \quad \text{in} \\ - \text{Tebal} &= 4.6975 \quad \text{in} \\ - \text{Tinggi} &= 20.3949 \quad \text{in} \end{aligned}$$

## ◊ Gusset

$$\begin{aligned} - \text{Lebar} &= 35.1250 \quad \text{in} \\ - \text{Tebal} &= 1.7615 \quad \text{in} \\ - \text{Tinggi} &= 10.7500 \quad \text{in} \end{aligned}$$

**6. 11. Perhitungan Pondasi**

Perencanaan :

- Beban total yang harus ditahan pondasi :
  - Berat reaktor total
  - Berat kolom penyangga
  - Berat base plate
- Ditentukan :
  - Masing-masing penyangga diberi pondasi
  - Spesifik untuk semua penyangga sama

**Dasar Perhitungan :****a. Berat total reaktor**

$$W = 389394.4111 \text{ lb} = 176628.1462 \text{ kg}$$

**b. Beban yang harus ditanggung tiap kolom**

Rumus :

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

Dimana :

- p = panjang base plate = 21 in = 1.7500 ft
- l = lebar base plate = 18 in = 1.5000 ft
- t = tebal base plate = 2 in = 0.1667 ft
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>

Beban yang ditanggung tiap kolom :

$$\begin{aligned} W_{bp} &= (0,5833 \text{ ft}) \times (0,4167 \text{ ft}) \times (0,0833 \text{ ft}) \times (489 \text{ lb/ft}^3) \\ &= 214 \text{ lb} \end{aligned}$$

**c. Beban tiap penyangga**

Rumus :

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

Dimana :

- L = tinggi kolom = 10.949 ft
- A = luas kolom I beam = 19.1 in<sup>2</sup> = 0.1325 ft<sup>2</sup>
- F = faktor koreksi = 3.4
- ρ = densitas dari bahan konstruksi = 489 lb/ft<sup>3</sup>

Beban tiap penyangga :

$$W_p = (11,3606 \text{ ft} \times 0,0199 \text{ ft}^2 \times (3,4) \times (489 \text{ lb/ft}^3))$$

$$= 2412 \text{ lb}$$

**d. Beban total**

$$W_{\text{total}} = W + W_{bp} + W_p$$

$$= (29413,2998 + 9,9 + 376) \text{ lb}$$

$$= 392020.3501 \text{ lb}$$

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

- Luas atas = 15 x 15 in
- Luas bawah = 25 x 25 in
- Tinggi = 20 in
- Luas permukaan tanah rata-rata :

$$A = 40 \times 40 = 1600 \text{ in}^2$$

Volume pondasi :

$$V = A \times t$$

$$= (1600 \text{ in}^2) \times (20 \text{ in})$$

$$= 32000.000 \text{ in}^3 = 18.5185 \text{ ft}^3$$

- Berat pondasi :

$$W = V \times \rho$$

Dimana :

$$\rho = \text{densitas semen} = 144 \text{ lb/ft}^3$$

Maka :

$$W = (18,5185 \text{ ft}^3) \times (144 \text{ lb/ft}^3)$$

$$= 2666.6667 \text{ lb}$$

$$= 1209.5921 \text{ kg}$$

- Tekanan tanah :

Pondasi didirikan diatas semen sand dan gravel, dengan :

- Save bearing minimum = 5 ton/ft<sup>2</sup>
- Save bearing maximum = 10 ton/ft<sup>2</sup>

Kemampuan tekanan tanah sebesar :

$$P = 5 \text{ ton/ft}^2 \times \frac{2240 \text{ lb} \times 1 \text{ ft}}{1 \text{ ton} \times 144 \text{ in}^2}$$

$$= 77.777778 \text{ lb/in}^2$$

Tekanan pada tanah :

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

Dimana :

- W = berat beban total + berat pondasi
- A = luas bawah pondasi =  $(40 \times 40) \text{ in}^2$  1600  $\text{in}^2$

Sehingga :

$$P = \frac{2666.6667 + 392020.3501}{1600}$$

$$P = 246.68 \text{ lb/in}^2 < 77.8 \text{ lb/in}^2$$

Karena tekanan yang diberikan tanah lebih kecil daripada kemampuan tanah menahan pondasi, maka pondasi dengan ukuran  $(15 \times 15) \text{ in}$  untuk luas atas dan  $(40 \times 40) \text{ in}$  untuk luas bawah dengan tinggi pondasi 20 in dapat digunakan.

### Dimensi Peralatan :

#### 1. Dimensi tangki :

- Bahan konstruksi = Carbon Stell SA 240 Grade M type 316
- Do (diameter luar) = 120 in
- Di (diameter dalam) = 119.6250 in
- ts (tebal silinder) = 3/16 in
- Ls (tinggi silinder) = 144.5263 in
- tha (tebal tutup atas) = 3/16 in
- ha (tinggi tutup atas) = 20.2166 in
- thb (tebal tutup bawah) = 3/16 in
- hb (tinggi tutup bawah) = 34.5328 in
- Tinggi reaktor = 202.7757 in

#### 2. Dimensi pengaduk :

- Jenis pengaduk = axial turbin 4 blades sudut  $45^\circ$
- Bahan impeller = Carbon Stell SA 240 Grade M type 316
- Diameter impeller (DI) = 39.8750 in
- Tinggi impeller (ZI) = 28.3113 in
- Panjang impeller (I) = 9.9688 in
- Lebar impeller (W) = 6.7788 in
- Daya pengaduk = 16 Hp
- Diameter poros = 1.8118 in
- Panjang poros (L) = 146.4004 in
- Jumlah pengaduk = 1 buah

#### 3. Nozzle untuk pemasukan umpan Asan Sulfat

- Type = Welding neck
- Ukuran nominal pipa (NPS) = 2 in
- Diameter luar flange (A) = 6 in
- Ketebalan flange minimum (T) = 12/16 in
- Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 3 5/8 in

- Diameter hubungan atas (E) = 3 1/16 in
  - Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 2.4 in
  - Panjang julakan (L) = 2 1/2 in
  - Diameter dalam flange (B) = 2.229 in
4. Nozzle untuk pengeluaran produk
- Type = Welding neck
  - Ukuran nominal pipa (NPS) = 2 1/2 in
  - Diameter luar flange (A) = 7 in
  - Ketebalan flange minimum (T) = 14/16 in
  - Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 4 1/8 in
  - Diameter hubungan atas (E) = 3 9/16 in
  - Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 2.88 in
  - Panjang julakan (L) = 2 3/4 in
  - Diameter dalam flange (B) = 3.6738 in
5. Nozzle untuk Man Hole
- Type = Welding neck
  - Ukuran nominal pipa (NPS) = 20 in
  - Diameter luar flange (A) = 27 1/2 in
  - Ketebalan flange minimum (T) = 1 11/16 in
  - Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 23 in
  - Diameter hubungan atas (E) = 22 in
  - Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 20 in
  - Panjang julakan (L) = 5 11/16 in
  - Diameter dalam flange (B) = 19.25 in
6. Nozzle untuk steam inlet dan kondensat outlet
- Type = Welding neck
  - Ukuran nominal pipa (NPS) = 1 in
  - Diameter luar flange (A) = 3 1/2 in
  - Ketebalan flange minimum (T) = 7/16 in
  - Diameter luar bagian yang menonjol (R) = 1 in
  - Diameter hubungan atas (E) = 1 in
  - Diameter hub. pada titik pengelasan (K) = 0.84 in
  - Panjang julakan (L) = 1 7/8 in
  - Diameter dalam flange (B) = 0.62 in
7. Jaket Pendingin
- Bahan konstruksi = Stainless Steel SA 240 Grade M type 316
  - diameter luar ( $do_j$ ) = 38 in
  - diameter dalam ( $di_j$ ) = 37.6250 in
  - tinggi jaket ( $L_j$ ) = 114.7598 in
  - tebal jaket ( $ts_j$ ) = 3/16 in

- tebal tutup bawah jaket ( $t_{hb_j}$ ) = 0.1321 in
  - tinggi tutup bawah jaket ( $hb_j$ ) = 18.1781 in
8. Flange
- Bahan konstruksi = Carbon Steel SA 240 Grade M type 316
  - Tensile strength minimum = 75000 psia
  - Allowable stress (f) = 18750
  - Tebal flange = 4.3713 in
  - Diameter dalam (Di) flange = 125.16 in
  - Diameter luar (Do) flange = 129.1556 in
  - Type flange = Ring flange loose type
9. Bolting
- Bahan konstruksi = Carbon Steel SA 193 Grade B8c type 347
  - Tensile strength minimum = 75000 psia
  - Ukuran baut = 1 in
  - Jumlah baut = 5 buah
  - Allowable stress (f) = 15000
10. Gasket
- Bahan gasket = Asbestos filled
  - Lebar (L) = 0.03 in
  - Tebal gasket (n) = 3/16 in
  - Gasket faktor (m) = 3.75
  - Diameter rata-rata (G) = 119.6875 in
- 11 Sistem Penyangga
- Jenis = Kolom I beam
  - Jumlah = 4 buah
  - Panjang (L) = 131.3878 in
  - Ukuran I beam = 20 x 6 1/2 in<sup>2</sup>
  - Area of section (Ay) = 19.08 in
  - Depth of beam (h) = 20 in
  - Width of flange (b) = 6.25 in
  - Axis (r) = 7.83 in
- 12 Base Plate
- Panjang (p) = 21 in
  - Lebar (l) = 18 in
  - Tebal (t) = 2 in
  - Ukuran baut = 7/8 in
  - Jumlah baut = 4 buah
  - Bahan = Carbon Steel
- 13 Lug
- Lebar = 9.8750 in
  - Tebal = 4.6975 in
  - Tinggi = 20.3949 in

**14 Gusset**

- Lebar gusset = 35.1250 in
- Tebal gusset = 1.7615 in
- Tinggi gusset = 10.7500 in

**15 Sistem Pondasi**

- Luas atas = 15 x 15 in
- Luas bawah = 25 x 25 in
- Tinggi Pondasi = 20 in
- Bahan = Cemen Sand dan Gravel

## BAB VII

### INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA

Untuk mendapat kualitas dan kuantitas produk yang diinginkan serta keselamatan baik karyawan maupun alat proses, maka instrumentasi dan keselamatan kerja merupakan dua faktor yang sangat diperlukan. Instrumentasi digunakan untuk mengetahui dan mengendalikan jalannya proses agar produksi menjadi optimal. Keselamatan kerja digunakan untuk mencegah kerugian nyawa, materi, alat-alat, sarana dan prasarana pabrik yang dapat timbul sewaktu-waktu.

#### 7.1. Instrumentasi

Instrumentasi merupakan peralatan yang sangat penting dalam mengamati, mengontrol dan mengendalikan proses produksi suatu industri. Pengontrolan atau pengendalian proses dipasang pada unit pabrik yang benar-benar memerlukan pengontrolan atau pengendalian secara cermat dan akurat agar kapasitas produksi sesuai dengan yang diharapkan. Pemilihan dan penempatan alat pengendali ini sangat penting karena menyangkut harga alat yang cukup mahal. Instrumentasi dapat dibedakan berdasarkan proses kerjanya, antara lain :

##### a. Manual atau indikator

Manual atau indikator yaitu alat pengamatan yang dipasang pada alat proses dimana kondisi prosesnya tidak memerlukan ketelitian. Pada peralatan proses ini hanya dipasang penunjuk atau pencatat saja yang bisa berupa penunjuk (*indikator*) atau perekam (*recorder*).

##### b. Otomatis

Otomatis yaitu *controller* yang dipasang pada alat proses dimana kondisi prosesnya memerlukan ketelitian kondisi prosesnya. Perubahan kondisi proses sedikit saja akan mempengaruhi produk baik kualitas maupun kuantitasnya sehingga alat proses ini perlu dipasang alat pengendali (*controller*).

Pada pra rencana pabrik etilen glikol ini menggunakan instrumentasi atau alat kontrol otomatis dan manual. Hal ini tergantung dari system peralatan dan faktor pertimbangan teknis serta ekonomisnya.

Tujuan pemasangan alat instrumentasi adalah :

1. Menjaga keamanan operasi suatu proses dengan jalan menjaga variabel proses, berada dalam operasi proses yang aman serta mendeteksi situasi bahaya dengan membuat tanda-tanda bahaya dan memutus hubungan secara otomatis.
2. Mendapat rate atau laju alir produksi sesuai dengan yang diinginkan
3. Menjaga kualitas produk
4. Mempermudah pengoperasian alat
5. Keselamatan dan efisien kerja lebih terjamin.

Macam-macam instrumentasi yang digunakan di pra rencana pabrik ammonium sulfat adalah:

1. Level Indikator (LI) : Merupakan alat instrumentasi penunjuk ketinggian liquida dalam suatu tangki.
2. Pressure Indikator (PI) : Merupakan alat instrumentasi untuk memberi indikator tekanan dalam tangki
3. Flow Controller (FC) : Merupakan instrumentasi pengendali laju alir
4. Temperatur Controller (TC) : Merupakan instrumentasi pengendali untuk mengatur suhu proses
5. Pressure Controller (PC) : Merupakan instrumentasi pengendali tekanan suatu proses
6. Level Controller (LC) : Merupakan alat instrument pengendali ketinggian liquida dalam tangki.

Tabel 7.1. Instrumentasi peralatan pabrik ammonium sulfat

NO	KODE	NAMA ALAT	INSTRUMENT
1	R-110	Reaktor	LC, PC, TC, FC
2	F-111	Storage H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	LI
3	E-113	Heater	TC
4	E-114	Kondensor	TC
5	F-115	Storage NH <sub>3</sub>	PI
6	G-116	Ekspander	PC
7	E-117	Heater	TC
8	F-118	Tangki penampung NH <sub>3</sub>	PI
9	H-134	Heater udara	TC

## 7.2. Keselamatan Kerja

Dalam suatu lingkungan pabrik, keselamatan kerja harus mendapat perhatian yang cukup besar dan tidak boleh diabaikan karena menyangkut keselamatan manusia dan kelancaran kerja. Dengan memperhatikan keselamatan kerja yang baik dan teratur, secara psikologis dapat meningkatkan konsentrasi pekerja sehingga produktifitas dan efisiensi kerja meningkat pula. Usaha untuk menjaga keselamatan kerja bukan semata-mata ditujukan pada faktor manusia saja, tapi juga pada peralatan pabrik. Dengan terpeliharanya peralatan proses, maka peralatan pabrik dapat beroperasi dalam jangka waktu yang lama.

Secara umum pada Pra Rencana Pabrik Ammonium sulfat ini ada 4 macam bahaya yang dapat terjadi dan harus mendapatkan perhatian pada perencanaan, yaitu:

### a. Bahaya kebakaran dan peledakan

Pencegahan terhadap bahaya kebakaran dan peledakan bertujuan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya kecelakaan terhadap pekerja maupun kerusakan peralatan yang mengakibatkan terhentinya proses produksi. Terjadinya bahaya ini disebabkan oleh:

1. Valve atau pipa tangki penyimpanan terjadi kebocoran yang mengakibatkan percikan api di sekitar storage sehingga mengakibatkan tangki meledak, atau terjadinya kontak antara bahan dengan gas oksigen dari udara.
2. Terjadinya hubungan singkat (konsleting) pada saklar, stop kontak atau alat listrik lainnya baik pada peralatan instrumentasi maupun pada peralatan listrik sederhana seperti lampu, radio, computer, mesin fax dan lain-lain.

Untuk mencegah atau mengurangi kemungkinan terjadinya kebakaran antara lain:

1. Memasang pipa air melingkar (water hydrant) di seluruh area pabrik.
2. Memasang alat pemadam kebakaran yang mudah dijangkau di setiap tempat rawan ledakan dan kebakaran, terutama disekitar alat-alat proses bertekanan dan bersuhu tinggi.
3. Pemasangan alat-alat listrik harus ditata sedemikian rupa sehingga tidak berdekatan dengan sumber panas.
4. Memasang plakat-plakat, slogan-slogan atau Standard Operational Procedures (SOP) pada setiap proses yang menerangkan bahaya dari proses atau alat yang bersangkutan.

**b. Bahaya mekanik**

Bahaya mekanik disebabkan oleh pengerjaan konstruksi bangunan atau alat proses yang tidak memenuhi syarat. Hal-hal yang harus diperhatikan untuk mencegah atau mengurangi terjadinya bahaya ini adalah:

1. Perancangan alat harus sesuai dengan aturan yang berlaku termasuk pemilihan bahan konstruksi, pertimbangan faktor korosi. Perancangan alat under design biasanya lebih besar menciptakan bahaya ini.
2. Pemasangan alat-alat pengendali atau indikator yang baik dan sesuai, serta perlu pemasangan alat pengaman proses pada alat-alat yang beresiko besar menciptakan terjadinya bahaya mekanik.

**c. Bahaya terhadap kesehatan dan jiwa manusia**

Untuk menjaga keselamatan karyawan perlu adanya kesadaran dari seluruh karyawan agar dapat bekerja dengan baik dan efektif agar tidak membahayakan keselamatan jiwanya dan orang lain. Oleh karena itu pengetahuan tentang Kesehatan dan Keselamatan kerja (K3) perlu diketahui oleh seluruh karyawan, dari mulai karyawan operator proses sampai karyawan administrasi.

Perusahaan akan mengadakan semacam pelatihan atau penyuluhan pada seluruh karyawan terutama karyawan baru agar sosialisasi K3 lebih efektif tercipta lingkungan kerja. Pelatihan atau penyuluhan K3 akan berbeda bagi setiap karyawan tergantung pada bagian mana karyawan bekerja. Apabila operator proses, karyawan wajib mengetahui cara-cara pemakaian alat-alat pelindung (seperti masker, topi, safety belt, sepatu, sarung tangan, dan lain-lain) dan mengetahui bahaya-bahaya yang akan terjadi mulai dari tangki bahan baku sampai tangki atau storage. Sedangkan karyawan gudang wajib mengetahui prosedur penggunaan kendaraan pengangkut sampai cara penyusunan kemasan produk. Selain itu pembuatan ventilasi setiap ruangan harus disesuaikan standard WHO (World Health Organization) agar lingkungan kerja yang sehat dapat meningkatkan produktifitas karyawan dalam bekerja.

**d. Bahaya listrik**

Bahaya pengoperasian maupun perbaikan instalasi listrik hendaknya selalu menggunakan alat pengaman yang disediakan pabrik, sehingga para pekerja dapat terjaga keselamatannya. Hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Semua bagian pabrik harus diberi penerangan yang cukup

2. Peralatan yang penting seperti switcher dan transformator diletakan di tempat yang aman dan tersendiri.
3. Peralatan listrik di bawah tanah sebaiknya diberi tanda ayang jelas.

Alat pelindung yang diperlukan dapat terlihat pada tabel berikut ini :

Tabel 7.2. Alat-alat keselamatan kerja pada pabrik

No	Nama Alat Pengaman	Pekerja yang Dilindungi
1.	Masker	Petugas yang bekerja pada areal proses dan laboratorium, boiler dan bengkel
2.	Helm pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
3.	Sepatu pengaman	Petugas yang bekerja pada areal proses dan bengkel.
4.	Sarung tangan	Petugas yang bekerja pada areal proses, bengkel dan Laboratorium
5.	<i>Hydrant</i>	Petugas yang bekerja pada tempat bahan baku, daerah bahan bakar, areal proses, dan gudang.

Table 7.3. Indikasi atau pengenalan bahaya

No	Bahan	Bahaya	Alat pelindung
1	Asam sulfat ( $H_2SO_4$ )	- Menyebabkan iritasi pada kulit dan mata - Menyebabkan terganggunya pernafasan	Sarung tangan dan kacamata Masker
2	Ammoniak ( $NH_3$ )	- Menyebabkan iritasi pada kulit dan mata - Menyebabkan gangguan pernafasan	Sarung tangan kacamata Masker

Tabel 7.4. Tindakan pertolongan pertama

No	Bahan	Tindakan Pertolongan Pertama		
		Kontak Dengan Mata	Kontak Dengan Kulit	Kontak Dengan Pernafasan
1	Asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Bilas mata dengan air selama 15 menit, disarankan menggunakan air hangat dan berikan perawatan medis	Basuh dengan air, tutup kulit yang terkena iritasi dengan pereda nyeri, cuci pakaian yang terkontaminasi dan berikan perawatan medis	Beri udara segar, jika tidak bisa bernafas berikan nafas buatan dan berikan perawatan medis
2	Ammoniak (NH <sub>3</sub> )	Bilas mata dengan air selama 15 menit, disarankan menggunakan air hangat dan berikan perawatan medis	Basuh dengan air, cuci pakaian yang terkontaminasi dan berikan perawatan medis	Berikan udara segar, jika tidak bisa bernafas berikan nafas buatan dan berikan perawatan medis

## **BAB VIII**

### **UTILITAS PABRIK**

Unit utilitas pada suatu pabrik adalah salah satu bagian yang sangat penting untuk menunjang jalannya proses produksi dalam suatu industri kimia, sehingga kapasitas produksi semaksimal mungkin dapat dicapai. Unit utilitas yang diperlukan pada Pra Rencana Pabrik Ammonium sulfat ini yaitu :

- Air yang berfungsi sebagai 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 :

1. Unit penyediaan steam
2. Unit penyediaan air
3. Unit penyediaan tenaga listrik
4. Unit penyediaan bahan bakar

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

##### **a. Air umpan boiler**

Air umpan boiler merupakan bahan baku pembuatan steam yang berfungsi sebagai media pemanas. Kebutuhan steam Pra Rencana Pabrik Ammonium sulfat sebesar 13.262,5474 kg/jam. Air umpan boiler yang disediakan dengan excess 20% sebagai pengganti steam yang hilang yang diperkirakan adanya kebocoran akibat transmisi dan faktor keamanan 5%. Sehingga kebutuhan air umpan boiler adalah sebanyak 24.501,7252 kg/jam.

Steam yang digunakan adalah saturated steam yang mempunyai tekanan 69,108 psia dan temperatur 150 °C. Steam yang telah menjadi kondensat dikembalikan lagi ke tangki penampung.

Air untuk keperluan ini harus memenuhi syarat-syarat agar tidak merusak boiler (ketel), maka air umpan boiler harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- total padatan (total dissolved solid) = 3500 ppm
- alkalinitas = 700 ppm
- padatan terlarut = 300 ppm
- silica = 60 – 100 ppm
- besi = 0.1 mg/L
- tembaga = 0.5 mg/L
- oksigen = 0.007 mg/L
- kesadahan (hardness) = 0
- kekeruhan = 175 ppm
- minyak = 7 ppm
- residual fosfat = 140 ppm

Selain harus memenuhi persyaratan tersebut diatas, air umpan boiler harus bebas dari :

- Zat-zat yang menyebabkan korosi, yaitu gas-gas terlarut seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>.
- Zat-zat yang dapat menyebabkan busa, yaitu organik, anorganik dan zat tak terlarut dalam jumlah besar.

Untuk memenuhi persyaratan tersebut dan mencegah kerusakan pada boiler, sebelum digunakan air umpan boiler harus diolah dulu, melalui :

- Demineralisasi, untuk menghilangkan ion-ion pengganggu.
- Daerator, untuk menghilangkan gas-gas terlarut

#### **b. Air Pendingin**

Air pendingin digunakan untuk peralatan yang memerlukan pendingin yaitu Reaktor dan kondensor. Adapun kebutuhan air pendingin adalah sebesar 14.180,9678 kg/jam. Dari jumlah total air pendingin yang diperlukan, untuk faktor keamanan maka direncanakan air pendingin yang disuplai adalah 10% excess dari jumlah kebutuhan air pendingin dan *Make Up*. Maka air pendingin yang disediakan oleh cooling tower adalah 16.379,0178 kg/j.

#### **c. Air Sanitasi**

Air sanitasi digunakan untuk keperluan laboratorium, kantor, air untuk mencuci, mandi, taman, dan lain-lain. Air sanitasi yang dibutuhkan sebesar 4.479,8132 kg / jam.

Standart air sanitasi yang harus dipenuhi :

- Syarat fisik

- tidak berwarna
- tidak berbau
- tidak berbusa
- mempunyai suhu dibawah suhu udara
- kekeruhan kurang dari 1 ppm SiO<sub>2</sub>
- pH netral
- Syarat kimia
  - Tidak beracun
  - Tidak mengandung bakteri ion patogen yang dapat merubah sifat-sifat fisik air
- Syarat mikrobiologis
  - Tidak mengandung kuman maupun bakteri, terutama bakteri pathogen yang dapat merubah sifat fisik air

## 8.2. Unit Penyediaan Steam

Bahan baku pembuatan steam adalah Air Umpan Boiler. Steam yang dibutuhkan dalam proses pembuatan *Ammonium sulfat* sebanyak 24.501.7252 kg/jam mempunyai kondisi :

- Tekanan : 69,108 psia
- Temperatur : 150 °C

Zat-zat yang terkandung dalam air umpan boiler yang dapat menyebabkan kerusakan pada boiler adalah :

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

Syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh air umpan boiler :

### a. Tidak boleh berbuih (berbusa)

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

- Kesulitan pembacaan tinggi liquida dalam boiler.

- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat yang mengakibatkan adanya solid-solid yang menempel dan mengakibatkan terjadinya korosi dengan adanya pemanasan lebih lanjut.

Untuk mengatasi hal ini perlu adanya pengontrolan terhadap adanya kandungan Lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan boiler.

b. Tidak boleh membentuk kerak pada boiler

Kerak dalam boiler akan menyebabkan :

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

c. Tidak boleh menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa boiler disebabkan oleh keasaman (pH rendah), minyak dan lemak, bikarbonat dan bahan organik, serta gas  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ , yang terlarut dalam air. Reaksi elektrokimia antara besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja, yaitu :

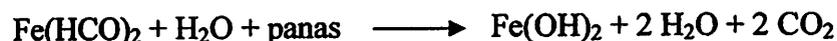


Tetapi jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hydrogen yang terbentuk akan bereaksi membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut terjadilah korosi menurut reaksi :



Adanya bikarbonat dalam air akan menyebabkan terbentuknya  $CO_2$ , karena pemanasan dan adanya tekanan.  $CO_2$  yang terjadi bereaksi dengan air menjadi asam karbonat. Asam karbonat akan bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Dengan adanya pemanasan (kalor), garam bikarbonat ini menjadi  $CO_2$  lagi.

Reaksi yang terjadi :



### 8.3. Unit Penyediaan Tenaga Listrik

Listrik yang dibutuhkan pada Pra Rencana Pabrik Ammonium sulfat ini meliputi :

- Proses : 190,8992 kW

- Penerangan : 71,544 kW

Kebutuhan listrik untuk proses, penerangan, instrument dan lain-lain dipenuhi oleh PLN. Sedangkan apabila ada listrik padam, maka digunakan satu generator AC bertenaga diesel berkekuatan 350 kW dengan satu buah sebagai cadangan.

#### 8.4. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Bahan bakar yang dibutuhkan oleh pabrik Ammonium sulfat, yaitu pada boiler sebesar 194,5012 Liter/Jam. Bahan bakar yang digunakan adalah Diesel Oil, pemilihan jenis bahan bakar yang digunakan berdasarkan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut :

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

*Dari tabel 9.9 dan fig. 9-9 Perry 6th ed, didapat :*

- Flash point = 38 °C (100 °F)
- Pour point = - 6 °C (21,2 °F)
- Densitas = 0.8 kg/L
- Heating value = 19.200 btu/lb

#### Proses Pengolahan Air Pada Unit Pengolahan Air

Air sungai digunakan untuk memenuhi kebutuhan air proses, air sanitasi, air pendingin dan air umpan boiler.

Proses pengolahan air sungai tersebut adalah :

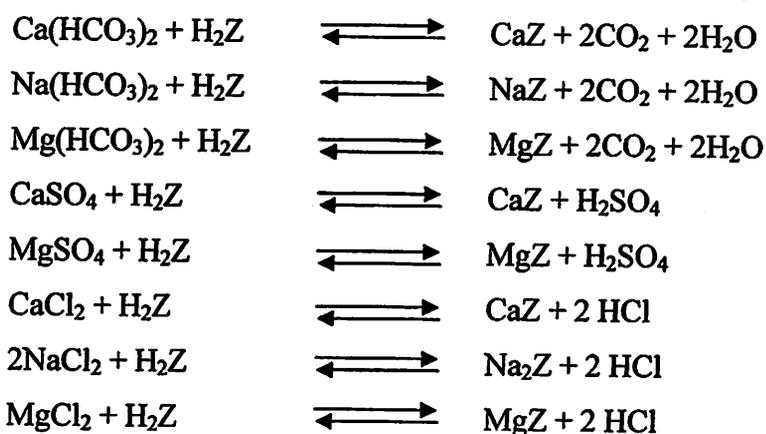
Air dari sungai dipompa dengan pompa menuju bak sedimentasi untuk menghilangkan lumpur-lumpur yang terikut. Kemudian dipompa menuju bak skimmer yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran yang terapung dalam air sungai. Dari bak skimmer air dipompa menuju tangki clarifier. disini terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan alum sebagai zat koagulan dan diadakan pengadukan dengan kecepatan yang cepat dan lambat agar terbentuk flok dan mengendap. Setelah terjadi proses koagulasi dan flokulasi dalam bak clarifier, kemudian air menuju ke sand filter untuk menyaring kotoran-kotoran yang masih tersisa.

Dari sand filter air masuk ke bak air bersih dan diolah sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu :

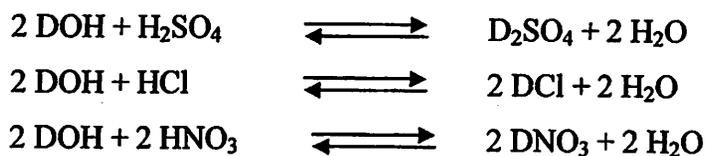
**a. Pengolahan air umpan boiler**

Pelunakan air umpan boiler yang dilakukan dengan pertukaran ion dalam demineralisasi yang terdiri dari dua tangki, yaitu tangki kation exchanger dan anion exchanger. Kation exchanger yang digunakan adalah resin zeolit ( $H_2Z$ ) dan anion yang digunakan adalah deacidite (DOH).

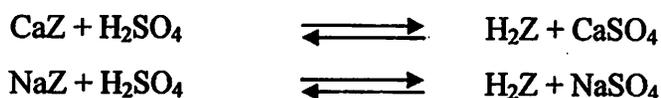
Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa menuju kation exchanger (D-210A). dalam tangki kation exchanger terjadi reaksi-reaksi sebagai berikut :

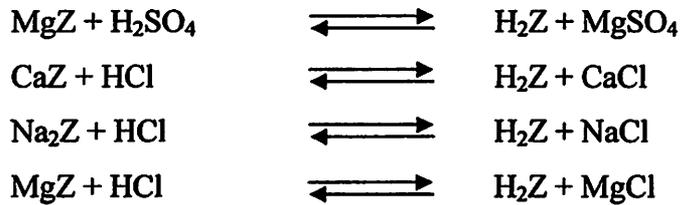


Ion-ion bikarbonat, sulfat dan klor diikat dengan ion Z membentuk  $\text{CO}_2$  dan air,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HCl}$ . Selanjutnya air yang bersifat asam ini dialirkan ke tangki anion exchanger (D-210B) untuk dihilangkan anion-anion yang mengganggu proses. Resin yang dipakai dalam anion exchanger adalah Deacidite (DOH). Dalam tangki anion exchanger terjadi reaksi sebagai berikut :

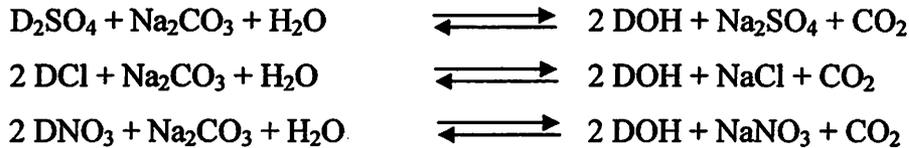


Pemakaian resin yang terus menerus menyebabkan resin tidak aktif lagi. Hal ini dapat diketahui dengan pemeriksaan kesadahan air umpan boiler. Resin yang sudah tidak aktif menunjukkan bahwa resin sudah tidak jenuh dan perlu diregenerasi. Regenerasi hydrogen exchanger dilakukan dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Dengan reaksi sebagai berikut :





Sedangkan regenerasi anion exchanger dengan menggunakan larutan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  atau  $\text{NaOH}$ . Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Setelah keluar dari demineralisasi, air umpan boiler telah terbebas dari ion-ion pengganggu. Untuk memenuhi kebutuhan umpan boiler, air lunak ditampung dalam bak air lunak yang selanjutnya dipompa ke deaerator untuk menghilangkan gas impurities pada air umpan boiler dengan sistem pemanasan. Dari deaerator air siap diumpankan ke boiler dengan pompa. Steam yang dihasilkan boiler didistribusikan ke peralatan dan kondensat yang dihasilkan direcycle

#### **b. Pengolahan air pendingin**

Untuk memenuhi kebutuhan air pendingin, air dari bak air lunak dipompa ke bak air pendingin kemudian didistribusikan ke peralatan dengan pompa. Setelah digunakan, air direcycle ke cooling tower dan selanjutnya dari cooling tower, air direcycle ke bak air pendingin kembali.

#### **c. Pengolahan air sanitasi**

Air dari bak air bersih dialirkan dengan pompa menuju bak klorinasi dan ditambahkan desinfektan klor ( $\text{Cl}_2$ ) sebanyak 14,33 kg/jam yang diinjeksikan langsung kedalam pipa. Dari bak klorinasi, air dialirkan menuju bak air sanitasi dengan menggunakan pompa dan siap digunakan sebagai air sanitasi.

### **8.5. Pengolahan limbah**

Limbah yang dihasilkan dalam Pra Rencana Pabrik Ammonium sulfat ditampung dalam tangki penampung limbah untuk selanjutnya di olah menjadi zat cair yang tidak membahayakan lingkungan.

## **BAB IX**

### **TATA LETAK PABRIK**

#### **9.1. Lokasi Pabrik**

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

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

#### **9.1. Tata Letak Pabrik (Plant Lay Out)**

Tata letak pabrik adalah suatu rencana dari pengaturan yang paling efektif dan fasilitas-fasilitas fisik dan tenaga kerja untuk menghasilkan produk. Tata letak pabrik meliputi perencanaan kebutuhan ruangan untuk semua aktivitas dalam suatu pabrik yang meliputi kantor, gudang, kamar dan semua fasilitas lain yang ada hubungannya dengan keseluruhan operasi proses dalam rangka menghasilkan produk.

Tujuan utama perencanaan tata letak pabrik adalah untuk memperoleh laba maksimum dengan jalan pengaturan semua fasilitas pabrik untuk memanfaatkan yang sebesar-besarnya dari keseluruhan perangkat produksi meliputi manusia, bahan, mesin dan modal. Hal-hal khusus yang harus diperhatikan dalam pembuatan plant lay out pabrik Ammonium sulfat adalah:

- Distribusi secara ekonomis dari kebutuhan sarana utilitas meliputi steam, air, listrik dan bahan bakar.
- Kemungkinan perluasan pabrik dimasa depan.
- Kemungkinan timbulnya bahaya-bahaya seperti kebakaran, ledakan, timbulnya gas/asap dan lain-lain.
- Masalah penyaluran zat-zat buangan pabrik.
- Adanya ruangan yang cukup untuk pergerakan pekerja dan pemindahan barang-barang.
- Pondasi bangunan dan mesin.

- Bentuk dan kerangka bangunan
- Penerangan ruangan, ventilasi pendingin ruangan dan fasilitas-fasilitas lain seperti menara pendingin, peralatan udara tekan, system pengolahan air limbah, peralatan tenaga listrik darurat, pemadam kebakaran dan lain-lain.

Tata letak pabrik (Plant Lay Out) dibagi menjadi 2 bagian yaitu:

1. Master Plot Plant

2. Process Lay Out

1. **Master Plot Plant**

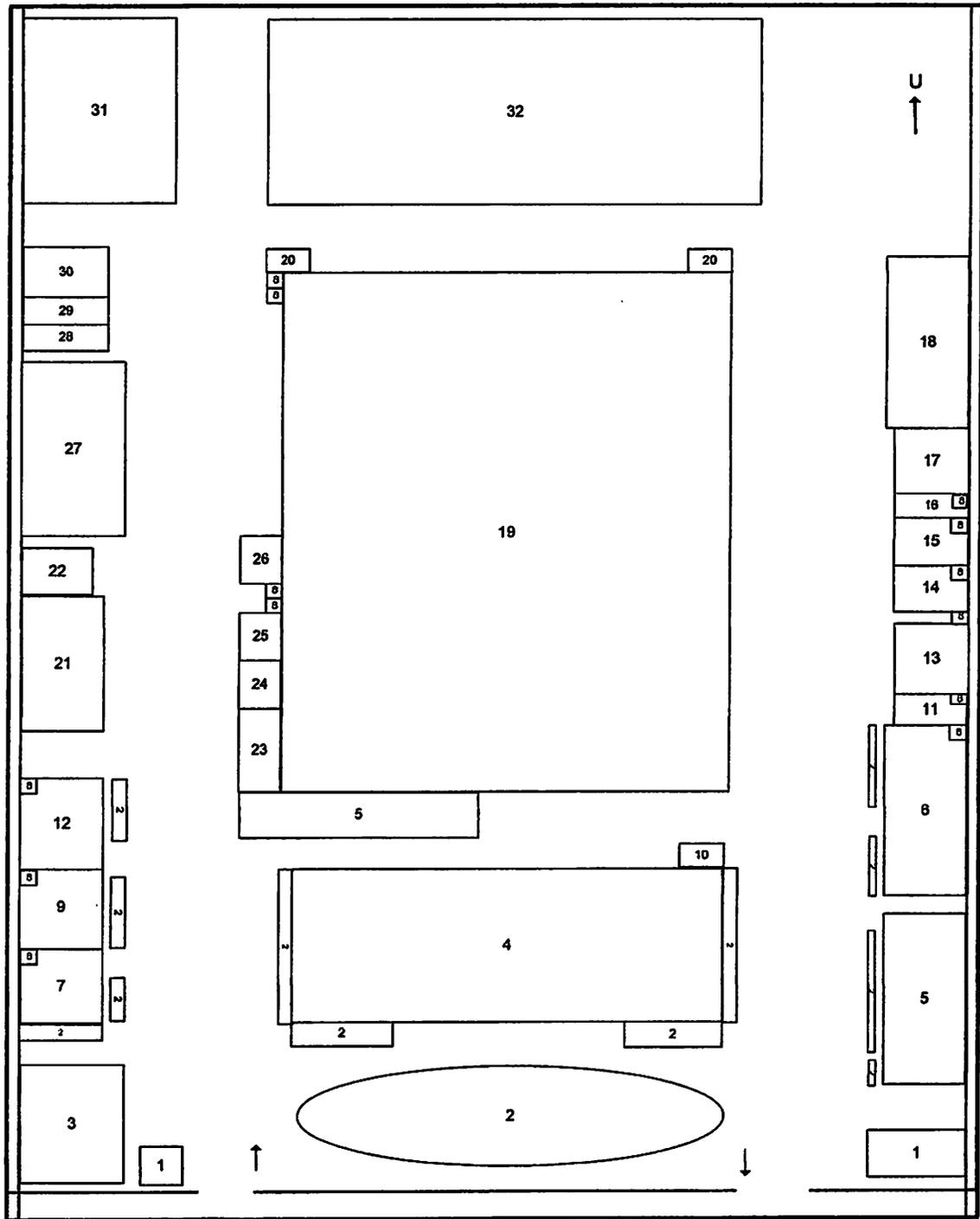
Master Plot Plant adalah suatu peletakan peralatan dan bangunan secara keseluruhan yaitu meliputi areal proses, areal penyimpanan serta areal material handling sedemikian rupa sehingga pabrik bisa beroperasi secara efektif dan efisien. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan peralatan didalam pabrik:

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan yang satu dengan peralatan yang lain untuk memudahkan pengoperasian, pemeriksaan, perawatan serta dapat menjamin keselamatan kerja menurut fungsinya masing-masing.
- Aanya kesinambungan antara alat yang satu dengan yang lain.
- Diusahakan dapat menimbulkan suasana kerja yang menyenangkan

Table 9.1. Perincian Luas Daerah Pabrik

No	Daerah	Ukuran (m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos kcamanan	2 (4x5)	40
2	Taman	10x50	500
3	Parkir kendaraan tamu	10x10	100
4	Kantor pusat	21x50	1050
5	Parker kendaraan operasional dan karyawan	10x40	400
6	Gedung serbaguna (aula)	10x20	200
7	Kantor penelitian dan pengembangan (R&D)	15x10	150
8	Toilet	2(3x3) + 13(2x3)	96
9	Kantor sumberdaya manusia	10x10	100

10	Dapur	4x5	20
11	Perpustakaan	10x10	100
12	Laboratorium dan pengendalian mutu	15x15	225
13	Musholla	10x10	100
14	Kantin	10x12	120
15	Koperasi	5x5	25
16	Poliklinik	10x12	120
17	Pemadam kebakaran	10x15	150
18	Storage bahan baku	40x30	1200
19	Area proses	50x56	2800
20	Timbangan truk	2(10x10)	200
21	Garasi	20x7	140
22	Bengkel	10x15	150
23	Manager produksi dan teknik	10x8	80
24	Depertmen produksi	10x8	80
25	Deparmen teknik	10x8	80
26	Gudang produk	54x27	1458
27	Ruang kontrol	10x10	100
28	Generator	10x10	100
29	Bahan bakar	10x8	80
30	Boiler	10x15	150
31	Utilitas	30x40	1200
32	Area perluasan pabrik	70x80	5600
	jumlah		16914



(skala 1:100)

9.1. Tata letak pabrik Ammonium sulfat

## 2. Process Lay Out

Dalam perencanaan process layout ada beberapa hal yang harus diperhatikan yaitu:

### 1. Aliran bahan baku dan produk

Pengaturan aliran bahan baku dan produk yang tepat dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi

### 2. Aliran udara

Aliran udara dan ventilasi disekitar area proses harus lancar agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat yang dapat menyebabkan akumulasi bahan-bahan kimia berbahaya

### 3. Pencahayaan

Penerangan seluruh area pabrik terutama daerah proses harus memadai, apalagi pada tempat-tempat yang prosesnya berbahaya sangat membutuhkan penerangan khusus

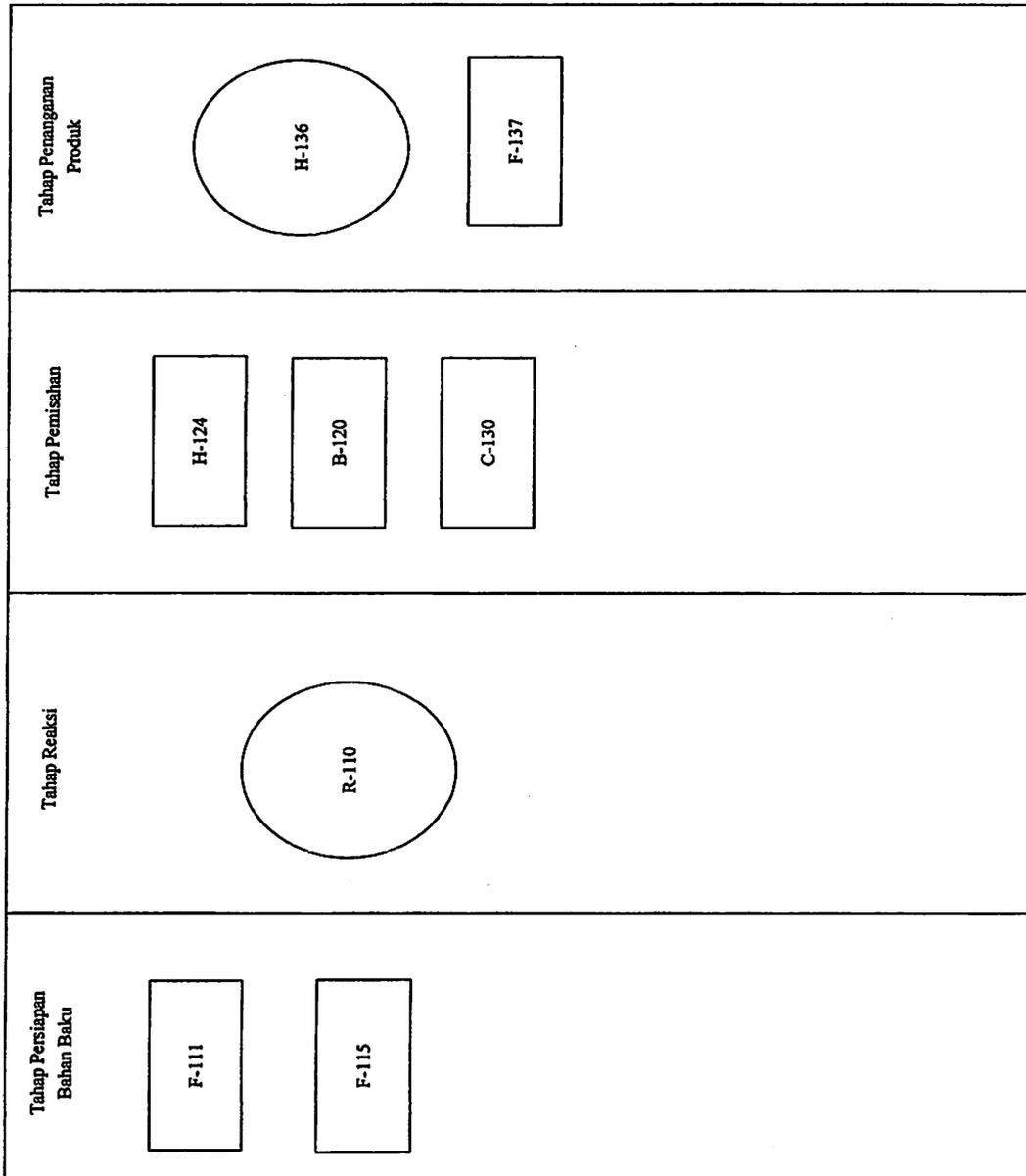
### 4. Lalu lintas manusia

Dalam perencanaan process lay out perlu memperhatikan ruang gerak pekerja agar dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus seperti kerusakan peralatan alat dapat segera teratasi

### 5. jarak antar alat dan proses

untuk alat proses bertekanan tinggi atau bersuhu tinggi sebaiknya berjauhan dari alat lainnya agar bila terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat ke alat proses lainnya.

Tata letak peralatan proses ini secara garis besar berorientasi pada keselamatan dan kenyamanan pekerja sehingga dapat meningkatkan produktifitas kerja.



Gambar 9.2. tata letak proses pabrik Ammonium sulfat

**Keterangan:**

F-111 : Storage  $H_2SO_4$

F-115 : Storage  $NH_3$

R-110 : Reaktor

H-124 : Centrifuge

B-120 : Rotary Dryer

C-130 : Ball Mill

H-136 : Screening

F-137 : Bin Produk

## **BAB X**

### **STRUKTUR ORGANISASI**

Kelancaran dan kontinuitas suatu pabrik merupakan hal yang penting dan menjadi tujuan utama setiap perusahaan. Hal tersebut dapat ditunjang dengan adanya struktur organisasi yang baik.

Struktur organisasi dapat memberikan wewenang pada setiap perusahaan untuk melaksanakan tugas yang dibebankan kepadanya. Juga mengatur sistem dan hubungan struktural antar fungsi atau orang – orang dalam hubungan satu dengan yang lainnya pada pelaksanaan fungsi mereka.

#### **10.1 Bentuk Perusahaan**

Pabrik Ammonium sulfat ini direncanakan berstatus perusahaan swasta nasional yang berbentuk Perseroan Terbatas (PT), bentuk ini digunakan dengan alasan :

1. Mudah mendapatkan modal dari penjualan saham setelah pabrik berjalan optimum dengan validitas yang jelas.
2. Kekayaan perusahaan terpisah dari kekayaan pemegang saham.
3. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sebab segala sesuatu yang menyangkut perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya seorang pemegang saham, direksi atau karyawan.

#### **10.2 Sistem Organisasi Perusahaan**

Struktur organisasi yang digunakan adalah sistem garis dan staff. Alasan pemilihan sistem garis dan staff adalah :

1. Biasa digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus.
2. Terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah, sehingga disiplin kerja lebih baik.
3. Sering digunakan dalam perusahaan yang memproduksi secara massal.
4. Masing-masing kepala bagian/manager secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan untuk mencapai tujuan.
5. Pimpinan tertinggi pabrik dipegang oleh seorang direktur yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan wakil-wakil dari pemegang saham dan dilengkapi dengan staff ahli yang bertugas memberikan saran kepada direktur.

Di samping alasan tersebut ada beberapa kebaikan yang dapat mendukung pemakaian sistem organisasi staf dan garis yaitu :

1. Dapat digunakan oleh setiap organisasi besar, apapun tujuannya, betapapun luas tugasnya dan betapapun kompleks susunan organisasinya.
2. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dapat diambil, karena adanya staf ahli.
3. Perwujudan "the right man in the right place" lebih mudah dilaksanakan.

Dari kelebihan-kelebihan sistem organisasi garis dan staf di atas maka dapat dipakai sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan sistem organisasi perusahaan pada Pra Rencana Pabrik Ammonium sulfat ini, yaitu menggunakan sistem organisasi garis dan staf. Pembagian tanggung jawab dan wewenang berdasarkan departementasi. Pada setiap departemen dibagi lagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil lagi yaitu divisi. Selanjutnya tiap divisi dibagi lagi menjadi unit-unit.

Setiap departemen dipimpin oleh seorang manajer yang dibantu oleh asisten manajer, sedangkan untuk divisi dikepalai oleh seorang divisi manajer yang dibantu oleh asisten divisi manajer.

### **10.3 Tugas dan Tanggung Jawab Organisasi**

#### **1. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah sekelompok orang yang ikut dalam pengumpulan modal untuk mendirikan pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Pemegang saham adalah pemilik perusahaan yang besarnya tergantung dari prosentase kepemilikan saham. Kekayaan pribadi pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Penanam saham wajib menanamkan modalnya paling sedikit 1 tahun. Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS) adalah rapat dari pemegang saham yang memiliki kekuasaan tertinggi dalam mengambil keputusan untuk kepentingan perusahaan, dan merekalah yang memilih Direktur dan Dewan Komisaris dalam RUPS. RUPS biasanya dilakukan paling sedikit sekali dalam setahun, atau selambat-lambatnya enam bulan sejak tahun buku yang bersangkutan berjalan (neraca telah aktif).

#### **2. Dewan Komisaris**

Dewan komisaris terdiri dari para pemegang saham perusahaan. Pemegang saham adalah pihak-pihak yang menanamkan modalnya untuk perusahaan dengan

cara membeli saham perusahaan. Besarnya kepemilikan pemegang saham terhadap perusahaan tergantung/sesuai dengan besarnya modal yang ditanamkan, sedangkan kekayaan pribadi dari pemegang saham tidak dipertanggungjawabkan sebagai jaminan atas hutang-hutang perusahaan. Pemegang saham harus menanamkan saham paling sedikit 1 (satu) tahun. Tugas dan wewenang dewan komisaris adalah :

- a. Bertanggung jawab terhadap pabrik secara umum dan memberikan laporan pertanggungjawaban kepada para pemegang saham dalam RUPS.
- b. Menerima pertanggungjawaban dari para manager pabrik.
- c. Mengawasi tindakan direktur agar tidak merugikan perusahaan.
- d. Menyetujui atau menolak rancangan yang diajukan direktur.

### 3. **Direktur Utama**

Posisi direktur utama merupakan pemimpin tertinggi perusahaan secara langsung dan penanggung jawab utama dalam perusahaan secara keseluruhan selama perusahaan berdiri, dimana direktur utama ini membawahi :

- a. Direktur Teknik dan Produksi
- b. Direktur Keuangan dan Administrasi

Tugas dan wewenang direktur utama adalah :

- a. Menetapkan strategi perusahaan, membuat perencanaan kerja dan menginstruksikan cara-cara pelaksanaannya kepada manager.
- b. Mengurus harta kekayaan perusahaan.
- c. Menetapkan sistem organisasi yang dianut dan menetapkan pembagian kerja, tugas, dan tanggung jawab dalam perusahaan untuk mencapai tujuan atau target perusahaan yang telah direncanakan.
- d. Mengadakan koordinasi yang tepat pada seluruh bagian organisasi.
- e. Memberikan instruksi resmi kepada bawahannya untuk melaksanakan tugas masing-masing.
- f. Mempertanggungjawabkan kepada dewan komisaris semua anggaran pembelanjaan dan pendapatan perusahaan.
- g. Selain tugas diatas, direktur utama berhak mewakili perseroan secara sah dan langsung dalam segala hal dan kejadian yang berhubungan dengan kepentingan perusahaan. Dan harus berkonsultasi kepada dewan komisaris setiap akan melakukan tindakan perusahaan yang krusial seperti peminjaman uang ke

Bank, memindahtangankan perseroan untuk menanggung hutang perusahaan, dll).

#### **4. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)**

Libang merupakan staf direktur utama yang terdiri dari ahli teknik dan ahli ekonomi. Divisi Litbang bertugas mengembangkan secara kreatif dan inovatif segala aspek perusahaan terutama yang berkaitan dalam peningkatan kualitas produksi sehingga mampu bersaing dengan produk kompetitor.

Tugas dan wewenang Litbang adalah :

- a. Memberikan nasihat dan informasi mengenai ekonomi dan teknik kepada direktur utama.
- b. Membantu direktur utama dalam bidang penelitian dan pengembangan organisasi perusahaan, teknik proses dan sebagainya, sehingga dapat memajukan perusahaan.

#### **5. Direktur Teknik dan Produksi**

Direktur teknik dan produksi diangkat dan diberhentikan oleh direktur utama, serta bertanggung jawab kepada direktur utama dalam hal :

- a. Kelancaran produksi
- b. Pengawasan peralatan
- c. Pemeliharaan dan perbaikan alat produksi
- d. Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi.

#### **6. Direktur Administrasi dan Keuangan**

Direktur Administrasi dan Keuangan memiliki ruang lingkup kerja yang lebih luas dari Manager teknik dan produksi. Direktur administrasi dan keuangan bertanggung jawab atas segala kegiatan kerja diluar produksi. Semua manajemen perusahaan diatur dan dijalankan oleh bagian administrasi, termasuk strategi pemasaran, pengaturan keuangan perusahaan, hubungan masyarakat, dan mengatur masalah ketenagakerjaan.

## **7. Departemen Quality Control (Pengendalian Mutu)**

Departemen QC bertugas mengawasi mutu bahan baku yang diterima dan produk yang dihasilkan. Selama mengawasi mutu produk, tidak hanya produk jadi saja yang di analisis tapi juga pada setiap tahapan proses.

### **a. Divisi Jaminan Mutu**

Divisi Jaminan Mutu bertanggung jawab kepada Departemen Quality Control yang bertugas untuk melakukan penganalisaan, pengujian dan pengawasan terhadap bahan mentah yang dipasok dan produk/Kuprisulfatpentahidrat yang sudah jadi agar sesuai standar yang telah ditentukan.

### **b. Divisi Pengendalian proses**

Divisi Pengendalian Proses bertanggung jawab kepada Departemen Quality Control untuk mengendalikan kualitas bahan selama proses produksi yang sedang berlangsung, yaitu mengatur komponen bahan baku (raw mix design) sehingga didapat produk dengan kualitas yang diinginkan.

## **8. Departemen Produksi**

Kepala Dept. Produksi bertanggung jawab atas jalannya proses produksi sesuai yang direncanakan, termasuk merencanakan kebutuhan bahan baku agar target produksi terpenuhi.

### **a. Divisi Produksi**

Divisi produksi bertanggung jawab kepada kepala Dept. Produksi atas kelancaran proses. Divisi ini juga mengatur pembagian shift dan kelompok kerja sesuai spesialisasinya pada masing-masing tahapan proses dan mengendalikan kondisi operasi sesuai prosedurnya.

### **b. Divisi Bahan baku**

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Produksi atas ketersediaan bahan baku yang dibutuhkan sesuai banyaknya produksi yang diinginkan sehingga tidak terjadi kekurangan atau kelebihan, mengatur aliran distribusi bahan baku dari storage ke dalam proses.

## **9. Departemen Teknik**

Kepala Dept. Teknik bertanggung jawab atas kelancaran alat-alat proses selama produksi berlangsung, termasuk pemeliharaan alat proses dan instrumentasinya. Apabila ada keluhan pada alat penunjang produksi maka dept. teknik langsung mengatasi masalahnya.

### **a. Divisi Utilitas**

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Teknik mengenai kelancaran alat-alat utilitas.

### **b. Divisi Bengkel & Perawatan**

Bertugas memperbaiki alat-alat atau instrumen yang rusak baik alat produksi maupun peralatan utilitas. Divisi ini juga diharapkan menciptakan alat-alat yang inovatif untuk menunjang kelancaran produksi.

## **10. Departemen Pemasaran**

Kepala Dept. Pemasaran bertanggung jawab dalam mengatur masalah pemasaran produk, termasuk juga melakukan research marketing agar penentuan harga dapat bersaing di pasaran, menganalisis strategi pemasaran perusahaan maupun kompetitor, mengatur masalah dsitribusi penjualan produk ke daerah-daerah, melakukan promosi pada berbagai media massa baik cetak maupun elektronik agar produk dapat terserap konsumen.

### **a. Divisi Pembelian**

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Pemasaran mengenai pembelian bahan baku, alat-alat yang menunjang proses.

### **b. Divisi Penjualan**

Bertanggung jawab kepada kepala Dept. Pemasaran mengenai penjualan produk pada berbagai daerah distribusi sekaligus mensurvei kebutuhannya agar dapat dipasok setiap saat.

### **c. Divisi Promosi dan Periklanan**

Melakukan promosi ke berbagai sumber tentang kelebihan produk perusahaan minimal masyarakat konsumen mengetahui produk yang diproduksi perusahaan.

d. **Divisi Research Marketing**

Melakukan analisis pasar untuk memenangkan persaingan dengan kompetitor dan selalu membuat strategi pemasaran setiap saat sesuai perkembangan di lapangan.

11. **Departemen Keuangan dan Akuntansi**

Kepala Dept. Keuangan dan Akuntansi bertanggung jawab mengatur neraca perusahaan dengan melakukan pembukuan sebaik-baiknya baik pemasukan ataupun pembelanjaan untuk kebutuhan perusahaan, selain itu juga membayarkan gaji ke rekening bank tiap karyawan pada setiap akhir bulan. Dan juga membayarkan jaminan sosial atas pemutusan hak kerja (PHK) karyawan. Dept. Keuangan dan Akuntansi membawahi 2 divisi yaitu :

a. **Divisi Pembukuan**

b. **Divisi Keuangan**

12. **Departemen Umum**

Kepala Dept. umum bertugas untuk merencanakan dan mengelola hal-hal yang bersifat umum. Departemen ini mengatur masalah administrasi, Keamanan dan keselamatan, lingkungan serta hubungan antara perusahaan dengan pihak lain, baik dengan masyarakat, pemerintah maupun dengan perusahaan lain. Departemen ini membawahi 4 divisi :

a. **Divisi Humas**

Divisi Humas bertugas menjalin hubungan kemasyarakatan baik di dalam perusahaan, antar instansi ataupun dengan masyarakat setempat ataupun dengan pihak pemerintah, sehingga diharapkan dengan kerjasama yang baik kelangsungan dan kelancaran perusahaan dapat berjalan dengan baik.

b. **Divisi Personalia**

Divisi Personalia bertugas untuk menyaring dan menyeleksi calon pegawai/pekerja baru serta mendistribusikan pekerja sesuai dengan keahlian dan kemampuan yang dimilikinya.

c. **Divisi Administrasi**

Divisi ini bertugas untuk menjalankan kegiatan administrasi perusahaan, mulai dari surat menyurat, absensi karyawan, pendataan sampai pendistribusian gaji.

d. **Divisi Keamanan dan Keselamatan**

Divisi keamanan bertugas untuk menjaga keamanan perusahaan meliputi pengontrolan setiap kendaraan yang masuk perusahaan baik kendaraan bahan baku, produk, sampai kendaraan tamu. Dan juga menjaga keamanan dan ketertiban di lingkungan kerja di seluruh area pabrik.

e. **Divisi Kebersihan**

Divisi Kebersihan bertugas menjaga kenyamanan, keindahan, perusahaan dari mulai keindahan taman, toilet sampai kebersihan gudang dan produksi.

f. **Divisi Transportasi.**

Divisi ini mengatur penggunaan transportasi mulai dari penyediaan bahan baku sampai ke transportasi untuk pemasaran produk-produk yang dihasilkan.

**13. Departemen Sumber Daya Manusia (SDM)**

Kepala Dept. SDM bertugas merencanakan, mengelola, dan mendayagunakan SDM, baik yang telah bekerja ataupun yang akan dipekerjakan. Selain itu Dept. SDM mengatur masalah jenjang karier dan masalah penempatan karyawan, atau pemindahan karyawan antar departemen atau antar divisi sesuai dengan tingkat prestasinya.

a. **Divisi Kesehatan**

Bertugas memperhatikan kesehatan karyawan. Apabila poliklinik yang tersedia tidak dapat mengatasi masalah kesehatan karyawan maka dapat diintensifkan di rumah sakit langganan perusahaan sesuai kebutuhan pengobatan.

b. **Divisi Ketenagakerjaan**

Mengatur kesejahteraan karyawan seperti pemberian fasilitas atau bonus perusahaan untuk karyawan yang berprestasi. Divisi ketenagakerjaan juga perlu memperhatikan prestasi-prestasi yang dibuat oleh karyawan guna meningkatkan jenjang karier dan kebijakan lainnya.

**10.5 Jaminan Sosial**

Jaminan sosial adalah jaminan yang diterima oleh pihak karyawan jika terjadi sesuatu hal yang bukan karena kesalahannya menyebabkan dia tidak dapat melakukan pekerjaan.

Jaminan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan adalah :

a. Tunjangan

- Tunjangan di luar gaji pokok, diberikan kepada tenaga kerja tetap berdasarkan prestasi yang telah dilakukannya dan lama pengabdianya kepada perusahaan tersebut.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada tenaga kerja yang bekerja di luar jam kerja yang telah ditetapkan (khusus untuk tenaga kerja shift)

b. Fasilitas

Fasilitas yang diberikan berupa seragam kerja untuk karyawan, perlengkapan keselamatan kerja (misal helm, sarung tangan, sepatu boot, kacamata pelindung dan lain-lain), antar jemput bagi karyawan, kendaraan dinas, tempat tinggal dan lain-lain.

c. Pengobatan

Untuk pengobatan dan perawatan pertama dapat dilakukan di poliklinik perusahaan dan diberikan secara cuma-cuma kepada karyawan yang membutuhkan dengan ketentuan sebagai berikut :

- Untuk pengobatan dan perawatan yang dilakukan pada rumah sakit yang telah ditunjuk akan diberikan secara cuma-cuma
- Karyawan yang mengalami kecelakaan atau terganggu kesehatannya dalam menjalankan tugas perusahaan, akan mendapat penggantian ongkos pengobatan penuh.

d. Insentive atau bonus

Insentive diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan produktivitas dan merangsang gairah kerja karyawan. Besarnya insentive ini dibagi menurut golongan dan jabatan. Pemberian insentive untuk golongan operatif (golongan kepala seksi ke bawah) diberikan setiap bulan sedangkan untuk golongan di atasnya diberikan pada akhir tahun produksi dengan melihat besarnya keuntungan dan target yang dicapai.

e. Cuti

- Cuti tahunan selama 12 hari kerja dan diatur dengan mengajukan permohonan satu minggu sebelumnya untuk dipertimbangkan ijinnya

- Cuti sakit bagi tenaga kerja yang memerlukan istirahat total berdasarkan surat keterangan dokter
- Cuti hamil selama 3 bulan bagi tenaga kerja wanita
- Cuti untuk keperluan dinas atas perintah atasan berdasarkan kondisi tertentu perusahaan

### 10.6 Jadwal dan Jam Kerja

Pabrik *Ammonium sulfat* ini direncanakan akan beroperasi selama 330 hari dalam setahun dan 24 jam per hari, sisa harinya digunakan untuk perbaikan dan perawatan atau dikenal dengan istilah shut down. Sesuai dengan peraturan pemerintah dalam jumlah jam kerja maka pegawai dapat dibedakan menjadi dua bagian :

#### a. Untuk pegawai non shift

Bekerja selama 6 hari dalam seminggu (total kerja 40 jam per minggu) sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift ini termasuk karyawan yang tidak langsung menangani operasi pabrik, misalnya : direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor/administrasi dan divisi-divisi di bawah tanggung jawab non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu.

Ketentuan jam kerja adalah sebagai berikut :

- Senin – Kamis : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 12.00 – 13.00)
- Jum'at : 08.00 – 16.00 (Istirahat : 11.00 – 13.00)
- Sabtu : 08.00 – 12.00

#### b. Untuk pegawai shift

Sehari bekerja 24 jam, yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift ini termasuk karyawan yang secara langsung menangani proses operasi pabrik, misalnya : kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

Shift I : 07.00 – 15.00

Shift II : 15.00 – 23.00

Shift III : 23.00 – 07.00

Jadwal kerja dibagi dalam 4 minggu dan 4 kelompok (regu). Setiap kelompok kerja akan mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift. Jadwal kerja karyawan shift dapat dilihat pada tabel 10.1.

**Tabel 10.1. Jadwal Kerja Karyawan Pabrik**

Regu	Minggu			
	Pertama	Kedua	Ketiga	Keempat
I	Pagi	Siang	Malam	-
II	Siang	Malam	-	Pagi
III	Malam	-	Pagi	Siang
IV	-	Pagi	Siang	Malam

Karena kemajuan suatu pabrik atau perusahaan tergantung pada kedisiplinan karyawannya, maka salah satu cara untuk menciptakan kedisiplinan adalah dengan memberlakukan absensi. Dari mulai direktur utama sampai karyawan kebersihan diberlakukan absensi setiap jam kerjanya yang nantinya dapat menjadi pertimbangan perusahaan dalam meningkatkan karier karyawannya.

### 10.7 Penggolongan dan Tingkat Pendidikan Karyawan

Penggolongan dan tingkat pendidikan karyawan berdasarkan tingkat kedudukan dalam struktur organisasi Pra Rencana Pabrik *Ammonium sulfat* (gambar 10.1) yaitu :

1. Direktur Utama : Sarjana Teknik Kimia atau min. Strata 2
2. Manager
  - a. Manager produksi : Sarjana Teknik Kimia.
  - b. Manager administrasi dan keuangan : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA).
3. Penelitian & Pengembangan : Sarjana Kimia (MIPA)
4. Kepala Departemen
  - a. Departemen QC : Sarjana Kimia (MIPA)
  - b. Departemen produksi : Sarjana Teknik Kimia
  - c. Departemen teknik : Sarjana Teknik Mesin
  - d. Departemen pemasaran : Sarjana Ekonomi
  - e. Departemen keuangan dan Akuntansi : Sarjana Ekonomi
  - f. Departemen Sumber Daya Manusia : Sarjana Psikologi Industri
  - g. Departemen Umum : Sarjana Teknik Industri
5. Kepala divisi
  - a. Divisi produksi : Sarjana Teknik Kimia
  - b. Divisi bahan baku : Sarjana Teknik Kimia

- c. Divisi utilitas : Sarjana Teknik Mesin
- d. Divisi bengkel& perawatan : Sarjana Teknik Mesin
- e. Divisi Jaminan Mutu (Quality Control) : Sarjana Kimia (MIPA)
- f. Divisi Pengendalian Proses : Sarjana Teknik Kimia
- g. Divisi Kesehatan : Sarjana Kedokteran
- h. Divisi Ketenagakerjaan : Sarjana Teknik Industri
- i. Divisi Pembelian : Sarjana Ekonomi
- j. Divisi Penjualan : Sarjana Ekonomi
- k. Divisi Promosi Periklanan : Diploma Public Relation & Promotion
- l. Divisi research marketing : Sarjana Ekonomi
- m. Divisi Keuangan : Sarjana Ekonomi
- n. Divisi Akuntansi : Sarjana Ekonomi
- o. Divisi Humas : Diploma Public Relation & Promotion
- p. Divisi Personalia : Sarjana Hukum dan Psikologi
- q. Divisi Administrasi : Sarjana Ilmu Administrasi (FIA)
- r. Divisi Keamanan dan Keselamatan : Diploma / SMU / SMK
- s. Divisi Kebersihan : Diploma / SMU / SMK
- t. Divisi Transportasi : Sarjana / Diploma Teknik Mesin

6. Karyawan: Diploma / SMU / SMK.

### 10.8. Perincian Jumlah Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga operasional dilakukan berdasarkan pembagian proses yang dilakukan. Pada pabrik Ammonium sulfat proses yang dilakukan terbagi dalam 4 tahap. Berdasarkan *Vilbrant, fig. 6.35, hal. 235* diperoleh jumlah karyawan yang dibutuhkan untuk kapasitas produksi = 300.000 ton/tahun adalah 450 orang Jam/hari.

Karena jumlah proses keseluruhan terbagi dalam 4 tahap, maka :

$$\text{Karyawan proses} = 450 \text{ orang Jam/hari. tahapan} \times 4 \text{ tahap} = 1800 \text{ orang/jam/hari}$$

Karena satu hari terdapat 3 shift kerja, maka :

$$\text{Karyawan Proses} = \frac{1800 \text{ orang jam/hari}}{3 \text{ shift/hari}} = 600 \text{ orang jam/shift}$$

Karena setiap karyawan shift bekerja selama 8 jam / hari, maka :

$$\text{Karyawan proses} = \frac{600 \text{ orang jam/shift}}{8 \text{ jam/hari}} = 75 \text{ orang hari/shift}$$

Karena karyawan shift terdiri atas 4 regu, yaitu 3 regu bekerja dan 1 regu libur, maka :  
 Jumlah karyawan proses keseluruhan = 75 orang hari/shift x 4 regu = 300 orang setiap hari (untuk 4 regu).

Jumlah karyawan harian = 557 orang.

Jadi jumlah karyawan total yang diperlukan pada pabrik Ammonium sulfat adalah 857 orang.

Perincian kebutuhan tenaga kerja dapat dilihat pada table 10.2.

**Table 10.2. Jabatan dan tingkat pendidikan tenaga kerja**

No.	Jabatan	Jumlah
1	Direktur utama	1
2	Kepala litbag	1
3	Karyawan litbang	6
4	Sekretaris	3
5	Direktur produksi dan teknik	1
6	Direktur keuangan dan umum	1
7	Kepala dept. produksi	1
8	Kepala dept. teknik	1
9	Kepala dept. keuangan & administrasi	1
10	Kepala dept. SDM	1
11	Kepala divisi proses	1
12	Karyawan divisi proses	450
13	Kepala divisi QC dan laboratorium	1
14	Karyawan divisi QC dan laboratorium	70
15	Kepala divisi PPIC	1
16	Karyawan divisi PPIC	19
17	Kepala divisi teknik	1
18	Karyawan divisi teknik	15
19	Kepala divisi pengolahan air	1
20	Karyawan divisi pengolahan air	20
21	Kepala divisi listrik dan diesel	1
22	Karyawan divisi listrik dan diesel	9

23	Kepala divisi bengkel dan suku cadang	1
24	Karyawan divisi bengkel dan suku cadang	15
25	Kepala divisi penjualan dan pembelian	1
26	Karyawan divisi penjualan dan pembelian	20
27	Kepala divisi administrasi dan keuangan	1
28	Karyawan divisi administrasi dan keuangan	30
29	Kepala divisi akuntansi	1
30	Karyawan divisi akuntansi	20
31	Kepala divisi kesehatan	1
32	Karyawan divisi kesehatan	15
33	Kepala divisi transportasi	1
34	Karyawan divisi transportasi	50
35	Kepala divisi perekrutan tenaga kerja	1
36	karyawan divisi perekrutan tenaga kerja	10
37	Kepala divisi serikat kerja	1
38	Karyawan divisi serikat kerja	20
39	Kepala divisi humas	1
40	Karyawan divisi humas	12
41	Karyawan keamanan	25
42	Karyawan kebersihan dan taman	20
43	Karyawan perpustakaan	5

### 10.9 Status Karyawan dan Sistem Pengupahan (Gaji)

Pabrik *Ammonium sulfat* ini mempunyai sistem pembagian gaji yang berbeda-beda kepada karyawan. Hal ini berdasarkan pada kriteria sebagai berikut :

1. Tingkat pendidikan
2. Pengalaman kerja
3. Tanggung jawab dan kedudukan.
4. Keahlian
5. Pengabdian pada perusahaan (lamanya bekerja).

Berdasarkan kriteria di atas, karyawan akan menerima gaji sesuai dengan status kepegawaiannya. Status kepegawaiannya dibagi menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Karyawan regular

Karyawan regular adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) dan mendapat gaji bulanan berdasarkan kedudukan, keahlian dan masa kerjanya

2. Karyawan borongan

Karyawan borongan adalah pekerja yang dipergunakan oleh pabrik bila diperlukan saja, misalnya bongkar muat barang dan lain-lain. Pekerja ini menerima upah borongan untuk pekerjaan tersebut.

3. Karyawan harian

Karyawan harian adalah pekerja yang diangkat dan diberhentikan oleh manajer pabrik berdasarkan nota persetujuan manajer pabrik atas pengajuan kepala yang membawahinya dan menerima upah harian yang dibayarkan setiap akhir pekan.

Dengan didasarkan atas kebutuhan dan perbedaan status, maka system pengupahan pada Pra Rencana Pabrik *Ammonium sulfat* ini dibedakan menjadi :

- a. Upah bulanan

Upah bulanan diberikan kepada karyawan tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan pada setiap akhir bulan.

- b. Upah mingguan

Upah mingguan diberikan kepada karyawan harian tetap yang besarnya berbeda-beda untuk setiap karyawan dan diberikan setiap akhir pekan.

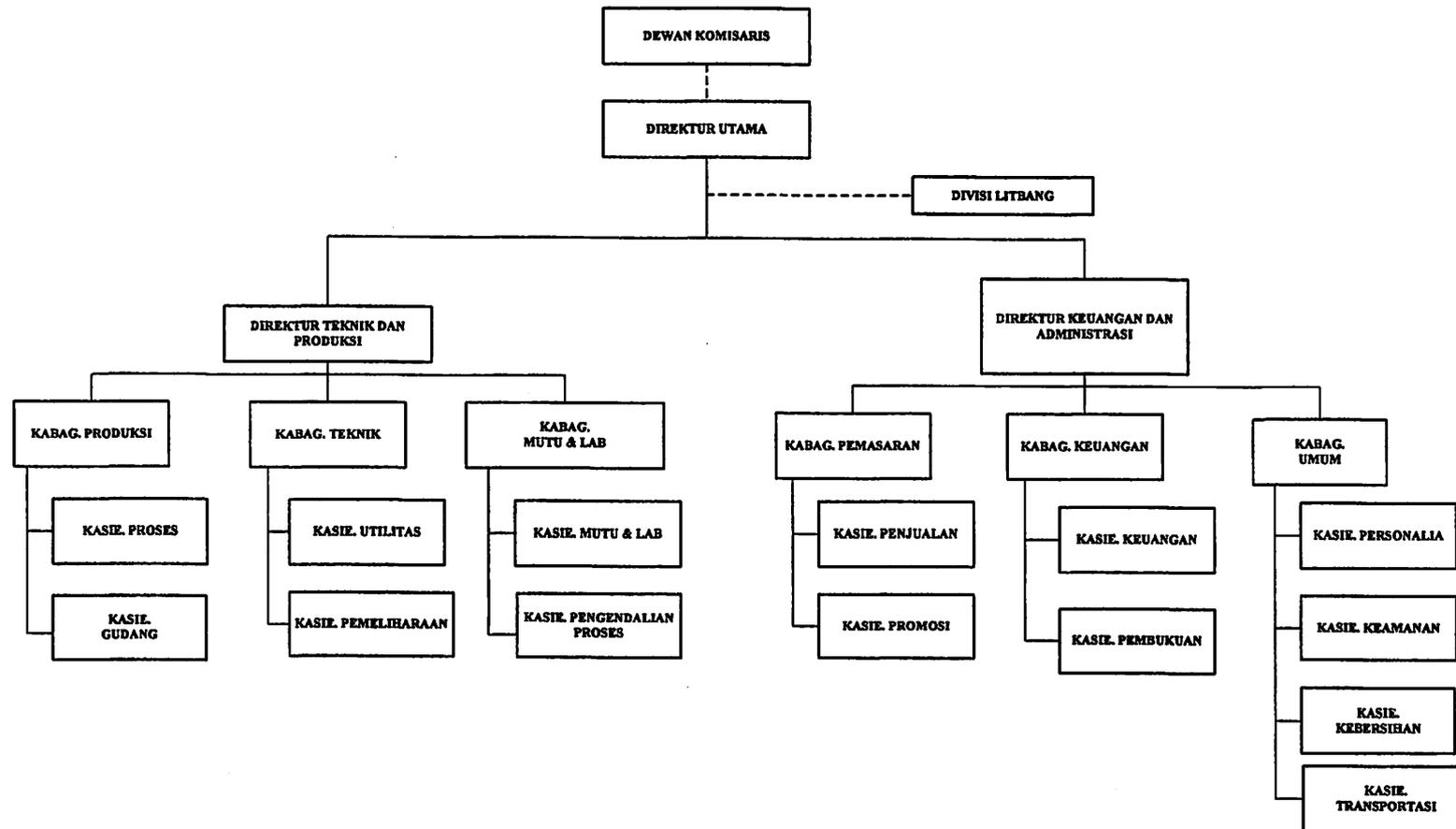
- c. Upah borongan

Upah borongan diberikan kepada karyawan harian lepas atau karyawan borongan yang besarnya tidak tetap, tergantung pada macam pekerjaan yang dilakukan dan diberikan setelah pekerjaan itu selesai.

**Tabel 10.3. Daftar Upah (Gaji) Karyawan**

No.	Jabatan	Jumlah	Gaji	
			Per orang	Total
1	Direktur utama	1	18.000.000	18.000.000
2	Kepala litbag	1	6.000.000	6.000.000
3	Karyawan litbang	6	3.500.000	21.000.000
4	Sekretaris	3	5.000.000	15.000.000
5	Direktur produksi dan teknik	1	12.000.000	12.000.000
6	Direktur keuangan dan umum	1	12.000.000	12.000.000
7	Kepala dept. produksi	1	8.000.000	8.000.000
8	Kepala dept. teknik	1	8.000.000	8.000.000
9	Kepala dept. keuangan & administrasi	1	8.000.000	8.000.000
10	Kepala dept. SDM	1	8.000.000	8.000.000
11	Kepala divisi proses	1	6.500.000	6.500.000
12	Karyawan divisi proses	450	3.700.000	1.665.000.000
13	Kepala divisi QC dan laboratorium	1	6.000.000	6.000.000
14	Karyawan divisi QC dan laboratorium	70	3.700.000	259.000.000
15	Kepala divisi PPIC	1	6.000.000	6.000.000
16	Karyawan divisi PPIC	19	3.300.000	62.700.000
17	Kepala divisi teknik	1	6.000.000	6.000.000
18	Karyawan divisi teknik	15	3.500.000	52.500.000
19	Kepala divisi pengolahan air	1	6.000.000	6.000.000
20	Karyawan divisi pengolahan air	20	3.500.000	70.000.000
21	Kepala divisi listrik dan diesel	1	6.000.000	6.000.000
22	Karyawan divisi listrik dan diesel	9	3.500.000	31.500.000
23	Kepala divisi bengkel dan suku cadang	1	6.000.000	6.000.000
24	Karyawan divisi bengkel dan suku cadang	15	3.500.000	52.500.000
25	Kepala divisi penjualan dan pembelian	1	6.000.000	6.000.000
26	Karyawan divisi penjualan dan pembelian	20	3.500.000	70.000.000

	pembelian			
27	Kepala divisi administrasi dan keuangan	1	6.000.000	6.000.000
28	Karyawan divisi administrasi dan keuangan	30	3.500.000	105.000.000
29	Kepala divisi akuntansi	1	6.000.000	6.000.000
30	Karyawan divisi akuntansi	20	3.300.000	66.000.000
31	Kepala divisi kesehatan	1	4.000.000	4.000.000
32	Karyawan divisi kesehatan	15	3.300.000	49.500.000
33	Kepala divisi transportasi	1	4.000.000	4.000.000
34	Karyawan divisi transportasi	50	3.300.000	165.000.000
35	Kepala divisi perekrutan tenaga kerja	1	4.000.000	4.000.000
36	karyawan divisi perekrutan tenaga kerja	10	3.300.000	33.000.000
37	Kepala divisi serikat kerja	1	4.000.000	4.000.000
38	Karyawan divisi serikat kerja	20	3.300.000	66.000.000
39	Kepala divisi humas	1	4.000.000	4.000.000
40	Karyawan divisi humas	12	3.500.000	42.000.000
41	Karyawan keamanan	25	3.300.000	82.500.000
42	Karyawan kebersihan dan taman	20	2.800.000	56.000.000
43	Karyawan perpustakaan	5	2.800.000	14.000.000
Jumlah		857		3.138.700.000



**Gambar 10.1 Struktur Organisasi Pabrik Ammonium Sulfat**

## **BAB XI**

### **ANALISA EKONOMI**

Analisa ekonomi merupakan suatu cara untuk mengetahui apakah pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Oleh karena itu di dalam Pra rencana pabrik Ammonium sulfat ini dibuat evaluasi untuk mengetahui berapa investasi yang diperlukan untuk mendirikan pabrik Ammonium sulfat tersebut. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan untung rugi dalam mendirikan Pabrik Ammonium sulfat adalah sebagai berikut :

1. *Return of Investment (ROI)*
2. *Pay Out Time (POT)*
3. *Break Even Point (BEP)*
4. *Internal Rate of Return (IRR)*

Untuk menghitung faktor-faktor diatas perlu diadakan penafsiran beberapa hal menyangkut administrasi perusahaan dan jalannya proses, yaitu :

1. Penaksiran modal investasi total (*Total Capital Investment*) terdiri atas :
  - a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal kerja (*Work Capital Investment*)
2. Penentuan biaya produksi total (*Total Production Cost*), terdiri atas :
  - a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
3. Penaksiran harga alat

#### **11.1. Faktor - Faktor Penentu**

##### **11.1.1. Penaksiran Modal Investasi Total (TCI)**

Yaitu modal atau biaya yang dibutuhkan untuk mendirikan suatu pabrik mulai dari awal sampai pabrik selesai dibangun dan siap beroperasi.

##### **1. Modal Tetap (FCI)**

Yaitu modal yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik, FCI dibagi menjadi :

### a. Direct Cost

Yaitu modal yang dikeluarkan untuk pembelian atau pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Harga peralatan
- Instrumentasi dan alat kontrol
- Isolasi
- Perpipaan
- Peralatan listrik
- Angkutan kapal laut
- Asuransi
- Biaya angkut ke plant
- Pemasangan alat
- Bangunan
- Service Facilities
- Tanah

### b. Indirect cost

Yaitu biaya atau modal yang dikeluarkan untuk konstruksi pabrik dan bagian-bagian pabrik yang tidak berhubungan langsung dengan pengadaan peralatan proses produksi, meliputi :

- Engineering dan supervisi
- Konstruksi

## 2. Modal Kerja (WCI)

Yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik, dimana biaya yang dikeluarkan dipengaruhi oleh besarnya kapasitas pabrik, meliputi :

- Penyediaan bahan baku dalam waktu tertentu
- Pengemasan produk
- Biaya yang harus ada setiap bulannya (uang tunai) untuk membiayai pengeluaran rutin seperti gaji, pembelian bahan baku dan lain-lain
- Pajak yang harus dibayar
- Perhitungan penerimaan dan pengeluaran
- Utilitas.

Sehingga :  $TCI = FCI + WCI$

### 11.1.2. Penentuan Biaya Produksi

Adalah biaya yang dikeluarkan tiap satu-satuan produksi. Biaya produksi terdiri dari :

a. Biaya Pembuatan

Yaitu semua biaya untuk proses yang meliputi :

- Biaya produksi langsung (DPC)
- Biaya produksi tetap (FPC)
- Biaya overhead pabrik (POC).

b. Biaya Pengeluaran Umum

Yaitu biaya yang tidak berhubungan dengan proses, meliputi :

- Biaya administrasi
- Biaya distribusi dan pemasaran
- Litbang.

Berdasarkan sifatnya, biaya produksi dibagi menjadi :

a. Biaya tetap

Yaitu biaya yang dikeluarkan secara tetap dan tidak tergantung pada kapasitas pabrik. Yang termasuk biaya tetap antara lain :

- Bunga Bank
- Asuransi
- Depresiasi
- Pajak, dll

b. Biaya semi variabel (SVC)

Yaitu biaya yang bervariasi tetapi tidak berbanding lurus dengan kapasitas pabrik, antara lain :

- Biaya utilitas
- Biaya bahan baku
- Gaji karyawan
- Supervisor
- Pemeliharaan dan perbaikan

### 11.1.3. Penaksiran Harga Alat

Harga suatu alat setiap saat dapat berubah sesuai dengan perubahan kondisi ekonomi. Karena perubahan kondisi ini maka terdapat beberapa cara untuk mengkonversi harga suatu alat yang sama beberapa tahun yang lalu, sehingga diperoleh harga yang ekuivalen dengan harga sekarang.

Harga alat pada pabrik Ammonium sulfat ini didasarkan pada data harga alat yang diperoleh dari (Ulrich, 1984), Chemical engineering magazine 2014 dan (<http://www.matche.com/EquipCost/2014>).

#### A. Penentuan Total Capital Investment (TCI)

##### a. Biaya Langsung (DC)

1. Harga peralatan		(E)	= Rp.	83.767.332.180
2. Instrument dan alat control	28%	E	= Rp.	23.454.853.010
3. Isolasi	8%	E	= Rp.	6.701.386.574
4. Perpipaian terpasang	23%	E	= Rp.	19.266.486.401
5. Listrik terpasang	15%	E	= Rp.	12.565.099.827
6. Harga FOB (jumlah 1-5)		(F)	= Rp.	145.755.157.993
7. Ongkos angkutan kapal laut	15%	F	= Rp.	21.863.273.699
8. Harga C dan F (jumlah 6-7)		(G)	= Rp.	167.618.431.692
9. Biaya asuransi	1,0%	G	= Rp.	1.676.184.317
10. Harga CIF (jumlah 8-9)		(H)	= Rp.	169.294.616.009
11. Biaya angkut barang ke plant	15%	H	= Rp.	25.394.192.401
12. Pemasangan alat	25%	E	= Rp.	20.941.833.045
13. Bangunan pabrik	23%	E	= Rp.	20.941.833.045
14. Service facilities	25%	E	= Rp.	20.941.833.045
15. Tanah	5%	E	= Rp.	4.188.366.609
16. Biaya langsung (DC) (jumlah 10-15)			= Rp.	261.702.674.154

##### b. Biaya Tak Langsung (IC)

17. Engineering dan Supervisi	15%	DC	= Rp.	39.255.401.123
18. Kontruksi	20%	DC	= Rp.	52.340.534.831
Total Modal Tak Langsung (IC)			= Rp.	91.595.935.954

##### c. Fixed Capital Investment (FCI)

$$FCI = DC + IC$$

$$= \text{Rp. } 261.702.674.154 + \text{Rp. } 91.595.935.954$$

$$= \text{Rp. } 353.298.610.108$$

d. Working Capital Investment (WCI)

$$\text{WC} = 15\% \times \text{FCI}$$

$$= 15\% \times \text{Rp. } 353.298.610.108$$

$$= \text{Rp. } 52.994.791.516$$

e. Total Capital Investment (TCI)

$$\text{TCI} = \text{FCI} + \text{WC}$$

$$= \text{Rp. } 353.298.610.108 + \text{Rp. } 52.994.791.516$$

$$= \text{Rp. } 406.293.401.624,26$$

f. Modal Perusahaan

$$\text{Modal sendiri (MS) } 60\% \text{ TCI} = \text{Rp. } 243.776.040.975$$

$$\text{Modal pinjaman (MP) } 40\% \text{ TCI} = \text{Rp. } 162.517.360.650$$

**B. Penentuan Total Capital Investment (TPC)**

a. Biaya Produksi Langsung (DPC)

- Bahan baku	= Rp.	5.821.627.865.722
- Tenaga kerja (TK)	= Rp.	37.664.400.000
- Supervisi (15% TK)	= Rp.	5.649.660.000
- Utilitas	= Rp.	28.094.075.038
- Pemeliharaan & perbaikan (PP) (8% FCI)	= Rp.	28.263.888.809
- Penyediaan operasi (15% PP)	= Rp.	4.239.538.321
- Laboratorium (15% PP)	= Rp.	4.239.538.321
- Patent dan royalti (1% TPC)	= Rp.	0,01 TPC
- Biaya Produksi Langsung	= Rp.	5.929.779.056.211
		+ 0,01 TPC

b. Biaya Tetap (FC)

- Depresiasi alat (10% FCI)	= Rp.	35.329.861.011
- Depresiasi bangunan (3% FCI)	= Rp.	10.598.958.303
- Pajak kekayaan (4% FCI)	= Rp.	14.131.944.404
- Asuransi (1,0% FCI)	= Rp.	3.532.986.101
- Bunga bank (13% MP)	= Rp.	21.127.256.884

Biaya Tetap (Fixed Cost/FC)	= Rp.	84.721.006.704
c. Biaya Overhead Pabrik		
Biaya Overhead = 70% TK + PP	= Rp.	54.628.968.809
d. Biaya pengeluaran umum (GE)		
- Administrasi (15% PP)	= Rp.	635.937.498
- Distribusi dan pemasaran (5% TPC)	= Rp.	0,005 TPC
- Litbang (5% TPC)	= Rp.	0,005 TPC
Biaya Pengeluaran Umum (GE)	= Rp.	635.937.498 + 0,01 TPC
e. Biaya produksi total (TPC)		
TPC = DPC + FC + Biaya Overhead + GE		
= Rp. 6.131.075.726.222 + 0,16 TPC		
TPC = Rp. 6.131.075.726.486,72		
Maka, DPC = Rp. 5.929.779.056.211 + 0,01 TPC		
= Rp. 5.991.089.813.476		
GE = Rp. 635.937.498 + 0,01 TPC		
= Rp. 61.946.694.763		

**C. Analisa Profitabilitas**

Sesuai dengan Undang-Undang Pajak Penghasilan tahun 1984 (UU no. 7/1983) dan Undang-Undang ketentuan umum dan tata cara perpajakan (UU no.6/1983) :

- 15% untuk laba sampai Rp. 25.000.000
- 25% untuk laba sampai Rp. 50.000.000
- 40% untuk laba sampai > Rp. 50.000.000

- a. Bunga kredit = 13 % per tahun
- b. Pengembalian pinjaman dalam waktu 10 tahun
- c. Umur pabrik 10 tahun
- d. Kapasitas produksi
  - Tahun I = 60 % dari produksi total
  - Tahun II = 80 % dari produksi total
  - Tahun III = 100 % dari produksi total

**1. Laba Perusahaan**

Total penjualan per tahun = Rp. 6.322.684.544.736(kapasitas 100 %)

Laba kotor = Harga jual – Biaya produksi

$$= \text{Rp. } 6.322.684.544.736 - \text{Rp. } 6.131.075.726.487$$

$$= \text{Rp. } 191.608.818.250$$

$$\text{Pajak penghasilan} = 40\% \times \text{Laba kotor}$$

$$= 40\% \times \text{Rp. } 191.608.818.250$$

$$= \text{Rp. } 76.643.527.300$$

$$\text{Laba bersih} = \text{Laba kotor} - \text{Pajak penghasilan}$$

$$= \text{Rp. } 191.608.818.250 - 76.643.527.300$$

$$= \text{Rp. } 114.965.290.950$$

Nilai penerimaan Cash Flow sebelum pajak ( $C_A$ )

$$C_{Abt} = \text{Laba kotor} + \text{Depresiasi alat}$$

$$= \text{Rp. } 191.608.818.250 + \text{Rp. } 35.329.861.011$$

$$= \text{Rp. } 226.938.679.260$$

Nilai penerimaan Cash Flow setelah pajak ( $C_A$ )

$$C_{Aat} = \text{Laba bersih} + \text{Depresiasi alat}$$

$$= \text{Rp. } 114.965.290.950 + \text{Rp. } 35.329.861.011$$

$$= \text{Rp. } 150.295.151.961$$

## 2. Laju Pengembalian Modal (ROI)

ROI adalah pernyataan umum yang digunakan untuk menunjukkan laba tahunan sebagai usaha untuk mengembalikan modal.

a. ROI sebelum pajak

$$ROI_{BT} = \frac{\text{Laba kotor}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\%$$

$$= 54,23 \% \text{ (App. E)}$$

b. ROI setelah pajak

$$ROI_{AT} = \frac{\text{Laba bersih}}{\text{Modal Tetap}} \times 100\%$$

$$= 32,54 \% \text{ (App. E)}$$

## 3. Lama Pengembalian Modal (POT)

POT adalah masa tahunan pengembalian modal investasi dari labayang dihitung, dikurangi penyusutan / waktu yang diperlukan untuk pengembalian modal investasi.

$$\begin{aligned}
 \text{POT} &= \frac{\text{Modal Tetap}}{\text{Cash flow setelah pajak}} \times 1 \text{ tahun} \\
 &= 2,35 \text{ tahun}
 \end{aligned}$$

**4. Break Even Point (BEP)**

Merupakan titik dimana jika kapasitas pabrik berada pada titik tersebut maka pabrik tidak untung dan tidak rugi atau harga penjualan sama dengan biaya produksi.

$$\text{BEP} = \frac{\text{FC} + 0,3\text{SVC}}{\text{S} - (0,7\text{SVC} - \text{VC})} \times 100\%$$

Dimana :

FC = Rp84.721.006.704

VC = Rp5.849.721.940.760

SVC = Rp257.943.536.288

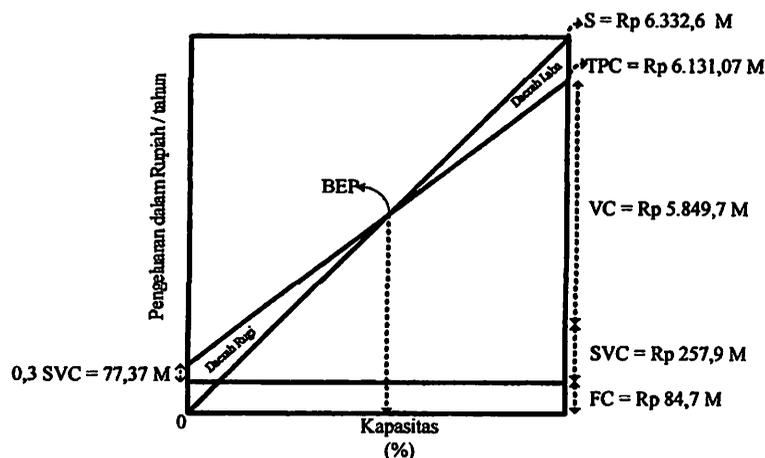
S = Rp6.322.684.544.736

Maka, didapatkan :

BEP = 55,44 % ( App. E )

Titik BEP terjadi pada kapasitas = 55,44 % × 300.000 ton/tahun  
 = 166.316 ton/tahun

Nilai BEP untuk Pabrik Ammonium sulfat adalah 30% - 60%, sehingga nilai BEP diatas memadai.



Grafik 11.1. Break Even Point

Untuk produksi tahun I kapasitas pabrik 60% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \%kapasitas)}{(100 - BEP)}$$

Dimana : PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

%Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = \text{Rp. } 52.730.946,74$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$C_A$  = Laba bersih tahun pertama + depresiasi alat

$$= \text{Rp. } 52.730.946,74 + \text{Rp. } 35.329.861.011$$

$$= \text{Rp } 35.382.591.957$$

Untuk produksi tahun II kapasitas pabrik 80% dari kapasitas sesungguhnya, sehingga keuntungannya adalah :

$$\frac{PBi}{PB} = \frac{(100 - BEP) - (100 - \%kapasitas)}{(100 - BEP)}$$

Dimana : PBi = keuntungan pada % kapasitas yang tercapai (dibawah 100%)

PB = keuntungan pada kapasitas 100%

%Kap = % kapasitas yang tercapai

Maka, dari App. E diperoleh nilai,

$$PBi = \text{Rp. } 919.722.328,60$$

Sehingga cash flow setelah pajak untuk tahun I adalah :

$C_A$  = laba bersih tahun kedua + depresiasi alat

$$= \text{Rp } 919.722.328,60 + \text{Rp. } 35.329.861.011$$

$$= \text{Rp. } 36.249.583.338$$

## 2. Shut Down Point (SDP)

SDP adalah suatu titik yang merupakan kapasitas minimal pabrik yang masih boleh beroperasi.

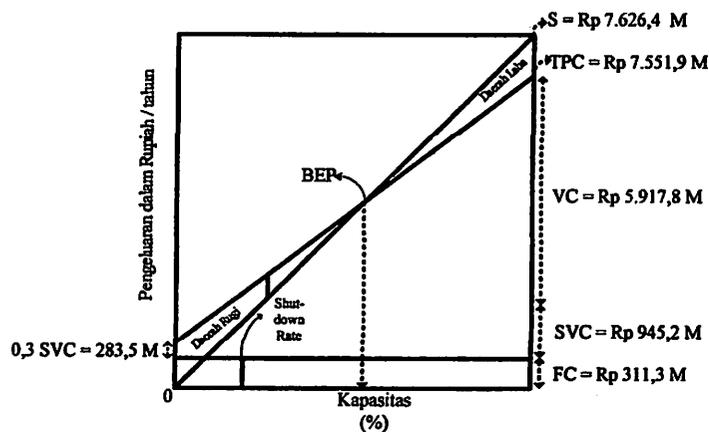
$$SDP = \frac{0,3SVC}{S - 0,7SVC - VC} \times 100\%$$

$$= 26,5\% \text{ ( App. E )}$$

Titik shut down point terjadi pada kapasitas penjualan

$$= 26,5\% \times \text{Rp. } 6.322.684.544.736$$

$$= \text{Rp. } 1.673.273.329.011$$



Grafik 11.2. Kapasitas pada Keadaan Shut Down Rate

## 3. Net Present Value (NPV)

Metode ini digunakan untuk menghitung selisih dari nilai penerimaan kas bersih dengan nilai investasi sekarang.

Langkah – langkah menghitung NPV :

- a. Menghitung  $C_{A0}$  (tahun ke-0) untuk masa konstruksi 2 tahun

$$C_{A-2} = 40\% \times FCI \times (1+i)^2$$

$$= \text{Rp.} 91.362.908.947 \text{ ( App. E )}$$

$$C_{A-1} = 60\% \times FCI \times (1+i)^1$$

$$= \text{Rp.} 121.278.197.718 \text{ ( App. E )}$$

$$C_{A-0} = - (C_{A-1} + C_{A-2})$$

$$= - \text{Rp } 212.641.106.665$$

b. Menghitung NPV tiap tahun

$$NPV = C_A \times F_d$$

Dimana :  $F_d$  = faktor diskon =  $1/(1+i)^n$        $C_A$  = cash flow setelah pajak  
 $n$  = tahun ke-n       $i$  = tingkat bunga

Tabel 11.1 Cash flow untuk NPV selama 10 tahun

Tahun ke -	Cash Flow ( $C_A$ ) (Rp)	$F_d$ $i = 13\%$	NPV (Rp)
0	-417.333.983.190	1	-417.333.983.190
1	35.382.591.957	0,8889	31.451.192.850
2	36.249.583.338	0,7901	28.641.646.095
3	150.295.151.961	0,7023	105.557.088.894
4	150.295.151.961	0,6243	93.828.523.461
5	150.295.151.961	0,5549	83.403.131.966
6	150.295.151.961	0,4933	74.136.117.303
7	150.295.151.961	0,4385	65.898.770.936
8	150.295.151.961	0,3897	58.576.685.276
9	150.295.151.961	0,3464	52.068.164.690
10	150.295.151.961	0,3079	46.282.813.058
WCI			52.994.791.516
<b>Total</b>			<b>275.504.942.855</b>

Karena harga NPV = (+) maka pabrik *Kromium Trioksida* layak untuk didirikan.

#### 4. IRR (Internal Rate of Return)

Tabel 11.2 Cash flow untuk IRR

Tahun ke -	Cash Flow (C <sub>A</sub> ) (Rp)	NPV <sub>1</sub> (Rp) i = 0,16	NPV <sub>2</sub> (Rp) i = 0,17
0	-417.333.983.190	-417.333.983.190	-417.333.983.190
1	35.382.591.957	30.502.234.445	30.241.531.587
2	36.249.583.338	26.939.345.525	26.480.811.848
3	150.295.151.961	96.287.742.400	93.839.867.659
4	150.295.151.961	83.006.674.482	80.205.015.093
5	150.295.151.961	71.557.478.002	68.551.294.951
6	150.295.151.961	61.687.481.036	58.590.850.386
7	150.295.151.961	53.178.862.962	50.077.649.902
8	150.295.151.961	45.843.847.381	42.801.410.173
9	150.295.151.961	39.520.558.087	36.582.401.857
10	150.295.151.961	34.069.446.627	31.267.010.134
WCI		52.994.791.516	52.994.791.516
<b>Total</b>		<b>178.254.479.274</b>	<b>154.298.651.916</b>

$$\text{IRR} = i_1 + \frac{\text{NPV}_1}{\text{NPV}_1 - \text{NPV}_2} \times (i_2 - i_1)$$

$$= 23,44\%$$

Karena IRR lebih besar dari bunga bank (13 %) maka Pabrik Ammonium sulfat ini layak untuk didirikan.

## **BAB XII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **12.1. Kesimpulan**

Dari hasil perhitungan Pra Rencana Pabrik Ammonium Sulfat dapat disimpulkan bahwa rencana pendirian pabrik ini cukup menguntungkan dengan memperhitungkan beberapa aspek antara lain :

##### **a. Aspek Lokasi**

Pabrik Ammonium Sulfat ini didirikan di Jl. Sangatta-Bontang, Kota Bontang, Provinsi Kalimantan timur. Pabrik ini diperkirakan cukup menguntungkan mengingat :

- Dekat dengan sumber bahan baku
- Dekat dengan daerah pemasaran
- Tersedianya kebutuhan air, tenaga listrik dan bahan bakar
- Fasilitas transportasi yang memadai
- Tersedianya tenaga kerja yang cukup

##### **b. Aspek Sosial**

Pendirian Pabrik Ammonium Sulfat ini bila ditinjau dari aspek sosial dinilai menguntungkan karena :

- Dapat menciptakan lapangan kerja baru.
- Memberikan kesempatan kepada penduduk untuk mendapatkan penghasilan yang lebih baik dari sebelumnya.

##### **c. Aspek Ekonomi**

- Di Indonesia kebutuhan ammonium sulfat sangat tinggi sejalan dengan bangkitnya Indonesia sebagai negara agraris. Pertanian di Indonesia berkembang sangat pesat sehingga membutuhkan asupan pupuk yang memadai.
- Dapat mengurangi kebutuhan impor ammonium sulfat yang selama ini masih berasal dari luar negeri.

Ditinjau dari hal diatas maka pendirian pabrik ammonium sulfat di Indonesia sangat penting karena dapat membantu program pemerintah dalam rangka meningkatkan industrialisasi dan juga dapat menambah pendapatan/devisa Negara.

Setelah dilakukan analisa ekonomi terhadap Pra Rencana Pabrik Ammonium Sulfat ini dan dinilai menguntungkan dengan berdasarkan data-data sebagai berikut :

$$\text{TCI} = \text{Rp. } 406.293.401.624,26$$

$$\text{ROI}_{\text{BT}} = 54,23 \%$$

$$\text{ROI}_{\text{AT}} = 32,54 \%$$

$$\text{POT}_{\text{BT}} = 1,6 \text{ tahun}$$

$$\text{POT}_{\text{AT}} = 2,35 \text{ tahun}$$

$$\text{BEP} = 55,44 \%$$

$$\text{IRR} = 23,44\% > \text{bunga bank : } 13\% \text{ ( layak untuk didirikan)}$$

d. Aspek Pemasaran

Produksi ammonium sulfat dalam perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memperoleh pemasaran yang baik, ini dikarenakan kebutuhan ammonium sulfat semakin meningkat baik di dalam maupun di luar negeri.

### 12.2. Saran

1. Diharapkan Indonesia dapat mengembangkan industri ammonium sulfat mengingat Indonesia merupakan Negara agraris dengan kebutuhan pupuk pertanian yang sangat tinggi.
2. Diharapkan agar penggunaan ammonium sulfat bisa dikembangkan lagi dalam industri kimia lainnya.