

TA/TK/2016/33

**PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT  
DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT  
KAPASITAS 650.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia  
Konsentrasi Teknik Kimia**



Oleh :

Nama : Eka Riska Khailani  
NIM : 12 521 089

Nama : Rifqi Fatmala  
NIM : 12 521 095

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

**2016**

**LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL  
PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI AMONIA DAN  
ASAM SULFAT KAPASITAS 650.000 TON/ TAHUN**

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

**Nama : Eka Riska Khailani                      Nama : Rifqi Fatmala**  
**No. Mhs : 12521089                                No. Mhs : 12521095**

**Yogyakarta, 14 September 2016**

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

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



Eka Riska Khailani



Rifqi Fatmala

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT**  
**DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT**  
**DENGAN KAPASITAS 650.000 TON / TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Nama : Eka Riska Khailani

Nama : Rifqi Fatmala

No. Mhs : 12521089

No. Mhs : 12521095

Yogyakarta, 15 September 2016

Pembimbing 1

Kamariah Anwar, Dra., MS.

Pembimbing 2

Ariany Zulkania, ST., M.Eng.

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI  
PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT  
DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT KAPASITAS  
650.000 TON/ TAHUN**

PERANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : Eka Riska Khailani                      Nama : Rifqi Fatmala  
No. Mhs : 12521089                                  No. Mhs : 12521095

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

Yogyakarta, 4 Oktober 2016

**Tim Penguji,**

Kamariah, Dra., M.S.  
Ketua

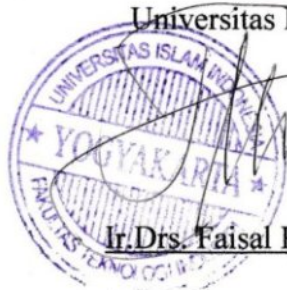
Dyah Retno Sawitri., S.T., M.Eng.  
Anggota I

Umi Rofiqah., S.T., MT  
Anggota II



Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

  
Ir. Drs. Faisal RM, MSIE., Ph.D

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr., Wb.*

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat dan salam semoga selalu tercurahkan atas junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W, sahabat serta para pengikutnya.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul **“PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI AMONIA DAN ASAM SULFAT KAPASITAS 650.000 TON/TAHUN”**, disusun sebagai penerapan dari ilmu teknik kimia yang telah diperoleh selama dibangku kuliah, dan merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan lancar atas bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan Hidayah dan Inayahnya.
2. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Drs. Faisal RM, MSIE., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Ibu Kamariah Anwar, Dra., MS. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ariany Zulkania, ST., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini.
5. Keluarga yang selalu memberikan dorongan semangat, motivasi, dan kasih sayang yang tak terbatas.
6. Seluruh civitas akademika di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
7. Teman – teman Teknik Kimia 2012 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa.
8. Semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu yang telah membantu penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa didalam penyusunan Tugas Akhir ini didalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, Amin.

*Wassalamu'alaikum Wr., Wb.*

Yogyakarta,

Penyusun

## LEMBAR MOTTO

*“Dan, cukuplah Rabbmu menjadi Pemberi dan Penolong.”*

(QS. Al-furqan:31)

*“Sesungguhnya ilmu itu dapat hanya dengan belajar, dan kesabaran itu diperoleh hanya dengan latihan.”*

(Hadist Rasulullah SAW)

*“Siapa yang meninggalkan kampung halamannya untuk mencari pengetahuan, ia berada di jalan Allah SWT”*

(Nabi Muhammad SAW)

*“Jadilah engkau orang yang kakinya berada di tanah, namun cita-citanya menggantung di langit.”*

(Dr. Aidh al-Qarni)

*“ Katakanlah bekerjalah kamu, maka Allah dan Rasulnya serta orang-orang mukmin akan melihat pekerjaanmu. Bekerja artinya perintah untuk berusaha keras dalam menggapai suatu tujuan baik duniawi maupun akhirat.”*

*“ Jangan menyerah atas sebuah Impian, karena impian memberi kita tujuan hidup.”*

*“ Never lose hope cause Allah is Always by your side “*

## HALAMAN PERSEMBAHAN



*Hasil karya ini saya persembahkan kepada:*

***Ibu dan Bapak** tercinta, terimakasih atas segala doa yang tidak pernah putus dan dukungan yang terus mengalir, kalian berdua lah yang selama ini menjadi sumber kekuatanku untuk menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih banyak.*

*Adik-adik ku **Nadya Zuhlina** dan **Wira Adi Cahya Sakti** yang selalu memberikan doa dan support dalam menyelesaikan tugas akhir ini.*

***Keluarga ku** yang telah memberikan dukungan doa serta memberikan semangat dalam mengerjakan tugas akhir ini.*

*Partner ku **Rifqi Fatmala** yang telah berjuang bersamaku dan membantu pembuatan karya ini. Maafkan atas segala kekuranganku. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikanmu. Amin.*

***Teknik Kimia 2012** yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas semua memory yang akan selalu terkenang.*

*(Eka Riska Khailani)*



## HALAMAN PERSEMBAHAN



*Karya ini saya persembahkan kepada :*

*Keluargaku, emak, bapak (Alm), mbak dyna, bang fefeb, bang bonjol yang telah memberikan dukungan semangat dan doa terutama dukungan material selama kuliah hingga selesai penyusunan karya ini.*

*Sahabat-sahabatku yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas semua memory yang akan selalu terkenang.*

*My Partner's Eka Riska Khailani, thank you very much for the cooperation, See u on top..*

*(Rifqi Fatmala)*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan.....	ii
Halaman Pengesahan Pembimbing.....	iii
Halaman Pengesahan Penguji.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Halaman Motto.....	vii
Halaman Persembahan.....	viii
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel.....	xiv
Daftar Gambar.....	xvi
Abstraksi.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas rancangan.....	2
1.3 Lokasi.....	5
1.3.1 Faktor primer.....	5
1.3.2 Faktor sekunder.....	6
1.4 Tinjauan Pustaka.....	9
1.4.1 Macam-macam proses.....	9
1.4.2 Pemilihan proses.....	13
1.4.3 Uraian proses terpilih.....	15

1.4.4 Kegunaan produk .....	16
-----------------------------	----

## **BAB II PERANCANGAN PRODUK**

2.1 Spesifikasi Produk.....	16
2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	18
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu .....	20
2.4 Pengendalian Kualitas .....	20

## **BAB III PERANCANGAN PROSES**

3.1 Uraian Proses .....	25
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	28
3.2.1 Spesifikasi Alat Utama.....	28
3.2.2 Spesifikasi Alat Penunjang .....	32
3.3 Perencanaan Produksi .....	45
3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku .....	45
3.3.2 Analisis Kebutuhan Alat Proses.....	46

## **BAB IV PERANCANGAN PABRIK**

4.1 Lokasi Pabrik .....	49
4.1.1 Faktor – Faktor Utama .....	49
4.1.2 Faktor – Faktor Khusus.....	52
4.2 Tata Letak Pabrik .....	57
4.3 Tata Alat Proses .....	60
4.4 Alir Proses dan Material .....	63
4.4.1 Neraca Massa .....	63
4.4.2 Neraca Panas .....	65

4.4.3	Diagram Alir Kualitatif .....	67
4.4.4	Diagram Alir Kuantitatif .....	68
4.5	Pelayanan Teknik ( <i>Utilitas</i> ) .....	69
4.5.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air .....	69
4.5.2	Unit Pembangkit <i>Steam</i> .....	79
4.5.3	Unit Pembangkit Listrik.....	80
4.5.4	Unit Penyediaan Udara Tekan .....	83
4.5.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar .....	83
4.5.6	Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan .....	84
4.5.7	Spesifikasi Alat – Alat Utilitas.....	86
4.6	Organisasi Perusahaan .....	99
4.6.1	Bentuk Hukum Badan Usaha.....	99
4.6.2	Struktur Organisasi Perusahaan .....	101
4.6.3	Tugas dan Wewenang .....	102
4.6.4	Pembagian Jam Kerja.....	108
4.6.5	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji .....	109
4.7	Evaluasi Ekonomi .....	115
4.7.1	Harga Alat .....	116
4.7.2	Dasar Perhitungan .....	120
4.7.3	Perhitungan Biaya .....	120
4.7.4	Analisa Kelayakan .....	121
4.7.5	Hasil Perhitungan.....	125

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	132
5.2 Saran.....	133

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN A**

## **LAMPIRAN B**



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data nilai import amonium sulfat di Indonesia.....	3
Tabel 1.2 Perbandingan masing-masing proses .....	13
Tabel 3.1 Kebutuhan bahan baku.....	46
Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik.....	58
Tabel 4.2 Neraca massa pada Reaktor .....	63
Tabel 4.3 Neraca massa pada Centrifuge.....	63
Tabel 4.4 Neraca massa pada Rotary Dryer.....	63
Tabel 4.5 Neraca massa pada Cyclone Separator .....	64
Tabel 4.6 Neraca massa pada Mixer .....	64
Tabel 4.7 Neraca massa pada Tangki Akumulator .....	64
Tabel 4.8 Neraca panas pada HE-01 .....	65
Tabel 4.9 Neraca panas HE-02.....	65
Tabel 4.10 Neraca panas pada Rotary Dryer .....	65
Tabel 4.11 Neraca panas pada HE-03 .....	66
Tabel 4.12 Neraca panas pada HE-04 .....	66
Tabel 4.13 Neraca panas pada Condensor .....	66
Tabel 4.14 Neraca panas pada Reaktor .....	67
Tabel 4.15 Syarat air umpan boiler .....	71
Tabel 4.16 Kebutuhan air pembangkit steam.....	78
Tabel 4.17 Kebutuhan air pembangkit proses.....	79
Tabel 4.18 Kebutuhan air perkantoran dan rumah tangga .....	79

Tabel 4.19 Kebutuhan listrik alat proses.....	82
Tabel 4.20 Kebutuhan listrik utilitas.....	83
Tabel 4.21 Jadwal kerja karyawan shift.....	110
Tabel 4.22 Penggolongan gaji berdasarkan jabatan.....	110
Tabel 4.23 Perincian jumlah karyawan tiap divisi.....	112
Tabel 4.24 Penggolongan gaji berdasarkan jabatan.....	114
Tabel 4.25 Indeks harga tiap tahun.....	117
Tabel 4.26 Harga alat pada tahun 2020.....	120
Tabel 4.27 <i>Phyciscal Plant Cost</i> (PPC).....	126
Tabel 4.28 <i>Direct Plant Cost</i> (DPC).....	127
Tabel 4.29 <i>Fixed Capital Investment</i> (FCI).....	127
Tabel 4.30 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC).....	127
Tabel 4.31 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC).....	127
Tabel 4.32 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	128
Tabel 4.33 <i>Total Manufacturing Cost</i> (FMC).....	128
Tabel 4.34 <i>Total Working Capital</i> (TWC).....	128
Tabel 4.35 <i>General Expense</i> (GE).....	128
Tabel 4.36 <i>Total Production Cost</i> (TPC).....	129
Tabel 4.37 <i>Fixed Cost</i> (Fa).....	129
Tabel 4.38 <i>Variable Cost</i> (Va).....	129
Tabel 4.39 <i>Regulated Cost</i> (Ra).....	130

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik kebutuhan ammonium sulfat (pupuk ZA ) dalam negeri.....	4
Gambar 1.2 Blok diagram pembuatan ammonium sulfat dengan proses netralisasi.....	16
Gambar 4.1 Lokasi pembangunan pabrik .....	55
Gambar 4.2 Layout pabrik skala 1:1000 .....	60
Gambar 4.3 Tata letak alat pabrik ammonium sulfat.....	62
Gambar 4.4 Diagram alir kualitatif pabrik amonium sulfat dari amonia dan asam sulfat.....	68
Gambar 4.5 Diagram alir kualitatif pabrik amonium sulfat dari amonia dan asam sulfat .....	69
Gambar 4.6 Diagram alir utilitas .....	103
Gambar 4.7 Struktur organisasi perusahaan .....	119
Gambar 4.8 Grafik tahun vs indeks harga.....	123
Gambar 4.9 Nilai SDP dan BEP .....	136



## ABSTRACT

*Ammonium Sulfate ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) is a chemical that is widely used in the agricultural industry as fertilizer, and the chemical industry. Pre-design of Ammonium Sulfate plant is planned to fulfill requirement of consumer of fertilizer either domestic and export, which is designed for 650.000 tons/year of capacity ammonia to raw materials 21207,4445 kg/hand sulfuric acid 61772,7856 kg/h. With regard to several factors, such as aspects of the supply of raw materials, transportation, labor, marketing, as well as utilities, the manufacturing site is located quite in the Industrial Area Gresik, East Java and will operated continuously for 24 hours day and 330 days year. Forms of companies are PT (Company Limited) with line and staff organizational structure. Systems based on the division of employees working hours of employees shift and non-shift.*

*Ammonium sulfate production process consists of four stages. The first stage is the reaction between ammonia and sulfuric acid in the reactor Bubble Column with neutralization reaction followed by the formation of ammonium sulfate crystals in the reactor at  $107^\circ\text{C}$  temperature and atmospheric pressure. The second stage is the separation of ammonium sulfate crystals from solution in a Centrifuge with a ratio of 1: 1. The third stage is the drying of ammonium sulfate crystals in Rotary Dryer at a temperature of  $120^\circ\text{C}$  to reach a water content of 0.15%. The last stage is packing the product on a commercial size 25 kg. Process support unit was established to support the production process consists of a unit supplying water is 23781.3598 kg/h, steam is 26426,7783 kg/h, electricity is 592.8606 Hp, fuel supply is 67678.5351 kg/h, and waste treatment plants.*

*Economy analysis shows that fixed capital is required Rp 932.841.794.838 and the total cost of production is Rp 4.808.691.512. Return on Investment (ROI) before tax 60.56% and after tax is 30.38% respectively, Pay Out Time (POT) before tax is 1.42 years and 2.48 years before tax, Break Even Point (BEP) is 42,07%, Shut Down Point (SDP) is 29.63% and Discounted Cash Flow of Return (DCFRR) is 18.91%. Based on economy analysis, It is that revealed  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  plant is quite interesting to be built.*

*Keywords : Ammonium Sulfate, Ammonia, Sulfate Acid and Neutralization Process*

## ABSTRAK

Ammonium Sulfat  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  adalah bahan kimia yang banyak digunakan di dalam industri pertanian sebagai pupuk dan di industri kimia. Untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan ekspor, maka dirancang pabrik amonium sulfat dengan kapasitas 650.000 ton/tahun dengan bahan baku amonia 21207,4445 kg/jam dan asam sulfat 61772,7856 kg/jam. Dengan memperhatikan beberapa faktor, seperti aspek penyediaan bahan baku, transportasi, tenaga kerja, pemasaran, serta utilitas, maka lokasi pabrik yang cukupstrategis adalah di Kawasan Industri Gresik JawaTimur, pabrik beroperasi selama 24 jam perhari dan 330 hari pertahun. Bentuk perusahaan adalah PT (Perseroan Terbatas) dengan struktur organisasi *line and staff*. Sistem kerja karyawan berdasarkan pembagian jam kerja yang terdiri dari karyawan *shift* dan *non shift*.

Proses produksi ammonium sulfat terdiri dari 4 tahap. Tahap pertama adalah reaksi antara amonia dan asam sulfat di reaktor *Bubble Column* melalui reaksi netralisasi yang diikuti dengan pembentukan kristal amonium sulfat dalam reaktor pada suhu  $107^\circ\text{C}$  dan tekanan atmosferis. Tahap kedua adalah pemisahan kristal amonium sulfat dari larutan induknya di alat *Centrifuge* dengan perbandingan 1:1. Tahap ketiga adalah pengeringan kristal amonium sulfat di *Rotary Dryer* pada suhu  $120^\circ\text{C}$  untuk mencapai kadar air 0,15%. Tahap yang terakhir adalah pengepakan produk pada ukuran komersial 25 kg. Unit pendukung untuk menunjang proses produksi yang terdiri dari unit penyediaan air dengan kapasitas 23781.3598 kg/jam, steam dengan kapasitas 26426,7783 kg/jam, total tenaga listrik 592.8606 Hp, dan unit penyediaan bahan bakar dengan kapasitas sebanyak 67678.5351 kg/jam.

Berdasarkan analisis ekonomi dalam pendirian pabrik diperlukan Modal Tetap sebesar Rp 932.841.794.838, dan total biaya produksi Rp 4.808.691.801.512. Dari hasil perhitungan diperoleh *Return on Investment (ROI)* sebelum pajak 60,56% dan sesudah pajak 30,38%, *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak 1,42 tahun dan sesudah pajak 2,48 tahun, *BEP (Break Even Point)* 42,07%, *SDP (Shut Down Point)* 29,63% dan *DCF (Discounted Cash Flow)* sebesar 18,91%. Berdasarkan hasil evaluasi ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa perancangan pabrik ini layak ditindak lanjut.

Kata Kunci : Amonium sulfat, Amonia, Asam Sulfat dan proses netralisasi

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Negara Indonesia merupakan negara agraris, dimana sektor pertanian memegang peranan penting dalam perekonomian negara. Berkembangnya sektor pertanian semakin meningkatkan kebutuhan akan pupuk, sementara negara Indonesia juga mempunyai sumber daya alam yang melimpah berupa bahan-bahan yang dapat diolah menjadi pupuk. Salah satu pupuk tersebut adalah pupuk Amonium Sulfat yang biasa disebut ZA.

Amonium Sulfat yang mempunyai rumus  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dikenal pula dengan nama ZA (Zuafel Amonium). Amonium Sulfat ini dihasilkan dengan reaksi antara Amonium dalam bentuk uap dengan Asam Sulfat dalam bentuk cair. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Saat ini pabrik yang memproduksi pupuk ini baru ada satu, yaitu PT. PETROKIMIA Gresik, yang berkapasitas 750 ribu ton/tahun, sedangkan pertumbuhan konsumsi kebutuhan akan pupuk ini terus meningkat yang diprediksikan akan meningkat menjadi 2.536.636 ton/tahun pada tahun 2020. Untuk mengatasi peningkatan kebutuhan akan pupuk ZA dan mengurangi kebutuhan impor ZA serta mengurangi ketergantungan terhadap negara lain, disamping membuka lapangan kerja baru dalam rangka turut memberikan

kesempatan kerja, sehingga jelaslah bahwa pendirian pabrik ZA di Indonesia perlu dilakukan.

Hal ini jika dilihat dari perkembangan jenis industri pengkonsumsinya yang kian beragam, dari hanya sebagai pupuk untuk lahan pertanian, meningkat menjadi katalis untuk membuat makanan menjadi berwarna gelap coklat kemerahan, electroplating, medicine, dan lain-lain.

Bahan baku pada pembuatan Amonium Sulfat di Indonesia dipandang masih sangat strategis dengan alasan sebagai berikut:

- a. Pendirian pabrik Amonium Sulfat dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, sekaligus mengurangi impor.
- b. Mendukung berkembangnya pabrik kimia lain yang menggunakan Amonium Sulfat sebagai bahan baku.
- c. Membuka lapangan kerja baru, sehingga menurunkan tingkat pengangguran.

## **1.2. Kapasitas Rancangan**

Dalam menentukan kapasitas produksi yang menguntungkan digunakan beberapa pertimbangan, yaitu:

- 1) Prediksi kebutuhan Amonium Sulfat di Indonesia,
- 2) Ketersediaan bahan baku.

Berdasarkan data dari BPS (Balai Pusat Statistik), menunjukkan impor AmoniumSulfat tiap tahun mengalami peningkatan secara signifikan. Hal ini jika dilihat dari pengkonsumsiaan AmoniumSulfat yang terus berkembang sebagai pupuk berwarna gelap coklat kemerahan, electroplating, medicine, dan lain-lain.

Tabel 1.1. Nilai Import Amonium Sulfat di Indonesia dari tahun 2011-2015

Tahun	Jumlah (Ton)	(US\$)
2011	503.392	114.356.491
2012	820.346	203.341.643
2013	728.487	130.884.685
2014	864.452	125.672.847
2015	1.170.194	170.386.737

Sumber : Balai Pusat Statistik Yogyakarta, 2015

Laju volume impor Amonium Sulfat di Indonesia dianggap linier,  $y = mx + c$ ,

dimana :

$$m = \frac{n(\sum xy) - \sum x \cdot \sum y}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \quad c = \frac{\sum(x^2)\sum y - \sum x \cdot \sum(xy)}{n\sum x^2 - (\sum x)^2}$$

dengan :

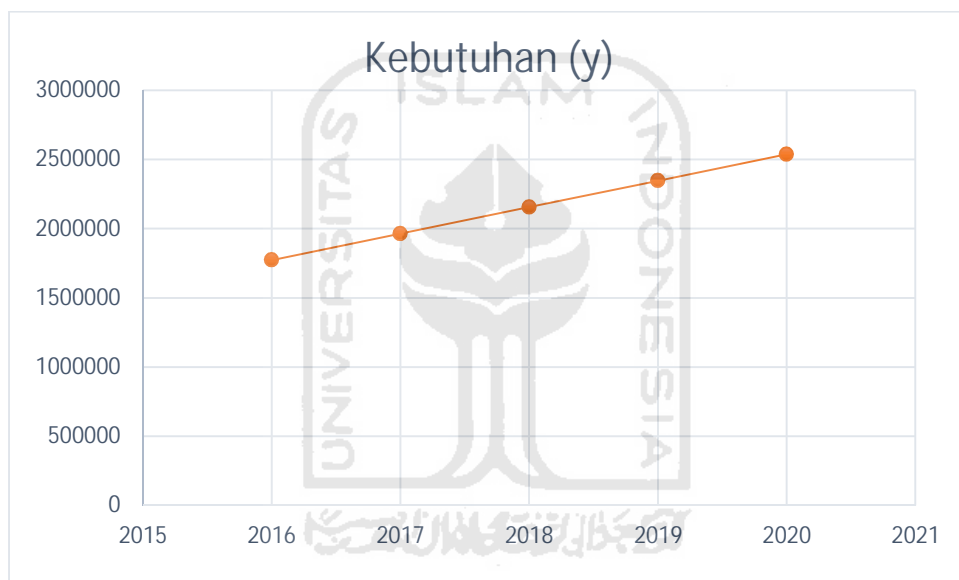
x = tahun ke-

y = volume impor per tahun

$$\text{Untuk Impor : } y = 1E+08x - 3E+11$$

Berdasarkan prediksi kebutuhan ammonium sulphate dalam negeri pada tahun 2020 sebesar 2.536.635,55 ton/tahun dan[ berdasarkan kapasitas produksi dari pabrik yang telah ada di Indonesia, yaitu PT Petrokimia Gresik sehingga kekurangan Amonium Sulfat di Indonesia adalah 1.786.635,55 ton per tahun.

Rencana perancangan pabrik pupuk Amonium Sulfat yang akan didirikan adalah 25 % dari kebutuhan ammonium sulphate pada tahun 2020 sebesar 2.536.635,55 ton/tahun yaitu 634.159 ton/tahun, dan mempertimbangkan kapasitas pabrik yang telah beroperasi dan ketersediaan bahan baku yang mencukupi tersedia dalam negeri maka kami merancang kapasitas pabrik sebesar 650.000 ton/tahun.



Gambar 1.1 Grafik kebutuhan ammonium sulfat (pupuk ZA ) dalam negeri

### 1.3. Lokasi

Lokasi pabrik merupakan hal yang penting dalam perancangan pabrik, karena berkaitan langsung dengan nilai ekonomi pabrik yang akan didirikan. Pemilihan lokasi pabrik ditentukan oleh beberapa faktor antara lain:

### 1.3.1 Faktor Primer

Faktor primer ini secara langsung mempengaruhi tujuan utama dari pabrik yang meliputi produksi dan distribusi produk yang diatur menurut macam dan kualitas. Waktu dan tempat yang dibutuhkan konsumen pada tingkat harga yang terjangkau sedangkan pabrik masih memperoleh keuntungan yang wajar. Faktor primer meliputi :

a. Penyediaan bahan baku

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik untuk beroperasi sehingga pengadaanya harus benar-benar diperhatikan. Hal ini dapat mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan.

Lokasi pabrik yang dipilih adalah Gresik , Jawa Timur. Pabrik Amonium Sulfat merupakan *weight gaining* yaitu pendirian pabrik didasarkan pada sumber bahan baku, karena produk hasilnya lebih berat dari bahan baku sehingga akan lebih menguntungkan bila dekat dengan pasar. Ketersediaan bahan baku dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik, yaitu untuk penyediaan Amonia dan Asam Sulfat.

b. Pemasaran produk

Pemasaran pabrik perlu memperhatikan letak pabrik dengan yang membutuhkan produk tersebut guna menekan biaya pendistribusian ke lokasi pengiriman dan waktu pengiriman. Daerah Gresik merupakan

daerah yang strategis untuk pemasaran karena dekat dengan Surabaya dan Pelabuhan sebagai pusat perdagangan Indonesia. Amonium Sulfat banyak digunakan sebagai pupuk yang sangat dibutuhkan oleh para petani di sekitar daerah Jawa, Bali dan Nusa Tenggara Barat. Selain itu juga bisa digunakan untuk pengolahan air buangan, dimana Gresik merupakan daerah industri sehingga produknya dibutuhkan oleh pabrik-pabrik di sekitarnya.

c. Transportasi

Angkutan bahan baku menuju Gresik cukup mudah, mengingat fasilitas jalan raya sangat lancar, selain itu juga pemasaran produk dari daerah Gresik cukup strategis, karena letaknya ditengah kawasan industry. Fasilitas laut seperti pelabuhan dan bandara tersedia didekat lokasi pabrik.

### 1.3.2 Faktor Sekunder

a. Tenaga kerja dan tenaga ahli

Tenaga kerja dapat diperoleh disekitar pabrik, sedangkan tenaga ahli dapat didatangkan dari Jakarta, Bandung, Yogyakarta dan Surabaya.

b. Kemungkinan Perluasan Pabrik

Faktor ini berkaitan dengan rencana pengembangan pabrik mendatang. Cikampek merupakan kawasan industri sehingga lahan di daerah itu disiapkan untuk pendirian suatu industry.



c. Kebijakan Pemerintah

Pendirian suatu pabrik perlu mempertimbangkan kebijakan pemerintah yang terkait didalamnya. Kebijakan pengembangan industri dan hubungan dengan pemerataan kerja dan hasil-hasil pembangunan. Gresik merupakan daerah yang telah disiapkan untuk kawasan industri sehingga sudah sesuai dengan kebijakan pemerintah.

c. Utilitas

Mengingat Gresik adalah daerah industri yang sudah mapan maka penyediaan utilitas tidak mengalami kesulitan. Penyediaan listrik dapat diperoleh dari PLN. Sedang bahan bakar dapat diperoleh dari distributor.

d. Iklim

Posisi Indonesia di daerah tropis menyebabkan iklim di Indonesia hanya mempunyai dua musim yaitu musim penghujan dan musim kemarau sehingga menguntungkan dan memudahkan bagi pengembangan pabrik, kelancaran proses produksi dan pemasaran.

e. Sarana Penunjang Lain

Gresik merupakan kawasan industri telah memiliki fasilitas terpadu seperti perumahan, sarana olahraga, sarana kesehatan, hiburan dan lainnya. Walaupun nantinya perusahaan harus membangun fasilitas-fasilitas untuk karyawannya sendiri tapi untuk mengurangi biaya awal pendirian pabrik maka bisa digunakan fasilitas terpadu tersebut.

Memperhatikan pertimbangan-pertimbangan diatas, maka pendirian pabrik di Gresik sangatlah tepat. Dengan alasan sebagai berikut :

a. Pemasaran hasil produksi

Daerah Gresik merupakan daerah yang strategis untuk pemasaran karena dekat dengan Surabaya sebagai pusat perindustrian Indonesia. Amonium Sulfat banyak digunakan sebagai pupuk yang sangat dibutuhkan oleh para petani di sekitar daerah Jawa, Bali dan Nusa Tenggara. Selain itu juga bisa digunakan untuk pengolahan air buangan, dimana Gresik merupakan daerah industri sehingga produknya dibutuhkan oleh pabrik-pabrik di sekitarnya.

b. Bahan Baku

Bahan baku dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik untuk Asam Sulfat dan Ammonia.

c. Kebijakan Pemerintah

Pemerintah menetapkan Gresik sebagai salah satu kawasan industri di Jawa Timur sehingga merupakan kawasan yang strategis.

## 1.4. Tinjauan Pustaka

### 1.4.1. Macam-macam Proses

Proses pembuatan Amonium Sulfat terdapat 4 proses sebagai berikut

1. Reaksi Netralisasi
2. Amonium Sulfat dari Coal Carbonazition Process
3. Reaksi antara Gypsum dan Amonium Carbamat
4. Proses Lain

#### a. Reaksi Netralisasi

Proses netralisasi antara Amonia dan Asam sulfat dalam larutan induk Amonium sulfat, merupakan proses yang penting untuk memproduksi Amonium sulfat dalam jumlah yang besar. Proses netralisasi dilaksanakan dalam saturator dan reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Reaksi pembentukan Amonium sulfat adalah eksotermis dimana panas reaksi yang timbul menyebabkan larutan didalam saturator menjadi mendidih. Uap – uap yang timbul diembunkan dalam suatu kondensor dan kondensatnya dikembalikan ke saturator.

Kristal amonniuum sulfat yang terbentuk dalam saturator dikeluarkan melalui bagian bawah saturator sebagai slurry menuju hopper. Dari hopper slurry dialirkan menuju ke centrifuge separator untuk memisahkan kistal dari larutannya. Larutan yang telah dipisahkan dikembalikan ke saturator sebagai larutan induk, sedangkan kristal Amonium sulfat diteruskan ke belt conveyer dan kemudian di rotary dryer

untuk dikeringkan dengan memakai udara panas dialirkan secara searah. Amonium sulfat yang telah diayak kemudian dikirim ke unit pengantungan.

Untuk memperkecil kehilangan Amonium sulfat yang terikut uap maka jumlah Amonia yang dibutuhkan harus tepat sehingga semua dapat bereaksi dengan asam sulfat dan larutan dapat dijaga dalam kondisi asam ( $H_2SO_4$  0,2 - 0,4 %). Didalam saturator terjadi reaksi antara Amonia dan asam sulfat dan diikuti dengan pembentukan kristal Amonium sulfat. Didalam pabrik ammonium sulfat, Amonia yang digunakan adalah Amonia yang diuapkan dengan kemurnian 99.5 % yang diinjeksikan kedalam saturator untuk menjaga keseimbangan antara Kristal Amonium sulfat dengan larutan tetapnya 1 : 1.

#### **b. Amonium Sulfat dari Coal Carbonazition Process**

Pada tahun 1920 an, proses karbonasi batubara ini sangatlah populer dikalangan industri. Tapi pada perkembangannya proses ini makin lama makin berkurang seiring dengan meningkatnya instalasi *oil-gas process* dan penggunaan minyak serta gas alam untuk pemanasan. Di lain pihak batu bara yang dikarbonasi tetap digunakan untuk memproduksi Amonium Sulfat.

Untuk memproduksi Amonium Sulfat dari batu bara ada tiga cara, yaitu langsung, tidak langsung, dan semi langsung. Pada proses langsung, mula-mula semua gas didinginkan untuk penghilangan sejumlah besar tar sebelum dialirkan ke saturator tipe buble atau spray. Kristal Amonium Sulfat dipisahkan dari liquornya, kemudian dicuci didalam centrifuge, dikeringkan, kemudian dibawa ke penyimpanan. Untuk proses langsung ini memiliki banyak sekali kelemahan

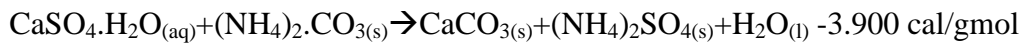
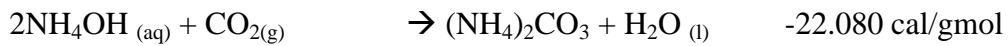
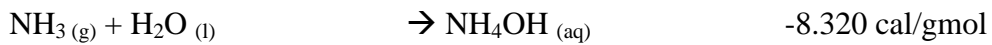
terutama pada impuritas produk yang dikarenakan kontaminasi dari tar, pyridine, ataupun komponen organik lainnya yang nantinya akan mengakibatkan harga Amonium Sulfat yang dijual di pasaran menjadi jauh berkurang, dan juga klorid dari minyak ataupun air yang digunakan akan menyebabkan Amonium klorida dan menyebabkan korosif, kecuali telah dipasang peralatan khusus pencegah korosif. Namun proses ini juga memiliki kelebihan yaitu biaya investasi dan operasi yang rendah, karena keterbatasan dari proses langsung ini, maka mulailah dicari metode baru yaitu proses tidak langsung. Pada proses ini gas panas dari oven mula-mula didinginkan dengan sirkulasi wash liquor dan scrubbing air. Liquor yang telah dikombinasikan kemudian dipisahkan dengan amonia bebas didalam stripping, kemudian setelah di stripper, liquor tersebut diolah dengan larutan biasa untuk pemisahan Amonium chloridanya. Setelah itu, barulah dialirkan ke dalam saturator yang kemudian dibentuk Amonium Sulfat.

Untuk proses semi langsung, gas didinginkan dan kemudian dihilangkan tarnya serta untuk memproduksi condensatnya yang mengandung cukup banyak amonia. Untuk proses semi langsung ini diproduksi dengan hasil Amonium Sulfat yang lebih murni dan dengan yield recovery amonia yang lebih tinggi.

### **c. Amonium Sulfat dari Gypsum dan Amonium Carbonat**

Di negara Inggris, Austria dan India, Amonium Sulfat diproduksi dengan reaksi antara kalsium Sulfat dan Amonium carbonat. Metode ini dikenal juga sebagai *Merseburg Process*, yang menggunakan Gypsum dan Kalsium Sulfat Anhidrit.

Reaksi yang terjadi adalah:



Proses ini digunakan pada negara-negara yang memiliki sumber kalsium Sulfat tetapi tidak memiliki sulfur untuk memproduksi Amonium Sulfat. Baik produk dari proses ini dapat digunakan pada industri semen atau juga dapat digunakan pada pabrik kalsium Amonium nitrat.

#### d. Proses Lain

Amonium Sulfat dapat dibuat dengan mengabsorpsi gas sulfur pada pelarut organik dan menghasilkan sulfit/kaya liquor dengan udara untuk memproduksi Sulfat. Kemudian ditambahkan amonia untuk menghasilkan Amonium Sulfat. Setelah itu dipisahkan dari solventnya, di centrifugasi, dikeringkan kemudian di bagging. Solvent yang digunakan biasanya adalah Xylidine atau Monomethyanilin.

#### 1.4.2. Pemilihan Proses

Dari proses-proses yang telah dijelaskan di atas, pemilihan proses yang akan digunakan dalam pembuatan ammonium sulfat ini akan ditinjau dari segi keuntungan tiap-tiap proses yang ada. Tabel perbandingan masing-masing proses dapat dilihat pada tabel 1.2.

Tabel 1.2 Perbandingan masing-masing proses

No.	Parameter	Proses Merseburg	Proses Sintesis Caprolactam	Proses Netralisasi
1.	Aspek Teknis			
	a. Proses	Batch	Kontinyu	Kontinyu
	b. Konversi	98%	-	99,5%
	c. C. Kualitas produk	Tinggi	Rendah	Tinggi
	d. Kandungan ZA dalam larutan induk	25%	35-40%	40%
	e. Produk samping	Batu Kapur	Tar	Air
2.	Kondisi Operasi :			
	a. Suhu (°C)	65-73	>500	105-110
	b. Tekanan	Vakum	-	1 atm
	c. Waktu Operasi (jam)	6	-	± 4
3.	Modal dan Bahan Baku			
	a. Bahan Baku	NH <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , gypsum, H <sub>2</sub> O, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Hasil samping pembuatan cprolactam	NH <sub>3</sub> , dan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
	b. Ketersediaan Bahan Baku	Dalam negeri	Impor	Dalam negeri
	c. Modal	Besar	Besar	Sedang

(Afrina, 2010 ; Permatasari dan Rachmatikawati, 2008)

**Keuntungan :**

1. Proses Merseburg
  - Konversi tinggi
  - Kualitas produk tinggi
  - Suhu operasi rendah
  - Bahan baku mdah didapat
2. Proses Sintesis Caprolctam
  - Penggunaan bahan baku sedikit
  - Kandungan ZA dalam larutan induk cukup besar
3. Proses Netralisasi
  - Memiliki nilai konversi yang besar
  - Kualitas produk tinggi
  - Kandungan ZA dalam larutan induk cukup besar
  - Beroperasi pada tekanan atmosfer
  - Waktu operasinya cukup singkat
  - Bahan baku mudah didapat
  - Modal tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan kedua proses yang lain

**Kerugian :**

1. Proses Merseburg
  - Kandungan ZA dalam larutan induk kecil
  - Beroperasi pada tekanan vakum
  - Waktu operasi lama



## 2. Proses Sintesis Carpolactam

- Kualitas produk rendah
- Beroperasi pada suhu tinggi
- Bahan baku sulit didapat

## 3. Proses Netralisasi

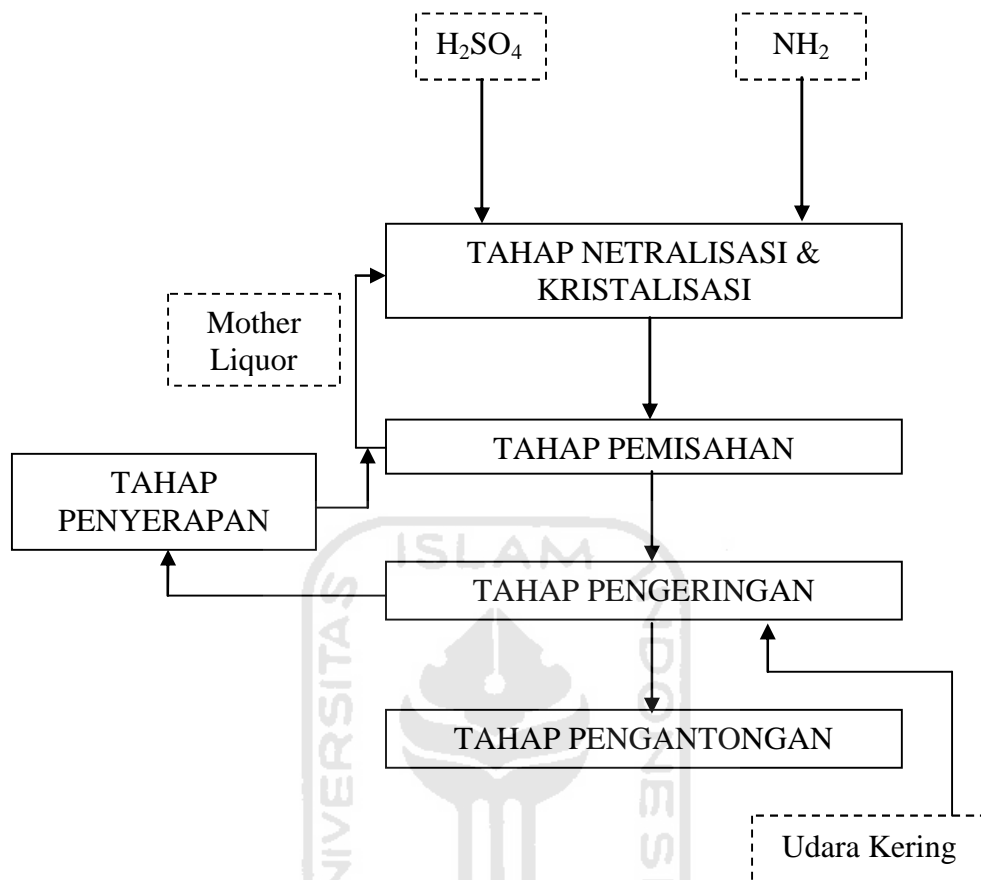
- Beroperasi pada suhu tinggi

### 1.4.3 Uraian Proses Terpilih

Pada prarancangan ini digunakan proses netralisasi. Proses pengolahan dari bahan baku sampai produk akhir melewati beberapa tahap, yaitu:

1. Tahap netralisasi dan kristalisasi
2. Tahap pemisahan kristal
3. Tahap pengeringan
4. Tahap penampungan produk

Berikut dapat dilihat blok diagram pembuatan ammonium sulfat dengan proses netralisasi:



Gambar 1.2 Blok diagram pembuatan ammonium sulfat dengan proses netralisasi

#### 1.4.4 Kegunaan Produk

Amonium Sulfat terutama digunakan sebagai pupuk untuk memberikan unsur hara Nitrogen dan Belerang pada tanaman sebagai berikut :

##### A. Unsur hara Nitrogen

1. Membuat tanaman menjadi lebih hijau segar, banyak mengandung butir hijau daun yang penting dalam fotosintetis.
2. Mempercepat pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah anakan, cabang dan sebagainya).
3. Menambahkan kandungan protein hasil panen.

## B. Unsur hara Belerang

1. Membuat pembentukan butir hijau daun (*chlorophyl*), sehingga daun menjadi lebih hijau.
2. Menambahkan kandungan protein dan vitamin hasil panen.
3. Memacu pertumbuhan anakan produktif.
4. Berperan sebagai sintesa minyak yang berguna bagi proses penguapan zat gula.

Disamping digunakan sebagai pupuk, Amonium Sulfat juga digunakan dalam bidang industri seperti untuk pengolahan air, fermentasi, bahan tahan api dan penyamakan.



## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi produk

##### 2.1.1 Ammonium Sulfat

- Rumus Molekul :  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- Wujud : padat
- Fase : kristal (Higrokopis)
- Warna : putih
- Berat Molekul : 132,136
- Massa jenis :  $1,769 \text{ g/cm}^3$
- Titik beku (1 atm) :  $495 \text{ }^\circ\text{C}$
- Kelarutan (1 atm) :  $103,3 \text{ kg/100 kg H}_2\text{O}$
- Spesifikasi Produk :

Komposisi (%-wt/wt)

Ammonium Sulfat = 99,75 %

Air = 0,15 %

Asam Sulfat = 0,1 %

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

### 2.2.1 Asam Sulfat

- Rumus molekul :  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- Fase : Cair (  $P = 1 \text{ atm}$ ,  $T = 35^\circ\text{C}$  )
- Warna : Kecoklatan
- Berat Molekul : 98,0734
- Titik Didih (1 atm) :  $336,85^\circ\text{C}$
- Titik Beku (1 atm) :  $10,31^\circ\text{C}$
- Bau : Menyengat
- Densitas :  $1,834 \text{ kg/l}$  ( $35^\circ\text{C}$ , 1 atm)
- Viskositas :  $0,0166 \text{ kg/m.dtk}$  ( $35^\circ\text{C}$ , 1 atm)
- Kelarutan : Larut sempurna dalam air
- Komposisi :
 

$\text{H}_2\text{SO}_4$	= 98,5 %
$\text{H}_2\text{O}$	= 1,5 %

### 2.2.2 Amonia

- Rumus Molekul :  $\text{NH}_3$
- Fase : Cair (  $P = 11 \text{ atm}$ ,  $T = 30^\circ\text{C}$  )
- Warna : Jernih
- Berat Molekul : 17,031
- Titik didih (1 atm) :  $-33,43^\circ\text{C}$
- Titik beku (1 atm) :  $-77,74^\circ\text{C}$
- Densitas :  $0,67384 \text{ kg/m}^3$  ( $-35^\circ\text{C}$  , 1 atm)

- Komposisi :
 

$\text{NH}_3$	=	99,5%
$\text{H}_2\text{O}$	=	0,5 %

## 2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

### 2.3.1 Udara

- Fase : Gas
- Warna : Tidak berwarna
- Komposisi (% massa) :
 

Hidrogen ( $\text{H}_2$ )	=	79 %
Oksigen ( $\text{O}_2$ )	=	21 %
- Relative Humidity (RH) : 99 % pada suhu 65 °C

### 2.3.2 Air

- Rumus kimia :  $\text{H}_2\text{O}$
- Fase : cair
- Berat molekul : 18 g/mol
- Berat jenis : 0,998 g/ml
- Titik didih (1 atm) : 100 °C
- Titik beku (1 atm) : 0 °C
- Suhu kritis : 374,13 °C
- Tekanan kritis : 217,7 atm
- Viskositas : 0,82 cp

## 2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan sejak dari bahan baku sampai menjadi produk. Selain pengawasan mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan analisa di laboratorium maupun menggunakan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan jalannya operasi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau *diset* baik itu *flow meter* bahan baku atau produk, *level controler*, maupun *temperature controler*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat kontrol yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

### ➤ *Level Controler*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, level yang terukur akan

dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh level yang diinginkan.

➤ ***Flow Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

➤ ***Temperature Controler***

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Temperatur yang terukur akan dicocokkan dengan set point bila belum sesuai maka suhu tersebut akan dikoreksi sampai diperoleh temperatur yang diinginkan.

➤ ***Pressure Controler***

Merupakan alat yang dipasang pada alat proses untuk mengendalikan tekanan di dalam alat sesuai dengan kondisi operasi alat tersebut.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal, untuk itu perlu dilakukan pengendalian produksi sebagai berikut :



a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Apabila setelah dianalisa ternyata tidak sesuai, maka ada kemungkinan besar bahan baku tersebut akan dikembalikan kepada *supplier*.

b. Pengendalian Kualitas Bahan Pembantu

Bahan - bahan pembantu untuk proses pembuatan *Ammonium Sulfat* di pabrik ini juga perlu dianalisa untuk mengetahui sifat-sifat fisiknya, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi dari masing-masing bahan untuk membantu kelancaran proses.

Bahan-bahan tersebut antara lain :

- ❖ Air, untuk keperluan utilitas, pendingin dan pemanas.
- ❖ Pasir, sebagai penyaring di Bak Saringan Pasir.
- ❖ Zeolit, sebagai pengisi di kation dan anion exchanger.
- ❖ Kaporit, sebagai bahan pembuat larutan desinfektan untuk keperluan rumah tangga.
- ❖ Larutan NaCl, untuk meregenerasi kation exchanger.
- ❖ Larutan NaOH, untuk meregenerasi anion exchanger.
- ❖  $Al_2(SO_4)_3$ , untuk proses koagulan.
- ❖ Residual oil No.6, sebagai bahan bakar boiler.
- ❖ *Diesel oil* ( Solar ), sebagai bahan bakar diesel ( Genzet ).

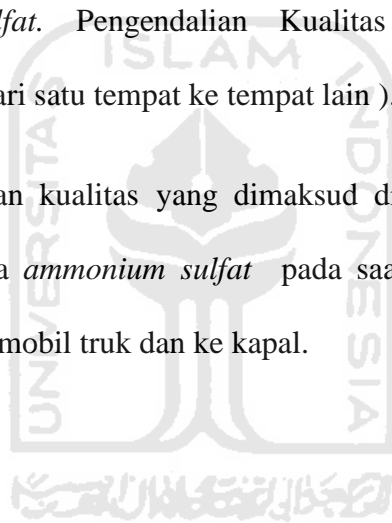
c. Pengendalian Kualitas Bahan selama Proses

Untuk menjaga kelancaran proses, maka perlu diadakan pengendalian/ pengawasan bahan selama proses berlangsung. Pengendalian tersebut meliputi jumlah methanol, kadar udara, dan perbandingan udara/ methanol.

d. Pengendalian Kualitas Produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi *ammonium sulfat*. Pengendalian Kualitas Produk pada Waktu Pemindahan ( dari satu tempat ke tempat lain ).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama *ammonium sulfat* pada saat akan dipindahkan dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.



## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

#### **3.1 URAIAN PROSES**

Pabrik amonium sulfat dari amonia dan asam sulfat ini memiliki kapasitas produksi sebesar 650.000 ton/tahun dimana pabrik ini beroperasi selama 330 hari per tahun secara kontinyus selama 24 jam. Bahan baku amonia 99,5% dan asam sulfat 98% diperoleh dari PT Petrokimia Gresik, Jawa Timur.

Proses produksi amonium sulfat dari amonia dan asam sulfat dapat dijelaskan sebagai berikut. Bahan baku larutan asam sulfat 98,5% ditampung dalam tangki penyimpanan asam sulfat (T-01) pada kondisi 30°C dan 1 atm. Bahan baku amonia 99% fase cair ditampung dalam tangki penyimpanan amonia (T-02) pada kondisi 30°C dan 11 atm. Larutan asam sulfat 98,5% sebanyak 62189.2565 kg/jam ini dipompa dengan pompa (P-01) yang bertekanan 2.5 atm, kapasitas 52,4539 m<sup>3</sup>/jam dan daya 5.5 HP yang selanjutnya dipanaskan dengan heat exchanger (HE-01) dari suhu 30 °C hingga suhunya mencapai suhu operasi reaktor (R-01) yaitu 107 °C. Pada HE-01 digunakan pemanas berupa steam suhu 280 °C dan tekanan 1,5 atm.

Amonia 99,5% fase cair sebanyak 21272.3652 kg/jam diturunkan tekanannya dengan expander valve (EV-01) dari tekanan 11 atm menjadi 1 atm dengan daya 42 HP, selanjutnya dipanaskan dengan heat exchanger (HE-02) dari suhu 30°C hingga suhunya mencapai suhu operasi reaktor (R-01) yaitu 107°C. Pada HE-02

digunakan pemanas berupa steam suhu dipompa dengan pompa (P-02) yang bertekanan 2 Atm.

Pada reaktor (R-01) terjadi reaksi antara amoniak 99,5% dan asam sulfat 98,5% dengan konversi  $\text{NH}_3$  99,5% dimana reaksi tersebut terjadi pada  $107^\circ\text{C}$  dan 1 atm. Reaktor (R-01) beroperasi secara kontinyu. Uap amoniak masuk melalui *sparger* dari bagian bawah dan asam sulfat masuk melalui *sparger* di bagian atas Reaktor (R-01). Reaksi yang terjadi di dalam R-01 adalah sebagai berikut:



Suhu reaksi dijaga pada  $107^\circ\text{C}$  dengan cara mengalirkan air pendingin di sekitar Reaktor (R-01) karena reaksi bersifat eksotermus. Uap yang terbentuk sebanyak 106,0372 kg/jam dinaikan tekanannya menggunakan kompresor (C-01) menjadi 11 atm kemudian di embunkan dengan kondenser (CD-01) ditampung dalam tangki penampung (Acc-01), kemudian dialirkan ke tangki penyimpanan bahan baku amonia (T-02).

Produk berupa slurry ammonium sulfat sebanyak 168122,2938 kg/jam. Kristal ammonium sulfat yang terbentuk dipisahkan dengan larutan induknya menggunakan *centrifuge* (CF-01). *Centrifuge* (CF-01) beroperasi pada  $60^\circ\text{C}$  dan 1 atm. Slurry ammonium sulfat dari Reaktor (R-01) diumpankan ke *Centrifuge* (CF-01) dengan perbandingan liquid:solid = 1:1. Agar kristal tidak lebih dari 50% ,jika lebih dari 50% akan terjadi penggumpalan sehingga bisa menyumbat jalur pengeluaran.

Kristal sebanyak 84889,1538 kg/jam selanjutnya dikirim ke rotary dryer (DR-01) melalui bucket elevator (BE-01) kemudian ditampung sementara di hopper (H-01) selanjutnya diangkat dengan screw conveyor (SC-01) dan dibawa ke gudang penyimpanan (G-01), sedangkan larutan induknya sebanyak 83233,14 kg/jam dialirkan ke tangki penampungan mother liquor (Acc-02) yang nantinya di-*recycle* ke Reaktor (R-01) yang terlebih dahulu dilewatkan HE-04 untuk menyesuaikan suhu agar sesuai dengan suhu reaksi di Reaktor (R-01) berfungsi untuk mengeringkan kristal ammonium sulfat (ZA) hingga kandungan airnya maksimum sebesar 0.15% berat.

Rotary Dryer (DR-01) beroperasi pada kondisi 120 °C dan 1 atm. Kristal ZA basah dialirkan ke DR-01 dan dikontakkan dengan udara panas secara searah. Udara panas tersebut diperoleh dengan cara mengambil udara atmosfer sebanyak 1946,304143 kg.jam dengan blower (BL-01), kemudian dipanaskan dengan HE-03.

Debu ZA tertarik bersama udara kering dengan Blower (BL-02) lalu masuk ke Cyclone Separator(CS-01) untuk memisahkan udara dengan debu ZA, Cyclone Separator (CS-01) beroperasi pada 50 °C da 1 atm. Debu ZA dari Cyclone Separator (CS-01) kemudian tertampung di Mixer (M-01) yang kemudian disemprot dengan air sebanyak 1089,6548 kg/jam. Air yang digunakan untuk menyemprot debu ZA dari utilitas lalu dipompa dengan pompa (P-05) menuju CS-01. Cairan yang mengandung debu sebanyak 1908,9236kg/jam selanjutnya dialirkan menuju ACC-02 sebagai *recycle* umpan Reaktor (R-01).

Produk ammonium sulfat memiliki kadar nitrogen minimum 20,08% (berat), kadar asam sulfat maksimum 0,1% (berat), dan kadar air maksimum 0,15% (berat) sehingga kadar amonium sulfat produk sebesar 99,75% (berat).



### 3.2 SPESIFIKASI ALAT PROSES

#### 3.2.1 Spesifikasi Alat Utama

##### a. Reaktor (R)

Fungsi : Mereaksikan Amonia ( $\text{NH}_3$ ) dengan Asam Sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sehingga dihasilkan Ammonium Sulfat ( $\text{NH}_4$ )<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Tipe : Saturator

Bahan : Stainless steel AISI 410

Jumlah : 1 unit

Volume : 215.039,1004 L = 215,0391m<sup>3</sup>

Kondisi Operasi :

Tekanan = 1 atm

Suhu = 107 °C

Dimensi Reaktor :

Diameter Reaktor = 223,3661 in = 5,6735 m

Tinggi Reaktor = 335,0512 in = 8,5103 m

Tebal *shell* = 0,389 in = 0,00988 m

Dimensi *head* :

Bentuk = Slinder *vertical* bentuk atap dan dasar  
*Torispherical*.

Tebal *head* = 0,5674 in = 0,01439 m

Tinggi *Head* = 46,9913 in = 1,1936 m

Jaket Pendingin :

    Pendingin           = air

    Diameter           = 19,0951 ft = 5,8202 m

    Tebal shell         = 0,1476 ft = 0,04499 m

    Tinggi              = 279,2087 in = 7,0919 m

Pengaduk :

    Tipe                 = *Flat Blade Turbine*

    Diameter           = 1.9304 m = 6.3333 ft

    Rpm                 = 160 rpm

    Power               = 25 Hp

Harga : \$718.525,01

b. Centrifuge (CF)

Fungsi : Memisahkan kristal ZA dari larutan induk  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Tipe : *Knife-discharge bowl centrifuge*

Bahan : Stainless Steel SA-240 grade A

Jumlah : 1 unit

Kapasitas : 169,663 ton/jam

Kondisi Operasi :

    Tekanan           = 1 atm

    Suhu              = 60°C

Dimensi :

    Diameter *bowl*   = 68 in = 1,73 m

    Tinggibowl       = 150,768 in = 3.8295 m



Motor	
Kecepatan putar	= 5652 rpm
<i>Power</i>	= 15 hp
Harga	: \$69.551,47

c. Rotary Dryer (RD)

Fungsi	: Mengurangi kadar air yang terikat pada hasil padatan <i>ammonium sulfat</i> .
Jenis	: <i>Direct contact counter current Rotary Dryer</i>
Jumlah	: 1 unit
Kondisi operasi	
Tekanan	= 1 atm
Suhu	= 90°C
Spesifikasi	
Panjang	= 74,32 ft = 22,6532 m
Diameter	= 3,3063 ft = 10778 m
Kecepatan putar	=8,7 rpm
Jumlah <i>flight</i>	=8
Waktu tinggal	=4,2 menit = 0,0709 jam
Daya	= 8,1675 Hp
Harga	: \$237.391,25

## d. Cyclone Separator (CS)

Fungsi : Memisahkan debu  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  yang terikut keluar bersama udara dari rotary dryer (RD)

Jenis : High Efficiency Cyclone

Bahan konstruksi : Menggunakan bahan Carbon Steel, SA-204, grade C

Jumlah : 1 unit

Dimensi :

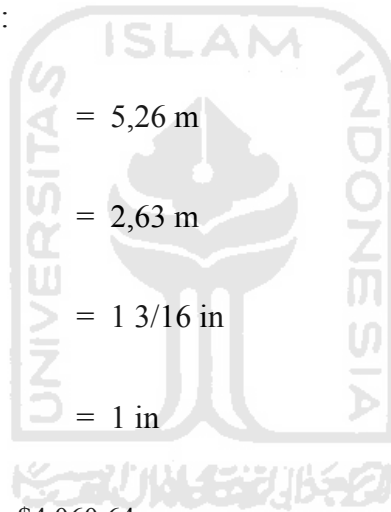
Tinggi siklon = 5,26 m

Diameter = 2,63 m

Tebal shell = 1 3/16 in

Tebal head = 1 in

Harga : \$4.060,64



## e. Mixer (M)

Fungsi : mencampurkan air dengan debu ammonium sulfat dari cyclone dengan air

Jenis : Silinder vertical dengan head dan bottom berbentuk *spherical*.

Dimensi tangki :

Diameter (D) = 6,4128 ft = 1,95 m

Tinggi (H)	=12,8257 ft = 3,91 m
Tebal	= 1/8 in = 0,125 m
Head	:
Tipe	= <i>Standard Dished Head</i>
Tebal	= 1/8 in= 0,125 m
Tinggi	= 15,1562 in = 0,3849 m
Pengaduk	:
Tipe	= <i>Flat Blade Turbine</i>
Diameter	= 2,2376 ft = 0,6515 m
Rpm	= 689,51 rpm
Power	= 2 Hp
Harga	: \$4.164,76

### 3.2.2 Spesifikasi Alat Penunjang

#### a. Tangki Penyimpanan Bahan Baku Asam Sulfat (T-01)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Asam Sulfat selama 7 hari  
sebanyak 62189.25655 kg/jam

Tipe : Silindertegak, dengan bentuk head conical roof

Kondisi Operasi :

T = 30 °C

P = 1 atm

Bahan Konstruksi : Stainless Steel SA-285 Grade C

Dimensi :

Diameter Tangki = 94 ft = 28.53 m

Tinggi Tangki = 35 ft = 10.6988 m

Tebal Shell = 0,7262 in = 0,0184 m

Tebal Head = 0,7529 in = 0,0191 m

Tinggi Head = 2,9496 ft = 0,899 m

Tinggi Total = 11,872 m

Harga : \$104.431,33

b. Tangki Penyimpanan Bahan Baku Amonia (T-02)

Fungsi : Menyimpan bahan baku Amonia selama 7 hari

Tipe : Slinder tegak, torispherical head

Kondisi Operasi :

T = 30°C

P = 11 atm

Bahan Konstruksi : Stainless steel SA 240 grade C

Dimensi :

Diameter Tangki = 20 ft = 6,0975 m

Tinggi Tangki = 53 ft = 16,1585 m

Tebal = 1 in = 0,0254 m

Tebal Head = 1 in = 0,0254 m

Tinggi Head = 38,7609 in = 0,9845 m

Harga : \$227.708,19

c. Tangki Akumulator (Acc-01)

Fungsi : Menampung sementara uap amonia dari reaktor  
sebanyak 212.7237 kg/jam

Tipe : Silinder horizontal, dengan elliptical dishead head

Kondisi Operasi :

T = 107°C

P = 1 atm

Bahan Konstruksi : Stainless steel SA 240 grade C

Dimensi :

Diameter Tangki = 0,687 ft = 0,2095 m

Tinggi Tangki = 2,062 ft = 0,6285 m

Tebal Shell = 0,1875 in = 0,004763 m

Tebal Head = 0,1875 in = 0,004763 m

Harga : \$55.599,53

d. Tangki Akumulator (Acc-02)

Fungsi : Menampung sementara *Mother Liquor* dari Centrifuge dan Mixer sebanyak 168283.9209 kg/jam dengan waktu tinggal 10 menit

Tipe : Silinder horizontal, dengan elliptical dishead head

Kondisi Operasi :

T = 55°C

P = 1 atm

Bahan Konstruksi : Stainless steel SA 240 grade C

Dimensi :

Volume Tangki = 47,65649 m<sup>3</sup>

Diameter Tangki = 2,6932 m

Tinggi Tangki = 8,0795 m

Tebal Shell = 0,25 in = 0,00635 m

Tebal Head = 0,1875 in = 0,0047625 m

Harga : \$147.744,82

## f. Pompa (P-01)

Tugas : Mengalirkan bahan baku asam sulfat ke reaktor sebanyak 62189.2565kg/jam .

Jenis : *centrifugal pump, radial impeller, single stage-single suction*

Jumlah : 1 buah

Head = 23.1266 ft

Kapasitas = 2,6373 gpm.

Putaran = 1500 rpm

Putaran spesifik = 186,1061rpm

Bahan = *comercial steel*

Power = 7,5 HP

Harga : \$14.056,06

## g. Pompa (P-02)

Tugas : Mengalirkan cairan amonia dari tangki kondensat ke reaktor sebanyak 212,0744 kg/jam .

Jenis : *centrifugal pump, radial impeller, single stage-single suction*

Jumlah : 1 buah

Head = 23,2076 ft

Kapasitas = 230,9543 gpm.

Putaran = 1500 rpm

Putaran spesifik = 2155,9181rpm

Bahan = *comercial steel*

Power = 7,5 HP

Harga : \$7.913,04

h. Pompa (P-03)

Tugas : Mengalirkan slurry amonium sulfat dari reaktor ke centrifuge sebanyak 251745.5428kg/jam .

Jenis : *centrifugal pump, mixed impeller, single stage-single suction*

Jumlah : 1 buah

Head = 10,7897 ft

Kapasitas = 618,1562gpm.

Putaran = 1500 rpm

Putaran spesifik = 6483,9762rpm



Bahan = *comercial steel*

Power = 5 HP

Harga : \$16.763,15

i. Pompa (P-04)

Tugas : Mengalirkan larutan induk amonium sulfat dari centrifuge ke tangki akumulator (Acc-02) sebanyak 165618.5055kg/jam .

Jenis : *centrifugal pump, mixed impeller, single stage-single suction*

Jumlah : 1 buah

Head = 13,5236 ft

Kapasitas = 355,0257 gpm.

Putaran = 1500 rpm

Putaran spesifik = 4007,7076 rpm

Bahan = *comercial steel*

Power = 5 HP

Harga : \$14.056,06

## j. Pompa (P-05)

Tugas : Mengalirkan H<sub>2</sub>O kedalam Mixer sebanyak 1245.2991kg/j.

Jenis : *centrifugal pump, mixed impeller, single stage-single suction*

Jumlah : 1 buah

Head = 14,5193 ft  
 Kapasitas = 5,7573gpm.  
 Putaran = 3500 rpm  
 Putaran spesifik = 1129,0638rpm  
 Bahan = *comercial steel*  
 Power = 5 HP

Harga : \$6.038,90

## k. Pompa (P-06)

Tugas : Mengalirkan Larutan ammonium sulfat dari mixer sebanyak 2665.4154kg/jam ke tangki akumulator (Acc-02)

Jenis : *centrifugal pump, mixed impeller, single stage-single suction*

Jumlah : 1 buah

Head = 7,4193 ft

Kapasitas = 8,1424gpm.

Putaran = 3500 rpm

Putaran spesifik = 2221,6351 rpm

Bahan = *comercial steel*

Power = 5 HP

Harga : \$6.038,90

1. Pompa (P-07)

Tugas : Mengalirkan larutan induk ammonium sulfat dari tangki akumulator (Acc-02) sebanyak 168283.921kg/jam ke reaktor

Jenis : *centrifugal pump, mixed impeller, single stage-single suction*

Jumlah : 1 buah

Head = 26,6184 ft

Kapasitas = 363,1681gpm.

Putaran = 3500 rpm

Putaran spesifik = 5691,6192 rpm

Bahan = *comercial steel*

Power = 7.5 HP

Harga : \$18.116,70

m. Heater (HE-01)

Tugas : memanaskan bahan baku asam sulfat dari suhu 30°C sampai suhu 107 °C sebanyak 62189.2565kg/jam menuju ke reaktor.

Jenis : *Shell and tube*

Jumlah : 1 ( satu ) buah.

Beban panas : 7217492,7903 kJ/jam

Luas transf. panas : 239,6518ft<sup>2</sup>

Dimensi :

*Shell*

- Diameter dalam = 17 in.
- Jarak *baffle* =10 in.

*Tubes*

- Diameter luar = 1 in.
- Diameter dalam = 0,834 in.
- *Pitch* = 1,25 in *square pitch*.
- Panjang = 16 ft.
- Jumlah pipa = 96 buah

Pemanas : steam

Keb. Pemanas : 3369,1242kg/jam.

Bahan : *Stainless Steel 316 AIS*

Harga : \$45.812,68

n. Heater (HE-02)

Tugas : memanaskan bahan baku amonia dari suhu 30°C sampai suhu 107 °C sebanyak 21272.3652kg/jam menuju ke reaktor.

Jenis : *Double pipe*

Jumlah : 1 ( satu ) buah.

Beban panas : 3754407,774 kJ/jam

Luas transf. panas : 44,016ft<sup>2</sup>

Panjang : 12 ft

Rd perancangan = 0,0032982 hr.ft<sup>2</sup>.F/BTU

Rd dibutuhkan = 0,003 hr.ft<sup>2</sup>.F/BTU

Uc	= 1425,1961 BTU / hr . Ft <sup>2</sup> . F
Ud	= 257,7039 BTU / hr . Ft <sup>2</sup> . F
Bahan	= <i>Stainless Steel</i> 316 AIS
<i>Hairpin</i>	=2

Harga : \$2.602,97

o. Heater (HE-03)

Tugas : memanaskan udara kering dari suhu 30°C sampai 120°C sebanyak 1946,3041 kg/jam menuju Rotary dryer.

Jenis : *Double pipe*

Jumlah : 1 ( satu ) buah.

Beban panas : 198483,3970 kJ/jam

Luas transf. panas : 66,024ft<sup>2</sup>

Panjang : 12 ft

Rd perancangan	= 0,0032982 hr.ft <sup>2</sup> .F/BTU
Rd dibutuhkan	= 0,003 hr.ft <sup>2</sup> .F/BTU
Uc	= 1425,1961 BTU / hr . Ft <sup>2</sup> . F
Ud	= 257,7039 BTU / hr . Ft <sup>2</sup> . F
Bahan	= <i>Stainless Steel</i> 316 AIS
<i>Hairpin</i>	= 3

Harga : \$3.019,45

## p. Condenser (CD)

Tugas : mendinginkan dan mengembunkan seluruh uap amonia dari reaktor sebanyak 212,7236 kg/jam

Jenis : *Shell and tube*

Jumlah : 1 (satu) buah.

Beban panas : 214874,7157 kJ/jam

Luas transf. panas : 439,6 ft<sup>2</sup>

Dimensi :

*Shell*

- Diameter dalam = 13,25 in.
- Jarak *baffle* = 6 in

*Tubes*

- Diameter luar = 1 in.
- Diameter dalam = 0,87 in.
- *Pitch* = 1,25 in *square pitch*.
- Panjang = 16 ft.
- Jumlah pipa = 56 buah.

Pendingin : Water

Keb. pendingin : 5137,4637 kg/jam.

Bahan : *Stainless Steel 316 AIS*

Harga : \$70.176,19

q. Blower (BL-01)

Fungsi : Untuk mengalirkan udara lingkungan ke *heater* (HE-03) sebanyak 1946,3041 kg/jam.

Jenis : *Blower Centrifugal*

Bahan : *Carbon steel SA-283 grade C*

Jumlah : 1

Suhu Operasi : 32°C

Tekanan Operasi : 1 atm

*Power Motor* : 0,75HP

Harga : \$3.644,16

r. Blower (BL-02)

Fungsi : Untuk mengalirkan udara beserta debu-debu amonium sulfat yang terikut keluaran dari rotary dryer menuju cyclone separator sebanyak 4056.3302 kg/jam

Jenis : *Blower Centrifugal*

Bahan : *Stainless steel SA-283 grade C*



Jumlah	: 1
Suhu Operasi	: 120°C
Tekanan Operasi	: 1 atm
Power Motor	: 2HP
Blower	: \$6.247,14

s. Expander Valve (EV)

Fungsi	: Menurunkan tekanan bahan baku amonia dari 11 atm menjadi 1 atm sebanyak 21207,4445 kg/jam.
Jenis	: Ekspander sentrifugal
Kapasitas	: 1,060 m <sup>3</sup> /detik
Tenaga	: 53 HP
Harga	: \$189,50

t. Kompresor (C-01)

Fungsi	: Menaikkan tekanan gas NH <sub>3</sub> keluaran reaktor (R-01) dari 1 atm menjadi 11 atm
Tipe	: <i>Reciprocating Compressor</i>
Debit gas	: 71,2214 m <sup>3</sup> /jam
Kerja kompresor	: 269,5 HP

Penggerak : *Single stage turbin*

Harga : \$228.434

u. Screw Conveyor (SC-01 dan SC-02)

Fungsi : (SC-01) yaitu mengangkat produk ammonium sulfat dari centrifuge ke rotary dryer dan (SC-02) yaitu Mengangkut produk ammonium sulfat dari Hopper ke gudang penyimpanan produk, masing-masing sebanyak 168122,2938 kg/jam.

Jenis : Horizontal screw conveyor

Jumlah : 2 unit

Kapasitas : 142,6382 m<sup>3</sup>/jam

Diameter Conveyor : 16 in

Kecepatan Putar : 25,4711 rpm

Tinggi : 12 ft

Panjang : 100 ft

Daya : 200 Hp

Harga : \$25.925,62

v. Bucket Elevator (BE)

Fungsi : Mengangkut produk ammonium sulfat dari Rotary dryer menuju Hopper sebanyak 168122,2938 kg/jam dan

Jenis : *Vertical Bucket Elevator*

Jumlah	: 1 unit
Jarak Bucket	: 18 in
Putaran Head shaft	: 38 rpm
Lebar Belt	: 15 in
Kecepatan	: 300 ft/min
Tinggi Elevator	: 7,62 m
Daya	: 10 Hp
Harga	: \$11.036,61

w. Hopper

Fungsi	: Sebagai tempat sementara produk ammonium sulfat sebelum menuju gudang
Jenis	: Silinder tegak terbuka dasar berbentuk conis (kerucut)
Kapasitas	: 66,1123 m <sup>3</sup> /jam
Diameter	: 18,7 m
Tinggi	: 37,3719 m
Tinggi Head bawah	: 9,3430 m
Harga	: \$1.041,19

### 3.3 Perencanaan Produksi

#### 3.3.1 Analisis Kebutuhan Bahan Baku

Analisis kebutuhan bahan baku berkaitan dengan ketersediaan bahan baku terhadap kebutuhan kapasitas pabrik. Bahan baku utama pembuatan ammonium sulfat diperoleh dari pabrik PT. PetrokimiaGresik , Jawa Timur.

Tabel kebutuhan Bahan Baku

<b>Komponen</b>	<b>Kebutuhan bahan baku (ton/tahun)</b>	<b>Ketersediaan bahan baku (ton/tahun)</b>
Amonia	167.963	445.000
Asam Sulfat	489.241	1.170.000

Dari tabel diatas dapat disimpulkan ketersediaan bahan baku utama pembuatan ammonium sulfat dapat memenuhi kebutuhan pabrik, atau dengan kata lain ketersediaan bahan baku aman untuk proses produksi.

#### 3.3.2 Analisis Kebutuhan Peralatan Proses

Analisis kebutuhan peralatan proses meliputi kemampuan peralatan untuk proses dan umur atau jam kerja peralatan dan perawatannya. Dengan adanya analisis kebutuhan peralatan proses maka akan dapat diketahui anggaran yang diperlukan untuk peralatan proses, baik pembelian maupun perawatannya. Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

## 1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :

- 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
- 2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- 3) Mencari daerah pemasaran.

## 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Material (bahan baku)

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

- b. Manusia (tenaga kerja)

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau *training* pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

c. Mesin (peralatan)

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.



## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Penentuan lokasi pabrik adalah hal yang penting karena dapat mempengaruhi posisi dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup dari perusahaan. Berikut adalah faktor – faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi pabrik :

##### **4.1.1 Faktor – Faktor Utama**

a. Pemasaran

Lokasi pabrik sebaiknya dekat dengan lokasi pemasaran. Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai pemasaran :

- Daerah pemasaran produk
- Jumlah pesaing (competitor) yang ada dan pengaruhnya
- Kemampuan dari daya serap pasar
- Jarak pemasaran dari lokasi pabrik
- Sistem pemasaran yang digunakan

b. Ketersediaan Bahan Baku

Suatu pabrik sebaiknya dibangun didaerah yang dekat dengan lokasi sumber bahan baku untuk memudahkan pengadaan dan transportasi dari bahan baku. Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku:

- Jarak bahan baku dengan pabrik
- Kapasitas dari bahan baku yang ada di sumber
- Penanganan dari bahan baku
- Kemungkinan memperoleh bahan baku dari sumber yang lain

c. Kondisi Iklim

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai kondisi iklim :

- Keadaan lingkungan alam yang sulit akan menambah biaya konstruksi pembangunan pabrik
- Kecepatan dan arah angin
- Kemungkinan terjadinya gempa bumi
- Pengaruh alam sekitar terhadap perluasan pada masa mendatang

d. Sumber Air

Air merupakan suatu komponen yang sangat penting pada suatu industri kimia. Air digunakan sebagai media pendingin, air umpan *boiler*, air sanitasi dan kebutuhan lainnya. Kebutuhan air di pabrik dapat diperoleh melalui dua sumber yaitu :

- Sumber langsung yaitu sungai atau air tanah
- Instalasi penyediaan air

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan dalam penyediaan air :

- Kapasitas dari sumber air
- Kualitas dari sumber air
- Jarak sumber air dari lokasi pabrik



- Pengaruh musim terhadap kemampuan sumberair untuk menyediakan air sesuai dengan kebutuhan rutin pabrik
- Polusi air tidak boleh melebihi ambang batas yang ditetapkan

e. Sumber Listrik

Dalam pendirian suatu pabrik.Tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting. Berikut adalah hal – hal yang harus diperhatikan dalam pengadaan tenaga listrik dan bahan bakar suatu pabrik :

- Kemungkinan pengadaan tenaga listrik dan bahan bakar di lokasi pabrik untuk sekarang dan masa yang akan datang.
- Harga bahan bakar yang akan digunakan.

f. Kebutuhan Tanah dan Pengembangannya

Dalam pembangunan suatu pabrik topologi tanah akan menentukan biaya penyiapan tanah. Jenis dan keadaan tanah akan menentukan biaya pembangunan gedung.

#### 4.1.2 Faktor – Faktor Khusus

a. Transportasi

Permasalahan transportasi perlu diperhatikan agar kelancaran dari suplai bahan baku dan pemasaran produk dapat terjamin dan dengan biaya operasi serendah mungkin dalam waktu yang singkat. Beberapa hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Jalan raya yang dapat dilalui mobil dan angkutan darat lain.
- Sungai atau laut yang dapat dilalui perahu dan kapal.
- Pelabuhan laut dan lapangan udara yang dekat dengan lokasi pabrik.

b. Tenaga Kerja

Kebutuhan tenaga kerja baik tenaga kerja kasar maupun tenaga ahli sangat berpengaruh terhadap kinerja dan kelancaran perusahaan. Tingkat pendidikan dari masyarakat dan tenaga kerja dapat mendukung pendirian pabrik. Berikut adalah hal – hal yang perlu diperhatikan :

- Kemungkinan memperoleh tenaga kerja yang diinginkan.
- Pendidikan atau keahlian tenaga kerja yang tersedia.
- Penghasilan tenaga kerja disekitar lokasi pabrik.
- Adanya ikatan perburuhan atau peraturan perburuhan.
- Terdapatnya lokasi atau lembaga *training* tenaga kerja.

c. Lingkungan dan Masyarakat

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai lingkungan dan masyarakat :

- Apakah lokasi pembangunan pabrik berada di pedesaan atau perkotaan.
- Ada tidaknya fasilitas rumah, sekolah dan ibadah.
- Ada tidaknya tempat rekreasi dan kesehatan.

d. Undang – undang dan Peraturan Pemerintah (Pusat maupun Daerah)

Berikut adalah hal yang perlu diperhatikan mengenai undang – undang dan peraturan pemerintah :

- Ketentuan – ketentuan mengenai daerah industri.
- Ketentuan – ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah pembangunan pabrik.
- Perpajakan dan asuransi.

e. Limbah Pabrik

Buangan dari pabrik harus diperhatikan dengan cermat, terutama dampak terhadap kesehatan masyarakat sekitar lokasi pabrik. Berikut hal – hal yang harus diperhatikan mengenai limbah pabrik :

- Cara menangani limbah agar tidak menimbulkan pencemaran lingkungan.
- Biaya yang diperlukan untuk menangani masalah polusi terhadap lingkungan.

f. Pengontrolan terhadap bahaya banjir dan kebakaran

Berikut adalah hal – hal yang harus perlu diperhatikan dalam pengontrolan terhadap bahaya banjir dan kebakaran :

- Lokasi pabrik harus jauh dari lokasi perumahan penduduk.
- Lokasi pabrik diusahakan tidak berada pada lokasi rawan banjir.

Berdasarkan faktor – faktor tersebut, maka Pabrik Pembuatan Ammonium Sulfat direncanakan berlokasi di daerah Gresik, Jawa Timur.



Gambar 4.1 Lokasi pembangunan pabrik

Berikut adalah dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi :

a. Bahan Baku

Bahan baku utama yaitu Amonia dan Asam Sulfat diperoleh dari dalam negeri yaitu dari PT Petrokimia Gresik yang terletak di Gresik, Jawa Timur.

b. Pemasaran

Dari segi pemasaran, kota Gresik relatif strategis karena terletak dekat dengan konsumen yang membutuhkan Ammonium Sulfat seperti industri dan para petani di sekitaran kota Gresik. Lokasi pelabuhan yang dekat juga menguntungkan dalam pemasaran produk.

c. Transportasi

Lokasi yang dipilih dalam rencana pendirian pabrik merupakan kawasan yang telah memiliki sarana pelabuhan dan pengangkutan darat sehingga pembelian bahan baku dan distribusi produk dapat dilakukan melalui jalan darat atau laut.

d. Kebutuhan Tenaga Listrik dan Bahan Bakar

Tenaga listrik dan bahan bakar merupakan faktor penunjang yang sangat penting. Kebutuhan tenaga listrik untuk operasi pabrik diperoleh dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) Gresik. Selain tenaga listrik dari PLN disediakan pula pembangkit listrik cadangan dari generator diesel yang bahan bakar diperoleh dari Pertamina.

e. Kebutuhan Air

Air merupakan komponen penting bagi suatu pabrik industri kimia. Kebutuhan air diperoleh diperoleh dari sungai Bantas dan perusahaan penyedia air yaitu PDAM Gresik. Air berguna untuk proses, sarana utilitas, dan keperluan domestik.

f. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan modal utama pendirian pabrik. Lokasi pabrik yang cukup dekat dengan ibukota propinsi Jawa Timur memudahkan untuk memperoleh tenaga kerja yang cukup banyak.

g. Perluasan dan Ekspansi

Ekspansi pabrik merupakan hal yang memungkinkan karena tanah yang tersedia cukup luas dan disekeliling pabrik belum terdapat pabrik lain sehingga tidak mengganggu pemukiman.

h. Kondisi Iklim dan Cuaca

Kondisi cuaca dan iklim sekitar pabrik relatif stabil dan belum pernah terjadi bencana alam yang berarti sehingga memungkinkan pabrik berjalan dengan lancar.

#### **4.2 Tata Letak Pabrik**

Tata letak pabrik merupakan rencana dari pengaturan yang sangat efektif dari fasilitas – fasilitas fisik dan tenaga kerja untuk menghasilkan produk. Tata letak pabrik meliputi perencanaan kebutuhan ruangan untuk semua aktivitas pabrik meliputi kantor, gudang, kamar dan semua fasilitas lain yang berhubungan dengan proses dalam menghasilkan produk. Tata letak suatu pabrik memiliki peranan penting dalam menentukan biaya konstruksi, biaya produksi, efisiensi dan keselamatan kerja. Oleh karena itu tata letak pabrik harus disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan dikemudian hari. Berikut adalah faktor – faktor yang harus diperhatikan dalam tata letak pabrik :

- a. Pabrik yang didirikan merupakan tambahan pabrik yang sebelumnya sudah berdiri atau merupakan pabrik baru sama sekali.
- b. Persediaan tanah untuk perluasan pabrik di masa yang akan datang.

- c. Jaminan kelancaran distribusi bahan baku, produk, dan utilitas (air, *steam*, listrik, bahan bakar).
- d. Cuaca atau iklim lingkungan.
- e. Masalah yang menyangkut *safety* seperti kemungkinan terjadi kebakaran, kecelakaan, dan sebagainya.
- f. *Plant site* harus mengikuti peraturan daerah setempat.
- g. *Waste disposal*.
- h. Penggunaan ruang kerja yang efisien.

*Plant layout* merupakan perletakan peralatan dan bangunan secara keseluruhan meliputi area proses, area penyimpanan, serta area material handling sehingga pabrik dapat beroperasi secara efektif dan efisien. Berikut adalah hal – hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan peralatan dalam pabrik :

- Letak ruangan yang cukup antara peralatan untuk memudahkan pengoperasian, pemeriksaan, perawatan, serta dapat menjamin kerja dari peralatan sesuai dengan fungsinya.
- Adanya kesinambungan antar alat.

Pabrik Amonium Sulfat dari Amonia dan Asam Sulfat didirikan di atas tanah seluas 8.800 m<sup>2</sup>. Berikut adalah perincian luas tanah bangunan pabrik :

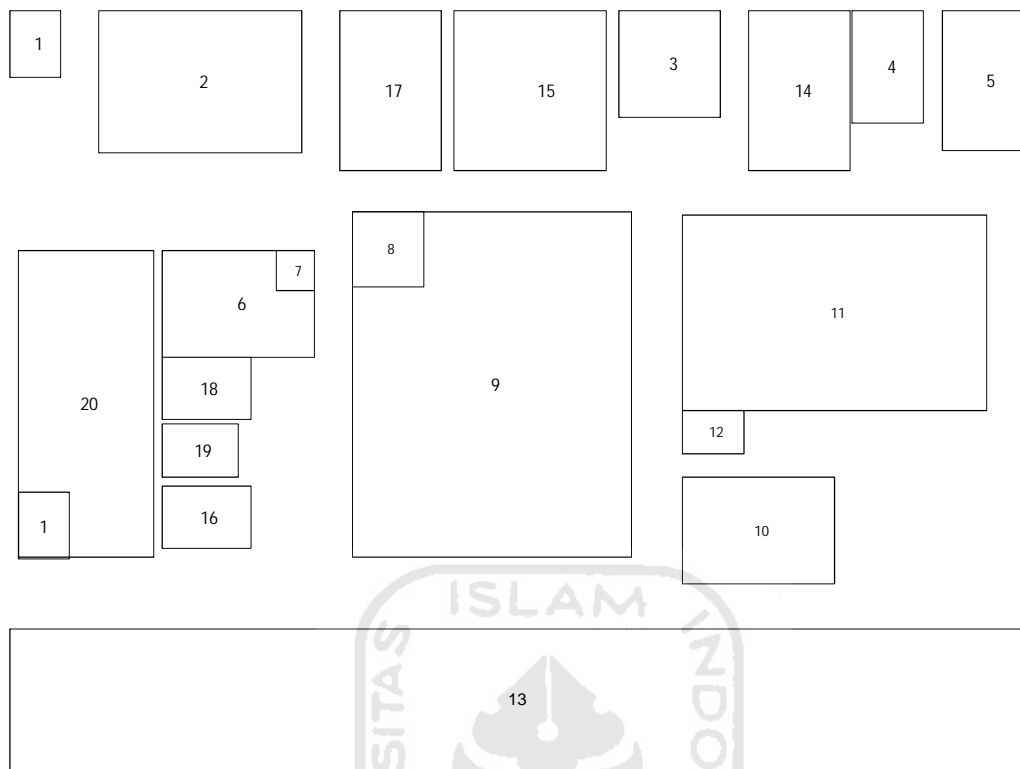
Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik

No	Bangunan	Ukuran(m)	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos Jaga	4 x5	20
2	Tempat Parkir	20 x25	500
3	Rumah Timbangan	3 x30	90

Lanjutan tabel Tabel 4.1 Perincian luas tanah bangunan pabrik

4	Bengkel	2 x5	10
5	Pembangkit Listrik	20 x20	400
6	Perkantoran	20 x25	500
7	Laboratorium	12 x15	180
8	Ruang Kontrol	10 x15	150
9	Area Proses	50 x50	2500
10	Unit Pengolahan Limbah	10 x25	250
11	Unit Pengolahan Air	20 x40	800
12	Unit Pembangkit Uap	10 x15	150
13	Daerah Perluasan	18 x100	1800
14	Gudang Peralatan	10 x15	150
15	Gudang Bahan Baku dan Pelengkap	10 x10	100
16	Kantin	5 x10	50
17	Poliklinik	9 x10	90
18	Perpustakaan	8 x10	80
19	Tempat Ibadah	10 x10	100
20	Taman Lapangan	4 x20	80
<b>Jumlah</b>			<b>8000</b>





Gambar 4.2 Layout pabrik skala 1:1000

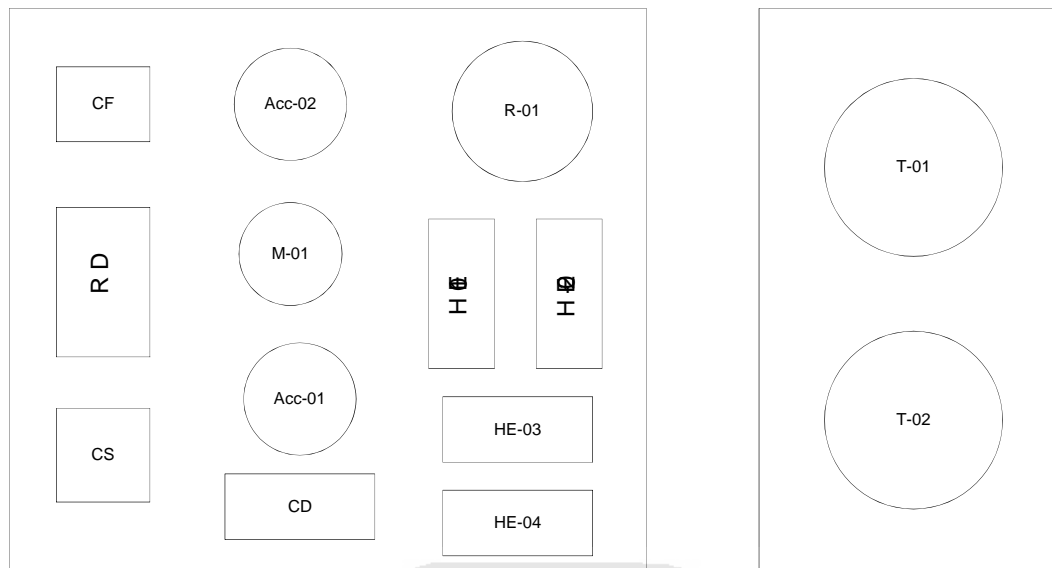
Keterangan Gambar :

- |                       |  |                    |
|-----------------------|--|--------------------|
| 1. Pos Jaga           | 11. Pengolahan Air                     | 20. Taman Lapangan |
| 2. Tempat Parkir      | 12. Pembangkit <i>steam</i>            |                    |
| 3. Rumah Timbangan    | 13. Daerah Perluasan                   |                    |
| 4. Bengkel            | 14. Gudang Peralatan                   |                    |
| 5. Pembangkit Listrik | 15. Gudang Bahan Baku<br>dan Pelengkap |                    |
| 6. Perkantoran        | 16. Kantin                             |                    |
| 7. Laboratorium       | 17. Poliklinik                         |                    |
| 8. Ruang Kontrol      | 18. Perpustakaan                       |                    |
| 9. Area Proses        | 19. Tempat Ibadah                      |                    |
| 10. Pengolahan Limbah |  |                    |

### 4.3 Tata Letak Alat Proses

Berikut adalah hal - hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan *process layout*:

- Aliran bahan baku dan produksi yang tepat akan menunjang kelancaran dan keamanan produksi.
- Harus terdapat aliran udara dan ventilasi di sekitar area proses agar tidak terjadi stagnasi udara pada tempat – tempat yang dapat terjadi akumulasi bahan – bahan kimia yang berbahaya. Lokasi yang harus diperhatikan adalah sekitar aliran proses yang menggunakan gas amonia dan asam sulfat yaitu disekitar reactor.
- Penerangan yang memadai diseluruh area pabrik terutama area proses yang mengandung bahan berbahaya.
- Ruang gerak pekerja harus diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan mudah dan cepat sehingga penanganan khusus ketika terdapat kerusakan peralatan dapat segera diatasi.
- Jarak antar alat proses diatur sedemikian rupa sehingga alat proses yang memiliki tekanan atau suhu tinggi terletak berjauhan dengan alat lainnya agar ketika terjadi ledakan atau kebakaran tidak cepat merambat pada alat proses lainnya.



Gambar 4.3 Tata letak alat pabrik ammonium sulfat

Keterangan:

- T : Tangki  
 R : Reaktor  
 Acc : Tangki Akumulator  
 CF : Centrifuge  
 RD : Rotary Dryer  
 HE : Heat Exchanger  
 CD : Condensor  
 CS : Cyclone Separator  
 M : Mixer

#### 4.4 Alir Proses dan Material

##### 4.4.1 Neraca Massa

###### 1. Reaktor (R)

SENYAWA	MASUK			KELUAR	
	1	2	3	4	5
NH <sub>3</sub>		21272,3652			106,3618
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	61256,42		3399.6751	3705,957	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			84956.3717	167072,51	
H <sub>2</sub> O	932,8388	212,7236	79927,874	80967,0747	106,3618
<b>TOTAL</b>	62189,2565	21485,0888	168283,921	251745,543	212,7236
		<b>251958,2663</b>		<b>251958,2663</b>	

###### 2. Centrifuge (CF)

SENYAWA	MASUK	KELUAR	
	4	6	7
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	167072.511	83536.25541	83536.25541
H <sub>2</sub> O	80967.0747	78682.5749	2284.499825
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3705.95726	3399.675171	306.2820885
<b>TOTAL</b>	<b>251745.543</b>	165618.5055	86127.03732
		<b>251745.5428</b>	

###### 3. Rotary Dryer-01 (RD-01)

SENYAWA	MASUK	KELUAR	
	7	8	9
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	83536.2554	81865.5303	1670.725108
H <sub>2</sub> O (W)	2284.49983	123.1060606	2161.393765
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (S)	306.282089	82.07070707	224.2113814
<b>TOTAL</b>	<b>86127.0373</b>	82070.70707	4056.330254
		<b>86127.03732</b>	

## 4. Cyclone Separator-01 (CS-01)

SENYAWA	MASUK	KELUAR	
	9	10	11
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1670.72511	1420.116342	250.6087662
H <sub>2</sub> O (W)	2161.39376		2161.393765
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (S)	224.211381		224.2113814
<b>TOTAL</b>	<b>4056.33025</b>	1420.116342	2636.213912
		<b>4056.330254</b>	

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

SENYAWA	MASUK		KELUAR
	10	12	13
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (AS)	1420.11634		1420.116342
H <sub>2</sub> O (W)		1245.299151	1245.299151
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (S)			
<b>TOTAL</b>	1420.11634	1245.299151	<b>2665.415493</b>
	<b>2665.415493</b>		

## 6. Tangki Akumulator-01(Acc-01)

SENYAWA	MASUK		KELUAR
	6	13	3
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	83536.2554	1420.116342	84956.37175
H <sub>2</sub> O	78682.5749	1245.299151	79927.87405
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3399.67517		3399.675171
<b>TOTAL</b>	165618.505	2665.415493	<b>168283.921</b>
	<b>168283.921</b>		

#### 4.4.2 Neraca panas

##### A. Neraca Tiap Alat

###### 1. HE-01

Panas input		Panas output	
Q in	455842.26	Q out	7721995.3
Q steam in	8614576.9	Q steam out	1348423.9
<b>TOTAL</b>	9070419.2		9070419.2

###### 2. HE-02

Panas input		Panas output	
Q in	224239.62	Q out	-3541661.2
Q steam in	-3971077	Q steam out	-205176.24
<b>TOTAL</b>	-3746837		-3746837.5

###### 3. Rotary Dryer

Komponen	Q input (Kj)	Q output (Kj)
Q masuk	5298457	
Q keluar		5435557.3
Q loss		-137100.3
Total	5298457	5298457

###### 4. HE-03

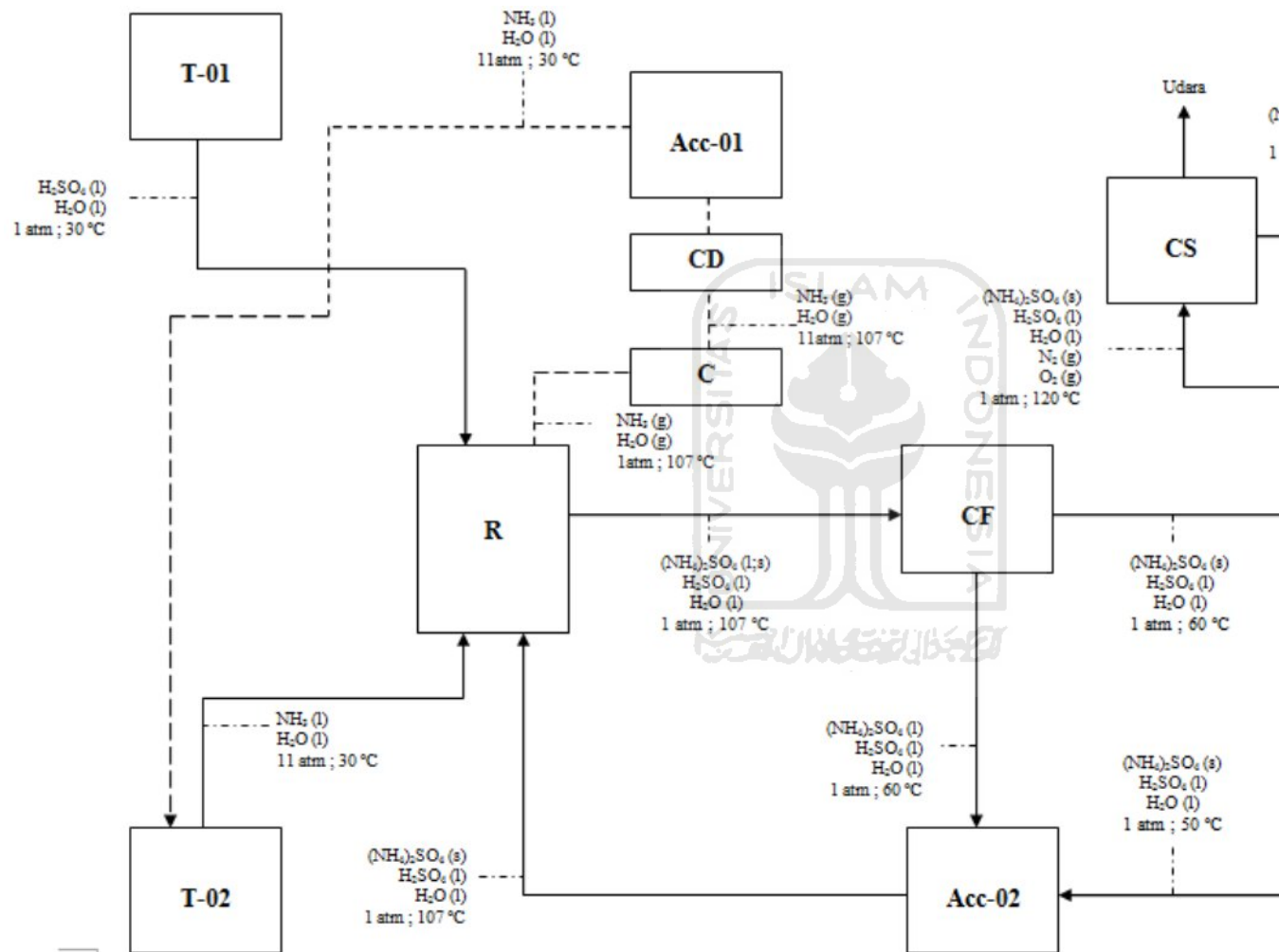
Panas input		Panas output	
Q in	9186.49367	Q out	168853.1002
Q steam in	189296.903	Q steam out	29630.29674
<b>TOTAL</b>	198483.397		198483.397

## 5. Condensor

Panas input		Panas output	
Q in	87705.173	Q out	50028.5017
		Qhilang	37676.6715
<b>TOTAL</b>	87705.173		87705.1732

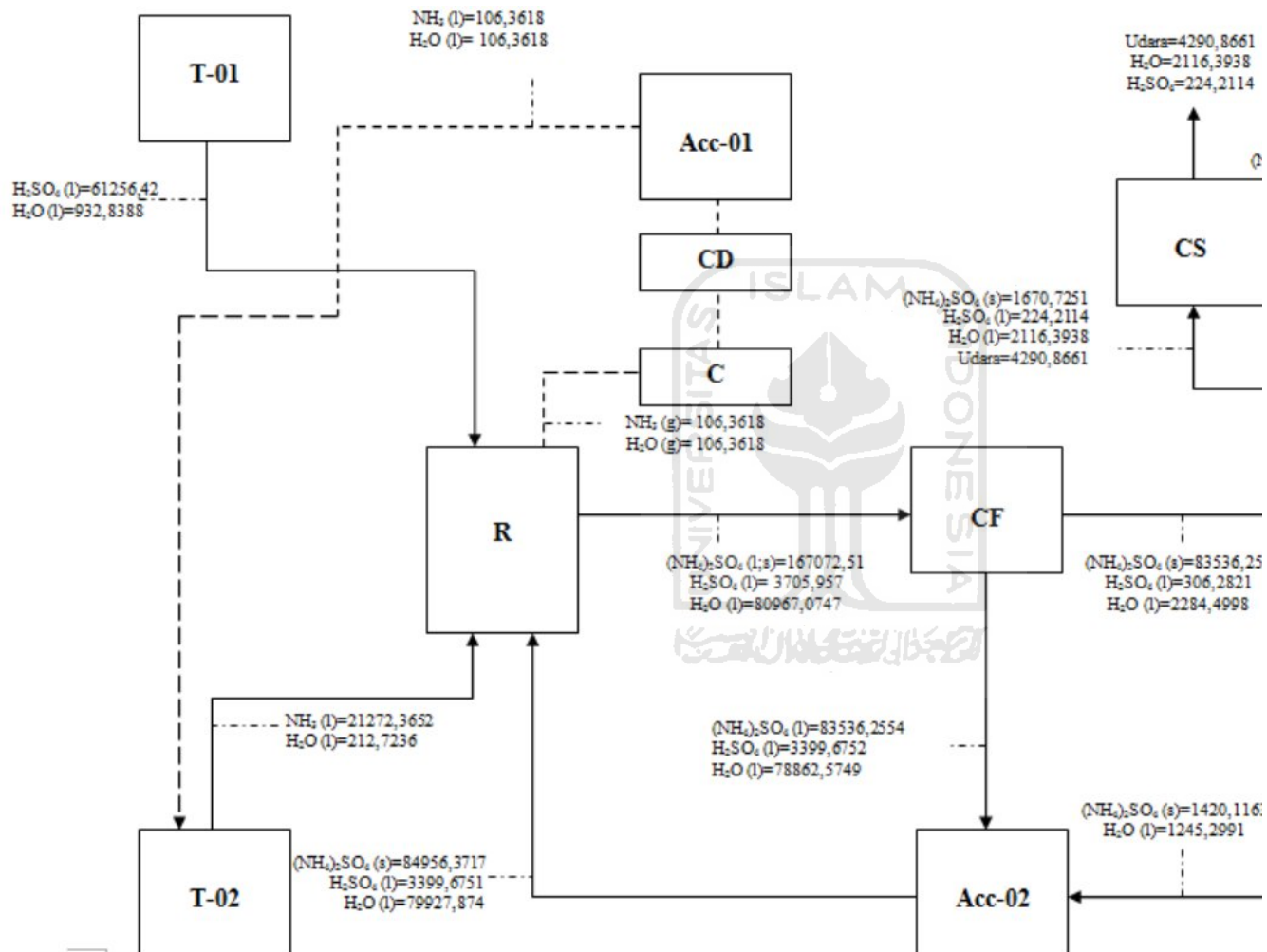
## 6. Reaktor

Komponen	Input	Output
Umpan Gas(NH3)	-3541661.23	
Umpan cair(H2SO4)	9070419.159	
Produk		30889315.58
Mother liquor	1619090.503	
Kondensat		87705.17316
Panas reaksi	-146.756302	-146.7563018
Panas hilang		-23829172.33
<b>TOTAL</b>	7147701.674	7147701.674



Gambar 4.4 alir kualitatif pabrik ammonium sulfat dari amonia dan asam sul





Gambar 4.5 alir kuantitatif pabrik ammonium sulfat dari amonia dan asam sul

#### **4.5 Pelayanan Teknik (Utilitas)**

Unit utilitas adalah salah satu bagian yang sangat penting dalam menunjang jalannya proses produksi pada suatu industri kimia. Suatu proses produksi dalam suatu pabrik tidak akan berjalan dengan baik jika tidak terdapat utilitas. Karena itu utilitas memegang peranan penting dalam pabrik. Perancangan diperlukan agar dapat menjamin kelangsungan operasi suatu pabrik. Utilitas pada pabrik ammonium sulfat dari amonia dan asam sulfat berdasarkan kebutuhannya adalah sebagai berikut :

- a. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Waste Treatment System*)
- b. Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)
- c. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
- d. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)
- e. Unit Penyedia Bahan Bakar
- f. Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

#### **4.5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

##### **4.5.1.1 Unit Penyediaan Air**

Pada umumnya untuk memenuhi kebutuhan air suatu pabrik digunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumbernya. Air yang digunakan dalam perancangan pabrik ammonium sulfat ini bersumber dari sungai Berantas. Air sungai akan digunakan untuk keperluan dilingkungan pabrik sebagai :

### 1. Air Umpan *Boiler*

Uap atau *steam* dalam pabrik digunakan sebagai media pemanas. Air umpan *boiler* disediakan dengan *excess* 20%. *Excess* merupakan pengganti *steam* yang hilang karena kebocoran transmisi 10% serta faktor keamanan sebesar 20%. Sehingga kebutuhan air umpan *boiler* yang diperoleh dari perhitungan adalah sebanyak 43,8324 kg/jam. Air yang digunakan untuk *boiler* harus memenuhi persyaratan agar air tidak merusak *boiler*. Berikut adalah persyaratan air umpan boiler menurut *Perry's* edisi 6, halaman 976:

Tabel 4.19 Syarat air umpan boiler

Parameter	Total (ppm)
Total padatan ( <i>total dissolved solid</i> )	3.500
Alkanitas	700
Padatan terlarut	300
Silika	60 – 100
Besi	0.1
Tembaga	0.5
Oksigen	0,007
Kesadahan	0
Kekeruhan	175
Minyak	7
Residu fosfat	140

Berikut adalah prasyarat air umpan *boiler* :

a. Tidak membuih (berbusa)

Busa disebabkan adanya *solid matter*, *suspended matter*, dan kebasaan yang tinggi. Berikut adalah kesulitan yang dihadapi dengan adanya busa :

- Kesulitan dalam pembacaan tinggi liquid dalam *boiler*.
- Buih dapat menyebabkan percikan yang kuat dan dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut.

Untuk mengatasi hal – hal berikut maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkanitas air umpan *boiler*.

b. Tidak membentuk kerak dalam *boiler*

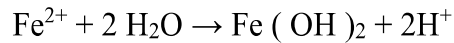
Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan hal – hal berikut :

- Isolasi terhadap panas sehingga proses perpindahan panas terhambat.
- Kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

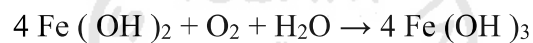
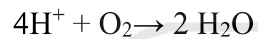
c. Tidak menyebabkan korosi pada pipa

Korosi pada pipa disebabkan oleh pH rendah, minyak dan lemak, bikarbonat, dan bahan organik serta gas – gas  $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$ , yang terlarut dalam air. Reaksi elektro kimia antar

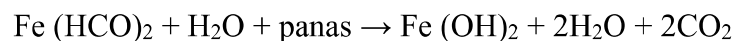
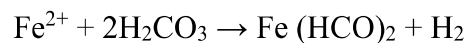
besi dan air akan membentuk lapisan pelindung anti korosi pada permukaan baja.



Jika terdapat oksigen dalam air, maka lapisan hidrogen yang terbentuk akan bereaksi dan membentuk air. Akibat hilangnya lapisan pelindung tersebut maka terjadi korosi menurut reaksi berikut :



Bikarbonat dalam air akan membentuk  $\text{CO}_2$  yang bereaksi dengan air karena pemanasan dan tekanan. Reaksi tersebut menghasilkan asam karbonat yang dapat bereaksi dengan metal dan besi membentuk garam bikarbonat. Adanya pemanasan garam bikarbonat menyebabkan pembentukan  $\text{CO}_2$  kembali. Berikut adalah reaksi yang terjadi :



## 2. Air Sanitasi

Air sanitasi pada pabrik digunakan sebagai keperluan laboratorium, kantor, konsumsi, mandi, mencuci, taman dan lainnya. Berikut adalah persyaratan yang harus dipenuhi dalam penggunaan sebagai air sanitasi :

### a. Syarat Fisika

- Tidak berwarna dan berbau.

- Tidak berbusa.
- Kekeruhan  $\text{SiO}_2$  kurang dari 1 ppm.
- pH netral.

b. Syarat Kimia

- Tidak mengandung bahan beracun.
- Tidak mengandung zat – zat organik maupun anorganik yang tidak larut dalam air seperti  $\text{PO}_4^{3-}$ , Hg, Cu, dan sebagainya.

c. Syarat Bakteriologis

Tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisis air.

3. Air Pendingin

Air pendingin berfungsi sebagai fluida pendingin pada alat penukar panas atau *heat exchanger*. Penggunaan air sebagai fluida pendingin berdasarkan faktor berikut :

- a. Air merupakan bahan yang mudah didapatkan.
- b. Air mudah dikendalikan dan dikerjakan.
- c. Dapat menyerap panas.
- d. Tidak mudah menyusut karena pendinginan.
- e. Tidak mudah terkondensasi.

#### 4. Air Proses

Air pada proses berfungsi sebagai pelarut ammonium sulfat padat dari Cyclone Separator yang kemudian di campur di Mixer dan dialirkan ke Reaktor sebagai *mother liquor*.

##### 4.5.1.2 Unit Pengolahan Air

Berikut adalah tahapan pengolahan air

###### 1. Clarifier

Kebutuhan air dari suatu pabrik diperoleh dari sumber air yang berada disekitar pabrik dengan cara mengolah air terlebih dahulu agar dapat memenuhi persyaratan untuk digunakan. Pengolahan tersebut meliputi pengolahan secara fisika, kimia, penambahan desinfektan, dan penggunaan *ion exchanger*.

*Raw water* diumpankan ke tangki terlebih dahulu dan kemudian diaduk dengan kecepatan tinggi serta ditambahkan bahan – bahan kimia selama pengadukan tersebut. Bahan – bahan kimia yang digunakan adalah :

1.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  yang berfungsi sebagai flokulan.
2.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang berfungsi sebagai flokulan.

Pada *clarifier* lumpur dan partikel padat lain diendapkan dengan diinjeksi alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ) sebagai flokulan yang membentuk flok. Selain itu ditambahkan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku dialirkan ke bagian tengah *clarifier* untuk diaduk. Selanjutnya air bersih akan keluar melalui pinggiran *clarifier* sebagai *overflow*, sedangkan flok yang terbentuk atau *sludge* akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dengan waktu yang

telah ditentukan. Air baku yang belum di proses memiliki *turbidity* sekitar 42 ppm. Setelah keluar *clarifier* kadar *turbidity* akan turun menjadi kurang dari 10 ppm.

## 2. Penyaringan

Air hasil dari *clarifier* dialirkan menuju *sand filter* untuk memisahkan dengan partikel – partikel padatan yang terbawa. Air yang mengalir keluar dari *sand filter* akan memiliki kadar *turbidity* sekitar 2 ppm. Air tersebut dialirkan menuju tangki penampung (*filter water reservoir*) yang kemudian didistribusikan menuju menara air dan unit demineralisasi. *Back washing* pada *sand filter* dilakukan secara berkala dengan tujuan menjaga kemampuan penyaringan alat.

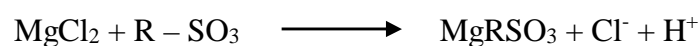
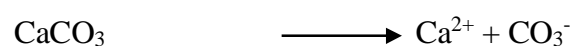
## 3. Demineralisasi

Air umpan *boiler* harus bebas dari garam yang terlarut, maka proses demineralisasi berfungsi untuk menghilangkan ion – ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga memiliki konduktivitas dibawah 0,3 Ohm dengan kadar silika kurang dari 0,02 ppm.

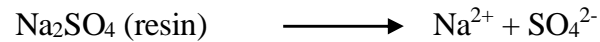
Berikut adalah tahapan pengolahan air umpan *boiler* :

### a. *Cation Exchanger*

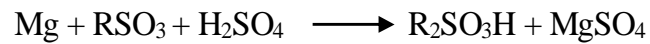
Resin yang berada didalam *cation exchanger* berupa  $H^+$  berfungsi sebagai pengganti kation yang dikandung dalam air. Air yang keluar dari *cation exchanger* akan mengandung anion dan ion  $H^+$ . Berikut adalah reaksi yang terjadi didalam *cation exchanger* :







Kation resin akan jenuh dalam jangka waktu tertentu, sehingga diregenerasi menggunakan asam sulfat dengan reaksi sebagai berikut :



#### b. *Anion Exchanger*

*Anion exchanger* memiliki fungsi mengikat ion – ion negative (anion) yang terlarut dalam air menggunakan resin bersifat basa seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , dan  $\text{SO}_4^{2-}$ . Berikut adalah reaksi yang terjadi didalam *anion exchanger* :



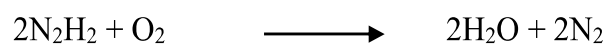
Kation resin akan jenuh dalam jangka waktu tertentu, sehingga diregenerasi menggunakan larutan NaOH dengan reaksi sebagai berikut :



#### 4. Deaerasi

Deaerasi merupakan proses pengambilan oksigen ( $\text{O}_2$ ) dari air umpan *boiler*. Air yang telah dimineralisasi dialirkan menuju *deaerator* dan diinjeksikan *hidrazin* ( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) untuk diikat oksigen ( $\text{O}_2$ ) yang terkandung dalam air tersebut. Air yang keluar dari *deaerator* akan dipompa menuju *boiler* sebagai air umpan (*boiler feed water*). Pengikatan oksigen pada air umpan *boiler* bertujuan untuk mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*.

Berikut adalah reaksi yang terjadi didalam *aerator* :



### 4.5.1.3 Kebutuhan Air

#### 1. Kebutuhan Air Pembangkit *Steam*

Tabel 4.20 Kebutuhan air pembangkit steam

No	Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
1	Heater - 01	HE -01	3369,1242
2	Heater - 02	HE-02	794,9457
3	Heater - 03	HE-03	392,2015
4	Heater-04	HE-04	133,3210
Total			4689,5923

Air pembangkit *steam* sebanyak 80% digunakan kembali, maka *make up* yang diperlukan adalah sebanyak 20%. Sehingga *make up steam* adalah sebesar

$$= 20\% \times 4689,5923 \text{ Kg/Jam}$$

$$= 937,91846 \text{ Kg/Jam}$$

*Blowdown* 20%

$$= 20\% \times 4689,5923 \text{ Kg/Jam}$$

$$= 937,91846 \text{ Kg/Jam}$$

## 2. Kebutuhan Air Proses

Tabel 4.26 Kebutuhan air pembangkit proses

No	Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
1	Mixer		1089,6548
2	Condensor		5137,463652
3	Jaket pendingin		12822
Total			19049,2675

## 3. Air Untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Kebutuhan air 1 orang = 100 kg/hari (Sularso, 2000)

Jumlah karyawan = 145 orang

Tabel 4.27 Kebutuhan air perkantoran dan rumah tangga

No	Penggunaan	Kebutuhan (kg/hari)
1	Karyawan	14,500
2	Perumahan	24,000
3	Laboratorium	500
4	Bengkel	200
5	Poliklinik	300
6	Pemadam kebakaran	1
7	Kantin, mushola, pertamanan, dll	1
<b>JUMLAH</b>		<b>42,5</b>

#### 4.5.2 Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit pembangkit *steam* berfungsi untuk memenuhi kebutuhan *steam* dengan spesifikasi pada suhu 280 °C dan tekanan 1 atm pada proses produksi dengan cara menyediakan *steam* untuk *boiler* dengan spesifikasi sebagai berikut :

Kapasitas : 26426,7783 kg/jam

Jenis : *Water Tube Boiler*

Jumlah : 1 buah

Sebelum air dari *water treatment plat* digunakan sebagai umpan boiler, mula-mula di atur terlebih dahulu kadar silika, oksigen, Ca dan Mg yang terlarut dengan cara menambahkan bahan kimia kedalam *boiler feed water tank*. Selain pengaturan kadar bahan terlarut, diatur pula pH dari air yaitu sekitar 10,5 – 11,5 untuk mengurangi kadar korosivitas. Air dialirkan ke dalam *economizer* sebelum dialirkan masuk ke dalam *boiler* yaitu suatu alat penukar panas dengan tujuan pemanfaatan panas dari gas sisa pembakaran residu dari *boiler*. Pada *ecomizer* air dipanaskan hingga suhu 100 °C sebelum dialirkan menuju *boiler*.

Api yang keluar dari *burner* berfungsi untuk memanaskan lorong api dari pipa-pipa api. Gas dari sisa pembakaran tersebut dialirkan menuju *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap. Setelah uap air yang terkumpul mencapai tekanan 10 bar, lalu dialirkan menuju *steam header* untuk didistribusikan menuju alat – alat proses.

### 4.5.3 Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Kebutuhan listrik pada pabrik pembuatan biodiesel diperoleh melalui 2 sumber yaitu Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan generator diesel. Generator diesel berfungsi sebagai tenaga cadangan ketika PLN terjadi gangguan dan untuk menggerakkan alat – alat seperti *boiler*, pengaduk reaktor, dan sejumlah pompa.

Generator diesel menggunakan solar dan udara yang di tekan untuk menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk memutar poros engkol sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik. Listrik tersebut didistribusi menggunakan panel. Tenaga listrik digunakan sebagai penerangan, sementara itu listrik dari generator diesel digunakan untuk menggerakkan alat proses. Energi listrik dari generator diesel digunakan sebagai sumber energi listrik utama untuk penerangan dan menggerakkan alat proses ketika listrik padam.

Berikut adalah spesifikasi generator diesel yang digunakan :

Kapasitas : 1250 kW

Jenis : 1 buah

Berikut adalah rincian kebutuhan listrik

#### a. Kebutuhan listrik proses

- Peralatan Proses

Tabel 4.28 Kebutuhan listrik alat proses

No	Nama Alat	Kode Alat	Power (Hp)	Jumlah	Total Power (Hp)
1	Pompa	P-01	3	1	7.5
2	Pompa	P-02	0.25	1	0.05
3	Pompa	P-03	7.5	1	7.5
4	Pompa	P-04	3	1	3
5	Pompa	P-05	0.08	1	0.08
6	Pompa	P-06	0.08	1	0.08
7	Pompa	P-07	5	1	5
8	Mixer	M	6.5	1	6.5
9	Rotary dryer	Rd	8.1675	1	8.1675
10	Centrifuge	CF	12.12	1	12.12
11	Blower-01	BL-01	0.75	1	0.75
12	Blower-02	BL-02	2	1	2
13	Expander valve	EV	53	1	53
14	Screw conveyer 01	SC-01	150	1	150
15	Screw conveyer 02	SC-02	150	1	150
16	Bucked elevator	BE	7,3	1	7,3
Total					413,05

Total kebutuhan listrik untuk alat proses adalah sebesar =413,05Hp=308,0113 Kw

- Peralatan Utilitas

Tabel 4.29 Kebutuhan listrik utilitas

No	Nama Alat	Kode Alat	Power (Hp)	Jumlah	Total Power (Hp)
1	Pompa	PU-01	15	1	15
2	Pompa	PU-02	1	1	1
3	Pompa	PU-03	4	1	4
4	Pompa	PU-04	1.5	1	1.5
5	Pompa	PU-05	3	1	3
6	Pompa	PU-06	3	1	3
7	Pompa	PU-07	15	1	15
8	Pompa	PU-08	4	1	4
9	Pompa	PU-09	5	1	5
10	Pompa	PU-10	4	1	4
11	Pompa	PU-11	2	1	2
12	Pompa	PU-12	3	1	3
	Pompa	PU-13	2	1	2
13	Tangki Kesadahan	TK	1	1	1
14	Tangki Klorinator	TC	10	1	10
15	Kompressor	CU-01	7.5	1	7.5
Total					81

Total kebutuhan listrik untuk alat utilitas adalah sebesar =81 Hp

Total kebutuhan listrik proses dan utilitas adalah sebesar = 494.0505 Hp

Total kebutuhan listrik proses dan utilitas dengan angka keamanan 20% adalah sebesar = 592.8606 Hp

b. Kebutuhan listrik alat kontrol dan penerangan

- Kebutuhan listrik alat kontrol adalah 5% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar = 29.6430 Hp
- Kebutuhan listrik rumah tangga dan kantor adalah 25% dari kebutuhan listrik alat proses dan utilitas yaitu sebesar = 148.2152 Hp

Total kebutuhan listrik pabrik ammonium sulphate adalah sebesar 770.7188 Hp.

Beban listrik dari generator diesel adalah sebesar 1250 kW dengan faktor daya 80%.

#### 4.5.4 Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

Udara tekan digunakan untuk alat *pneumatic control*. Kebutuhan udara tekan total adalah sebesar 63.84 m<sup>3</sup>/jam.

#### 4.5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Pada *boiler* digunakan bahan bakar *fuel oil* sebanyak 2875.4255 kg/jam, sedangkan untuk generator diesel digunakan minyak diesel sebagai bahan bakar sebanyak 67678.5351 kg/jam.



#### 4.5.6 Unit Pengolahan Limbah atau Air Buangan

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik ammonium sulphate berbentuk gas carbondioksida dan bahan buangan dari produk samping.

Penanganan limbah gas

Gas sisa CO<sub>2</sub> sebelum terbang ke udara diabsorpsi dahulu dengan larutan KOH, sehingga gas buang sesuai dengan ambang batas yaitu 300 ppm.

Penanganan Limbah cair

Limbah cair pabrik ammonium sulphate berasal dari :

- Air buangan sanitasi
- Air berminyak dari pompa
- Air buangan dari laboratorium

##### 1. Limbah sanitasi

Limbah sanitasi pembuangan air yang sudah terpakai untuk keperluan kantor dan pabrik lainnya seperti pencucian, air masak dan lain-lain. Penanganan limbah ini tidak memerlukan hal khusus karena seperti limbah rumah tangga lainnya. Air buangan ini tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya. Yang perlu diperhatikan di sini adalah volume buangan yang diizinkan dan kemana pembuangan air limbah ini.

##### 2. Air berminyak dari pompa

Air berminyak berasal dari buangan pelumas pada pompa dan alat-alat lainnya. Pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis. Minyak di bagian atas dialirkan ke tungku pembakar, sedangkan air di bagian bawah dialirkan ke panampung akhir, kemudian dibuang.

### 3. Air Limbah dari laboratorium

Air buangan dari laboratorium dilakukan pengolahan dengan tahap-tahap seperti di bawah ini :

➤ Equalisasi

Equalisasi berfungsi untuk homogenisasi air limbah sebelum diolah lebih lanjut.

➤ Netralisasi

Keasaman limbah dari bak equalisasi diperkirakan 5 – 5,8. Di bak netralisasi limbah ditambah dengan NaOH agar pH menjadi netral

➤ Mixing

Pada proses ini limbah ditambahkan koagulan dan flokulan untuk mengendapkan limbah.

➤ Koagulan yang ditambahkan adalah alum atau PAC. Proses pengadukan harus turbulen sehingga bahan kimia dapat tercampur secara merata.

➤ Sedimentasi

Flok – flok yang terbentuk pada proses mixing diendapkan di bak sedimentasi dengan cara grafitasi. Lumpur akan mengumpul di bawah dan air diambil melalui gutter di permukaan atas

➤ Dryin Bed

Dryin bed merupakan saringan pasir yang berfungsi untuk menyaring lumpur yang dipompakan. Lumpur akan tertahan di permukaan pasir dan airnya akan kembali ke bak aerasi. Lumpur yang tertahan di permukaan

pasir mengering dan membentuk padatan keras. Padatan siap untuk dikeringkan dan dibuang ke land fill.

#### 4.5.7 Spesifikasi Alat – Alat Utilitas

##### a. Penyediaan Air

##### 1. Bak Sedimentasi (BS)

Fungsi : Mengendapkan kotoran serta lumpur yang dibawa air sungai.

Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton.

Kapasitas : 31.7391 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi

Tinggi = 3.6243 m

Lebar = 7.2487 m

Panjang = 14.4973 m

Harga : \$836,5539

##### 2. Tangki Kesadahan (TK)

Fungsi : Mencampur air dengan Alum 5% dan CaOH 5%.

Jenis : Tangki silinder berpengaduk.

Kapasitas : 26.4380 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi

Tinggi = 1.5 m

Diameter = 0.5 m

Harga : \$ 3435,9260

### 3. Clarifier (CL)

Fungsi : Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran yang terlarut dalam air.

Jenis : Bak silinder dengan alas kerucut.

Kapasitas : 26.4912 m<sup>3</sup>/jam

Waktu Pengendapan :

Dimensi

Tinggi = 7.2683 m

Diameter = 5.4212 m

Harga : \$ 8850,1124

### 4. Sand Filter (SF)

Fungsi : Menyaring koloid yang lolos unit *clarifier*.

Jenis : 2 bak terbuka

Kapasitas : 31.7121 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi

Diameter = 2.8746 m

Tinggi tumpukan pasir = 4.0741 m

Harga : \$ 49560,6296

### 5. Bak Penampung Sementara (BPS)

Fungsi : Menampung air bersih dari *Sand Filter*.

Jenis : Bak persegi terbuka dengan rangka beton.

Kapasitas : 31.7121 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi

Panjang = 4.7283 m

Tinggi = 2.3641 m

Lebar = 2.3641 m

Harga : \$ 836,5539

#### b. Pengolahan Air Sanitasi

##### 1. Tangki Klorinator (TC)

Fungsi : Mencampur kaporit kedalam air untuk kebutuhan air minum dan rumah tangga.

Jenis : Tangki silinder berpengaduk.

Kapasitas : 31.7121 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi

Tinggi = 2.7234 m

Diameter = 2.7234 m

Harga : \$ 3435,9260

#### c. Pengolahan Air Pemanas

##### 1. Tangki Umpan Boiler (*Boiler Feed Tank*)

Fungsi : Mencampurkan kondensat, sirkulasi dan make up air umpan boiler sebelum diumpankan sebagai umpan dalam boiler.

Jenis : Tangki silinder berpengaduk

Kapasitas : 31.7121 m<sup>3</sup>

## Dimensi

Tinggi = 4.3231 m

Diameter = 2.1615 m

Harga : \$ 26029,7424

2. *Cation Exchanger (CE)*Fungsi : Menurunkan kadar kation dalam air umpan *boiler*.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 31.7121 m<sup>3</sup>/jam

## Dimensi

Tinggi = 0.5014 m

Diameter = 2.3471 m

Harga : \$ 1770,0224

3. *Anion Exchanger (AE)*Fungsi : Menurunkan kadar anion dalam air umpan *boiler*.

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 31.7121 m<sup>3</sup>

## Dimensi

Tinggi = 1.2 m

Diameter = 1.818 m

Harga : \$ 1770,0224883

4. *Deaerator (DE)*

Fungsi : Menghilangkan kandungan gas yang terlarut.

Jenis : Cold water *vacuum deaerator*

Kapasitas : 31.7121 m<sup>3</sup>

Dimensi

Tinggi = 1.7223 m

Diameter = 4.0652 m

Harga : \$ 9891,3021

d. Pengolahan *Steam (Boiler)*

1. *Boiler*

Fungsi : Membuat steam jenuh pada suhu 10,4138 atm.

Jenis : Water Tube Boiler

Kapasitas : 31712.1339 kg/jam

Luas transfer panas : 896.7317 ft<sup>2</sup>

Jumlah Tube : 923 buah

Jumlah : 1

Harga : \$ 44771,1570

2. Tangki Bahan Bakar *Boiler*

Fungsi : Menyimpan bahan bakar generator selama 7 hari

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 597.6142 m<sup>3</sup>

Dimensi

Tinggi = 9.1310 m

Diameter = 9.1310 m

Harga : \$ 26029,7424

## e. Pompa Utilitas

## 1. Pompa Utilitas – 01 (PU-01)

Fungsi	: Mengalirkan air dari sungai ke dalam bak pengendap.
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm
Head pompa	: 67.5838 ft
Tenaga pompa	: 10.6059 Hp
Tenaga motor	: 15 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 877.2381 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 5101,8295

## 2. Pompa Utilitas – 02 (PU-02)

Fungsi	: Mengalirkan air dari BS ke TK
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm



Head pompa	: 4.422 ft
Tenaga pompa	: 0.8007 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 6780.8768 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 5101,8295

### 3. Pompa Utilitas – 03 (PU-03)

Fungsi	: Mengalirkan air dari TK ke CLU.
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm
Head pompa	: 23.0907 ft
Tenaga pompa	: 3.8824 Hp
Tenaga motor	: 4 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 1963.0072 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$5101,8295

## 4. Pompa Utilitas – 04 (PU-04)

Fungsi	: Mengalirkan air dari CLU ke FU.
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm
Head pompa	: 8.2787 ft
Tenaga pompa	: 1.499 Hp
Tenaga motor	: 1.5 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 4236.6838 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$5101,8295

## 5. Pompa Utilitas – 05 (PU-05)

Fungsi	: Mengalirkan air dari SFU ke BPS.
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm
Head pompa	: 14.6807 ft
Tenaga pompa	: 2.4684 Hp

Tenaga motor	: 3 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 2757.0149 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$836,5539

#### 6. Pompa Utilitas – 06 (PU-06)

Fungsi	: Mengalirkan air dari BPA.
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm
Head pompa	: 14.11 ft
Tenaga pompa	: 2.5549 Hp
Tenaga motor	: 3 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 2840.2301 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$3435,9260

#### 7. Pompa Utilitas – 07 (PU-07)

Fungsi	: Mengalirkan air dari TC untuk keperluan domestik
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller

Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm
Head pompa	: 49.0235 ft
Tenaga pompa	: 12.3641 Hp
Tenaga motor	: 15 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 1116.0871rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$1770,0224
8. Pompa Utilitas – 08 (PU-08)	
Fungsi	: Mengalirkan air dari KEU ke AEU.
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm
Head pompa	: 13.3465 ft
Tenaga pompa	: 3.625 Hp
Tenaga motor	: 4 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 2961.2447 rpm
Jumlah	: 1 buah

Harga : \$1770,0224

9. Pompa Utilitas – 09 (PU-09)

Fungsi : Mengalirkan air dari AEU ke DAU

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial steel

Kapasitas : 26426.7783 kg/jam

Kapasitas pompa : 139.6120 gpm

Head pompa : 15.3919 ft

Tenaga pompa : 4.1806 Hp

Tenaga motor : 5 Hp

Putaran standart : 1750 rpm

Putaran spesifik : 2660.9163 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$9891,3021

10. Pompa Utilitas – 10 (PU-10)

Fungsi : Mengalirkan air dari KEU ke AEU

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial steel

Kapasitas : 26426.7783 kg/jam

Kapasitas pompa : 139.6120 gpm

Head pompa : 13.7514 ft

Tenaga pompa	: 3.735 Hp
Tenaga motor	: 5 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 2854.2326 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$26029,7424

#### 11. Pompa Utilitas – 11 (PU-11)

Fungsi	: Mengalirkan air dari AEU ke DAU.
Jenis	: Centrifugal pump single stage
Tipe	: Mixed Flow Impeller
Bahan	: Commercial steel
Kapasitas	: 26426.7783 kg/jam
Kapasitas pompa	: 139.6120 gpm
Head pompa	: 4.9427 ft
Tenaga pompa	: 1.3425 Hp
Tenaga motor	: 2 Hp
Putaran standart	: 1750 rpm
Putaran spesifik	: 6237.7688 rpm
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$4685,3536

#### 12. Pompa Utilitas – 12 (PU-12)

Fungsi	: Mengalirkan air dari TUB ke BLU.
Jenis	: Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial steel

Kapasitas : 26426.7783 kg/jam

Kapasitas pompa : 139.6120 gpm

Head pompa : 12.5366 ft

Tenaga pompa : 2.724 Hp

Tenaga motor : 3 Hp

Putaran standart : 1750 rpm

Putaran spesifik : 3103.5971 rpm

Jumlah : 1 buah

Harga : \$5726,5433

### 13. Pompa Utilitas – 13 (PU-13)

Fungsi : Mengalirkan air dari BPS ke Tangki Penyimpanan H<sub>2</sub>O .

Jenis : Centrifugal pump single stage

Tipe : Mixed Flow Impeller

Bahan : Commercial steel

Kapasitas : 26426.7783 kg/jam

Kapasitas pompa : 139.6120 gpm

Head pompa : 12.35366 ft

Tenaga pompa : 1.362 Hp

Tenaga motor : 2 Hp

Putaran standart : 1750 rpm

Putaran spesifik : 3103.5971 rpm

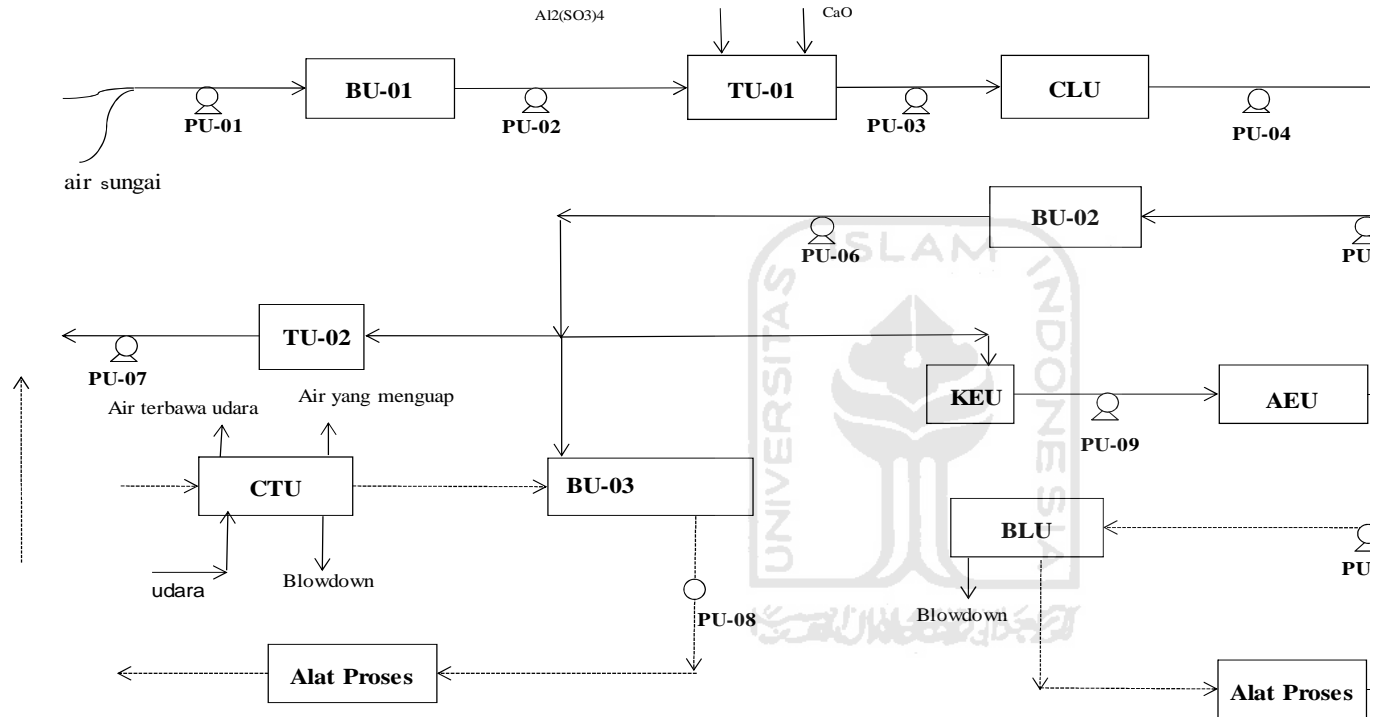
Jumlah : 1 buah

Harga : \$1770,0224





## Diagram Alir Utilitas



**Gambar Diagram Alir Utilitas**

**Keterangan :**

BU : Bak Utilitas

TU : Tangki Utilitas

CLU : Clarifier

SFU : Sand Filter

KEU : Kation Exchanger Unit

AEU : Anion Exchanger Unit

DAU : Dearator

BLU : Boiler

CDU : Condensor

CTU : Cooling Tower

PU : Pompa Utilitas

Gambar 4.6 Diagram Alir Utilitas

## **4.6 Organisasi Perusahaan**

Organisasi perusahaan merupakan hal yang penting karena berhubungan dengan efektifitas dalam peningkatan kemampuan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang telah dihasilkan. Dengan adanya pengaturan organisasi perusahaan yang teratur dan baik maka akan tercipta sumber daya manusia yang baik pula.

### **4.6.1 Bentuk Hukum Badan Usaha**

Dalam mendirikan suatu perusahaan yang dapat mencapai tujuan dari perusahaan itu secara terus – menerus, maka harus dipilih bentuk perusahaan apa yang harus didirikan agar tujuan itu tercapai. Bentuk – bentuk badan usaha yang ada dalam praktek di Indonesia, antara lain adalah :

1. Perusahaan Perorangan
2. Persekutuan dengan firma
3. Persekutuan Komanditer
4. Perseroan Terbatas
5. Koperasi
6. Perusahaan Negara
7. Perusahaan Daerah

(Sutarto, 2002)

Bentuk badan usaha yang digunakan dalam Pabrik Ammonium Sulfat adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan badan hukum yang didirikan berdasarkan perjanjian, melakukan kegiatan usaha dengan modal dasar

yang seluruhnya terbagi dalam saham, dan memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dalam UU No. 1 tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas (UUPT) dalam peraturan pelaksanaannya.

Berikut adalah syarat – syarat pendirian Perseroan Terbatas (PT) :

1. Didirikan oleh dua perseorangan (badan hukum) atau lebih.
2. Didirikan dengan akta otentik yaitu di hadapan notaris.
3. Modal dasar perseroan terendah adalah Rp 20.000.000,- atau 25% dari modal dasar.

Pemilihan bentuk badan usaha Perseroan Terbatas (PT) berdasarkan pertimbangan – pertimbangan berikut :

- a. Kedudukan antar pemimpin perusahaan dengan pemegang saham terpisah satu sama lain.
- b. Tanggung jawab para pemegang saham terbatas karena segala sesuatu mengenai perusahaan dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- c. Modal lebih mudah didapatkan selain dari bank juga diperoleh dari penjualan saham.
- d. Kelangsungan kehidupan PT lebih terjamin karena tidak dipengaruhi oleh berhetinya salah seorang pemegang saham, direktur atau karyawan.

#### **4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan**

Menurut pendapat ahli, arti kata organisasi adalah kelompok orang yang secara sadar bekerjasama untuk mencapai tujuan bersama dengan menekankan

wewenang dan tanggung jawab masing – masing. Berikut adalah tiga unsur utama dalam organisasi :

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

Menurut pola hubungan kerja, serta lalu lintas wewenang dan tanggung jawab, maka bentuk – bentuk organisasi dapat dibedakan menjadi :

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

Struktur organisasi yang digunakan pada perusahaan adalah sistem organisasi garis dan staf dengan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Dapat digunakan untuk organisasi yang cukup besar dengan produksi terus menerus dan secara masal.
- b. Disiplin kerja lebih baik karena terdapat satu kesatuan pimpinan dan perintah.
- c. Tiap kepala bagian secara langsung bertanggung jawab atas aktivitas yang dilakukan agar tujuan tercapai.
- d. Direktur memegang pimpinan tertinggi yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris. Anggota Dewan Komisaris merupakan perwakilan dari pemegang saham yang dilengkapi dengan staff ahli yang memiliki tugas memberikan saran kepada Direktur.

- e. Staff ahli memudahkan pengambilan keputusan.
- f. Perwujudan “*The Right Man in The Right Place*” dapat dengan mudah dilaksanakan.

### **4.6.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.6.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham merupakan pemilik perusahaan yang terdiri dari beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas terletak pada rapat umum pemegang saham. Berikut adalah tujuan dari rapat umum pemegang saham :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan direktur
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.

#### **4.6.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan komisaris bertugas untuk melaksanakan perintah dari para pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Berikut adalah tugas dari dewan komisaris :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijaksanaan umum, target laba perusahaan, alokasi sumber – sumber dana, dan pengarahan target pemasaran.
2. Mengawasi kinerja dari direktur.

#### 4.6.3.3 Direktur Utama

Direktur utama memiliki pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya dalam perkembangan perusahaan. Direktur Utama bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijaksanaan yang dilakukan sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Produksi dan Teknik, serta Direktur Keuangan dan Umum.

Berikut adalah direktur – direktur yang membawahi direktur utama :

1. Direktur Teknik dan Produksi

Tugas Direktur Teknik dan Produksi memiliki tugas dalam memimpin pelaksanaan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi dan operasi, teknik, pengembangan, pemeliharaan peralatan, pengadaan, dan laboratorium.

2. Direktur Keuangan dan Umum

Direktur Keuangan dan Umum memiliki tugas bertanggung jawab terhadap masalah-masalah yang berhubungan dengan administrasi, personalia, keuangan, pemasaran, humas, keamanan, dan keselamatan kerja.

#### 4.6.3.4 Kepala Bagian

Kepala bagian memiliki tugas mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai kebijakan pimpinan perusahaan. Kepala bagian juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian

bertanggung jawab kepada direktur teknik dan produksi atau direktur. Berikut adalah perincian kepala bagian dan tugasnya :

### **1. Kepala Bagian Proses dan Utilitas**

Kepala bagian proses dan utilitas memiliki tugas mengkoordinasikan kegiatan pabrik dalam bidang proses, penyediaan bahan baku, dan utilitas.

### **2. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrument**

Kepala bagian pemeliharaan, listrik, dan instrument memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi

### **3. Kepala Bagian Penelitian, Pengembangan, dan Pengendalian Mutu**

Kepala bagian penelitian, pengembangan, dan pengendalian mutu bertugas untuk mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan penelitian, pengembangan perusahaan, dan pengawasan mutu.

### **4. Kepala Bagian Keuangan dan Pemasaran**

Kepala bagian keuangan dan pemasaran bertugas untuk mengkoordinasikan kegiatan pemasaran, pengadaan barang, serta pembukuan keuangan.

### **5. Kepala Bagian Administrasi**

Kepala bagian administrasi memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan tata usaha, personalia dan rumah tangga perusahaan.

## **6. Kepala Bagian Humas dan Keamanan**

Kepala bagian humas dan keamanan memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan antar perusahaan dan masyarakat serta menjaga keamanan perusahaan.

## **7. Kepala Bagian Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan**

Kepala bagian kesehatan keselamatan kerja dan lingkungan memiliki tanggung jawab terhadap keamanan pabrik dan kesehatan dan keselamatan kerja karyawan.

### **4.6.3.5 Kepala Seksi**

Kepala seksi memiliki tugas melaksanakan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan peraturan Kepala Bagian masing-masing. Setiap kepala seksi memiliki tanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya. Berikut adalah perincian kepala bagian dan tugasnya :

#### **1. Kepala Seksi Proses**

Kepala seksi proses bertugas memimpin secara langsung dan memantau kelancaran proses produksi.

#### **2. Kepala Seksi Bahan Baku dan Produk**

Kepala seksi bahan baku dan produk memiliki tanggung jawab terhadap penyediaan bahan baku, menjaga kemurnian bahan baku, serta mengontrol produk yang dihasilkan.



### **3. Kepala Seksi Utilitas**

Kepala seksi utilitas memiliki tanggung jawab terhadap penyediaan air, bahan bakar, *steam*, udara tekan untuk proses dan instrumentasi.

### **4. Kepala Seksi Pemeliharaan dan Bengkel**

Kepala seksi pemeliharaan dan bengkel bertanggung jawab atas kegiatan perawatan, penggantian alat- alat serta fasilitas pendukungnya.

### **5. Kepala Seksi Listrik dan Instrumentasi**

Kepala seksi listrik dan instrumentasi memiliki tanggung jawab terhadap penyediaan listrik serta kelancaran alat-alat instrumentasi.

### **6. Kepala Seksi Penelitian dan Pengembangan**

Kepala seksi penelitian dan pengembangan bertugas untuk mengkoordinasi kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan peningkatan produksi dan efisiensi seluruh proses.

### **7. Kepala Seksi Laboratorium dan Pengendalian Mutu**

Kepala seksi laboratorium dan pengendalian mutu memiliki tugas melakukan pengendalian mutu untuk bahan baku, bahan pembantu, produk dan limbah.

### **8. Kepala Seksi Keuangan**

Kepala seksi keuangan memiliki tanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan.

### **9. Kepala Seksi Pemasaran**

Kepala seksi pemasaran mengkoordinasikan kegiatan pemasaran produk dan pengadaan bahan baku pabrik.

#### **10. Kepala Seksi Tata Usaha**

Kepala seksi tata usaha memiliki tanggung jawab terhadap kegiatan yang berhubungan dengan rumah tangga perusahaan dan tata usaha kantor.

#### **11. Kepala Seksi Personalia**

Kepala seksi personalia memiliki tugas mengkoordinasikan kegiatan yang berhubungan dengan kepegawaian.

#### **12. Kepala Seksi Humas**

Kepala seksi humas bertugas mengadakan kegiatan yang berkaitan dengan relasi perusahaan, pemerintah, dan masyarakat.

#### **13. Kepala Seksi Keamanan**

Kepala seksi keamanan memiliki tugas mengawasi masalah keamanan perusahaan.

#### **14. Kepala Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja**

Kepala seksi kesehatan dan keselamatan kerja memiliki tugas mengatur dan mengawasi kesehatan karyawan dan keluarga, serta menangani masalah keselamatan kerja di perusahaan.

#### **15. Kepala Seksi Unit Pengolahan Limbah**

Kepala seksi unit pengolahan limbah bertanggung jawab terhadap limbah pabrik agar sesuai dengan baku mutu limbah.

### **4.6.4 Pembagian Jam Kerja**

Pabrik Ammonium Sulfat dari Amonia dan Asam Sulfat akan beroperasi 330 hari selama satu tahun dalam 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan merupakan hari libur digunakan untuk perbaikan, perawatan atau *shut down*. Pembagian jam kerja karyawan digolongkan menjadi dua golongan, yaitu :

- a. Pegawai non shift yang bekerja selama 6 jam dalam seminggu dengan total kerja 40 jam per minggu. Sedangkan hari minggu dan hari besar libur. Pegawai non shift termasuk karyawan tidak langsung menangani operasi pabrik yaitu direktur, kepala departemen, kepala divisi, karyawan kantor atau administrasi, dan divisi-divisi di bawah tanggung jawan non teknik atau yang bekerja di pabrik dengan jenis pekerjaan tidak kontinu. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai non shift:

Senin- Kamis : 07.00 - 16.00 (istirahat 12.00 – 13.00)

Jum'at : 07:00 – 16:00 (istirahat 11:00 – 13:00)

Sabtu : 07:00 – 12:00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

- b. Pegawai shift bekerja 24 jam perhari yang terbagi dalam 3 shift. Karyawan shift adalah karyawan yang langsung menangani proses operasi pabrik yaitu kepala shift, operator, karyawan-karyawan shift, gudang serta keamanan dan keselamatan kerja. Berikut adalah ketentuan jam kerja pegawai shift sebagai berikut :

Shift I : 08.00 - 16.00

Shift II : 16.00 - 24.00

Shift III : 24.00- 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok.

Setiap kelompok kerja mendapatkan libur satu kali dari tiga kali shift.

Berikut adalah jadwal kerja karyawan shift :

Tabel 4.29. Jadwal kerja karyawan shift

Regu	Hari											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	III	III	III	-	I	I	I	II	II	II	-	-
B	-	I	I	I	II	II	II	-	-	III	III	III
C	I	II	II	II	-	-	III	III	III	-	I	I
D	II	-	-	III	III	III	-	I	I	I	II	II

#### 4.6.5 Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji

##### 4.6.5.1 Penggolongan Jabatan

Tabel 4.30 Penggolongan jabatan

No	Jabatan	Jenjang Pendidikan
1	Direktur Utama	Sarjana Teknik Kimia
2	Direktur Produksi dan Teknik	Sarjana Teknik Kimia
3	Direktur Keuangan dan Umum	Sarjana Ekonomi

Lanjutan Tabel 4.30 Penggolongan Jabatan

4	Kepala Bagian Penelitian, Mutu dan Pengembangan	Sarjana Kimia
5	Kepala Bagian Proses dan Utilitas	Sarjana Teknik Kimia

6	Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik, dan Instrument	Sarjana Teknik Mesin / Sarjana Teknik Elektro
7	Kepala Departemen Keuangan dan Pemasaran	Sarjana Ekonomi
8	Kepala Departemen Administrasi	Sarjana Ekonomi
9	Kepala Departemen Umum dan Keamanan	Sarjana Hukum
10	Kepala Departemen Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan	Sarjana Teknik Kimia / Sarjana Teknik Lingkungan
11	Kepala Divisi	Ahli Madya Teknik Kimia
12	Operator	STM/SMU/Sederajat
13	Sekretaris	Akademi Sekretaris
14	Staff	Ahli Madya
15	Medis	Dokter
16	Paramedis	Ahli Madya Keperawatan
17	Lain – lain	SLTA

#### 4.6.5.2 Perincian Jumlah Karyawan

Tabel 4.31 Jumlah karyawan tiap divisi

No	Jabatan	Jumlah
1	Direktur Utama	1
2	Direktur	2
3	Kepala Bagian	7
4	Kepala Seksi	15
5	Kepala Shift	20
6	Pegawai Staff 1	10
7	Pegawai Staff 2	8
8	Operator	40
9	Kepala Security	1
10	Security	8
11	Pegawai	8
Jumlah		120

#### 4.6.5.3 Sistem Gaji Pegawai

Sistem pembagian gaji pada perusahaan terbagi menjadi 3 jenis yaitu:

a. Gaji Bulanan

Gaji yang diberikan kepada pegawai tetap dengan jumlah sesuai peraturan perusahaan.

b. Gaji Harian

Gaji yang diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian.

### c. Gaji Lembur

Gaji yang diberikan kepada karyawan yang bekerja melebihi jam kerja pokok.

Berikut adalah perincian gaji sesuai dengan jabatan

Tabel 4.32 Penggolongan gaji berdasarkan jabatan

No	Jabatan	Gaji/Bulan (Rp)
1	Direktur Utama	40.000.000,00
2	Direktur	30.000.000,00
3	Kepala Bagian	20.000.000,00
4	Kepala Seksi	9.000.000,00
5	Kepala Shift	8.500.000,00
6	Pegawai Staff 1	7.000.000,00
7	Pegawai Staff 2	6.000.000,00
8	Operator	5.000.000,00
9	Kepala Security	5.000.000,00
10	Security	2.500.000,00
11	Pegawai	2.000.000,00
Jumlah		134,500,000.00

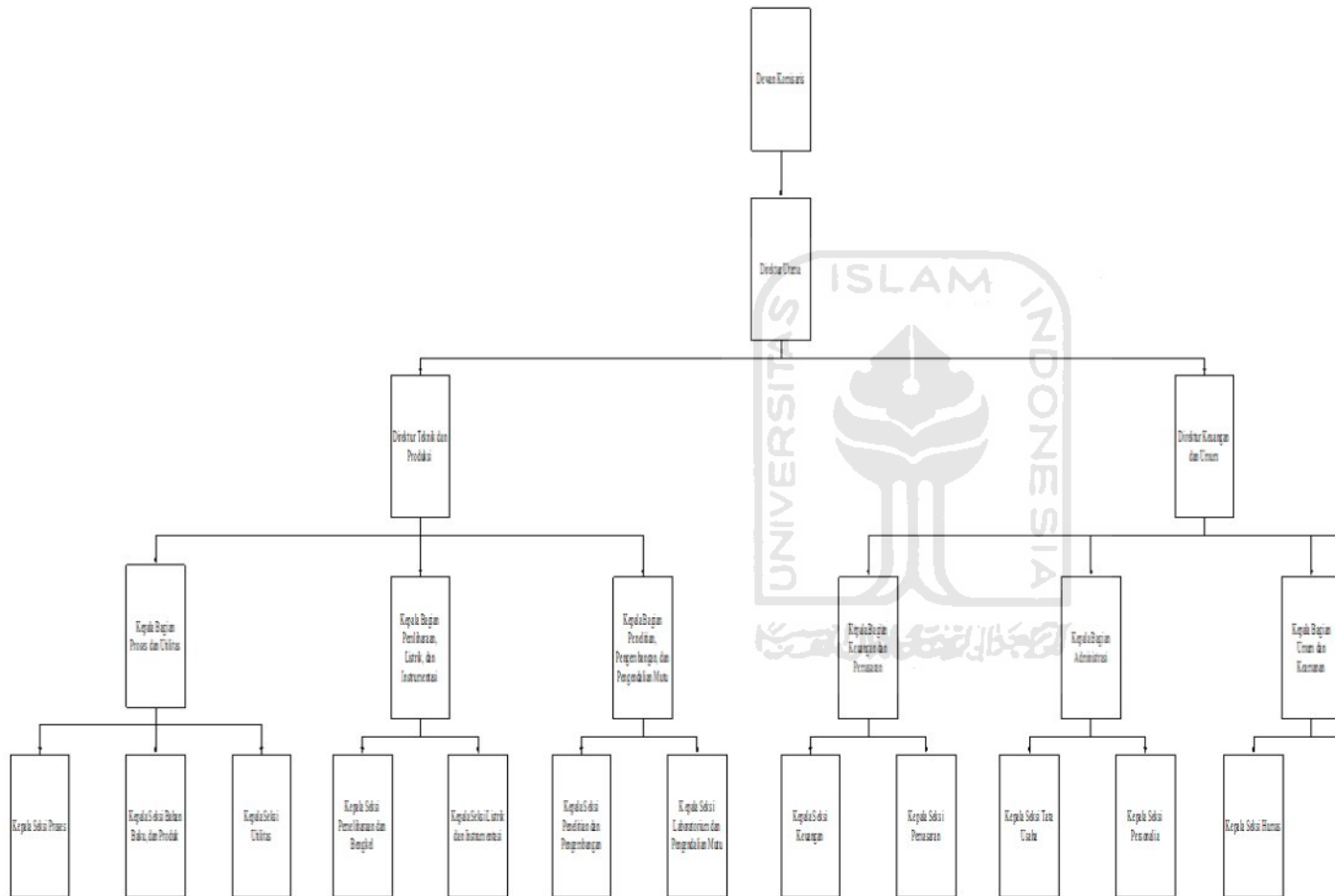
#### 4.6.5.4 Kesejahteraan Karyawan

Peningkatan efektifitas kerja pada perusahaan dilakukan dengan cara pemberian fasilitas untuk kesejahteraan karyawan. Upaya yang dilakukan selain

memberikan upah resmi adalah memberikan beberapa fasilitas lain kepada setiap tenaga kerja berupa :

1. Fasilitas cuti tahunan selama 12 hari.
2. Fasilitas cuti sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
3. Tunjangan hari raya dan bonus berdasarkan jabatan.
4. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja lebih dari jumlah jam kerja pokok.
5. Fasilitas asuransi tenaga kerja, meliputi tunjangan kecelakaan kerja dan tunjangan kematian, yang diberikan kepada keluarga tenaga kerja yang meninggal dunia baik karena kecelakaan sewaktu bekerja.
6. Pelayanan kesehatan berupa biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit akibat kecelakaan kerja.
7. Penyediaan kantin, tempat ibadah dan sarana olah raga.
8. Penyediaan seragam dan alat-alat pengaman (sepatu dan sarung tangan).
9. Family Gathering Party (acara berkumpul semua karyawan dan keluarga) setiap satu tahun sekali.





Gambar 4.7 Struktur organisasi perusahaan

#### 4.7 Evaluasi Ekonomi

Dalam penentuan kelayakan dari suatu rancangan pabrik kimia diperlukan estimasi profitabilitas. Estimasi profitabilitas meliputi beberapa faktor yang ditinjau yaitu :

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

Terdapat beberapa analisa yang perlu dilakukan sebelum melakukan estimasi profitabilitas dari suatu rancangan pabrik kimia. Analisa tersebut terdiri dari penentuan modal industri (*Capital Investment*) dan pendapatan modal. Penentuan modal industri terdiri dari :

1. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
2. Modal Kerja
3. Biaya Produksi Total

Meliputi

- a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)

Analisa pendapatan modal berfungsi untuk mengetahui titik impas atau *Break Even Point* dari suatu rancangan pabrik. Analisa pendapatan modal terdiri dari :

- a. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya Variabel (*Variable Cost*)
- c. Biaya Mengambang (*Regulated Cost*)

#### 4.7.1 Harga Alat

Harga dari suatu alat industriakan berubah seiring dengan perubahan ekonomi. Maka diperlukan perhitungan konversi harga alat sekarang terhadap harga alat beberapa tahun lalu.

Tabel 4.29 Indeks harga tiap tahun

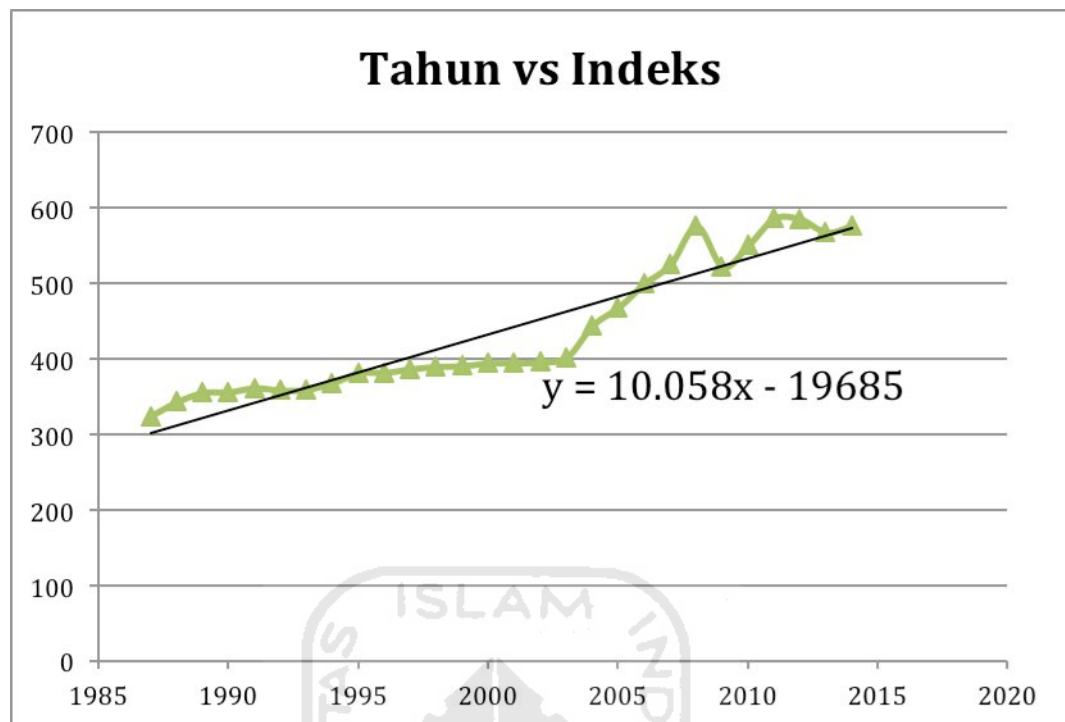
Tahun (X)	indeks (Y)
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361.3
1992	358.2
1993	359.2
1994	368.1
1995	381.1
1996	381.7
1997	386.5
1998	389.5
1999	390.6
2000	394.1
2001	394.3

Lanjutan tabel 4.29

2002	395.6
2003	402
2004	444.2
2005	468.2
2006	499.6
2007	525.4
2008	575.4
2009	521.9
2010	550.8
2011	585.7
2012	584.6
2013	567.3
2014	576.1
Total	12239.4

Sumber : Chemical Engineering Plant Cost Index (CEPCI) ([www.che.com](http://www.che.com))

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi linier yang diperoleh adalah  $y = 10.058x - 19685$ . Pabrik Ammonium Sulfat Kapasitas 650.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2019, maka dari persamaan regresi linier diperoleh indeks sebesar 622.102. Berikut adalah grafik hasil *plotting* data



Gambar 4.8 Grafik tahun vs indeks harga

Harga alat diperoleh dari situs matches ([www.matches.com](http://www.matches.com)) dan buku karangan Peters & Timmerhaus. Perhitungan alat pada tahun pabrik dibangun diperoleh dengan rumus berikut

$$Ex = Ey \frac{Nx}{Ny}$$

(Aries & Newton, 1955)

Keterangan

Ex : Harga pembelian alat pada tahun 2020

Ey : Harga pembelian alat pada tahun referensi

Nx : Indeks harga pada tahun 2020

Ny : Indeks harga pada tahun referensi

Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut.

Tabel 4.30 Harga alat pada tahun 2020

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga	
			2016	2019
Reaktor	R	1	\$690.100,00	\$718.525,01
Centrifuge	CF	1	\$66.800,00	\$69.551,47
Rotary Dryer	RD	1	\$228.000	\$237.391,25
Cyclone Separator	CS	1	\$3.900	\$4.060,64
Mixer	M	1	\$4.000,00	\$4.164,76
Tangki Penyimpanan-01	T-01	1	\$100.300,00	\$104.431,33
Tangki Penyimpanan-02	T-02	1	\$218.700,00	\$227.708,19
Akumulator-01	Acc-01	1	\$53.400,00	\$55.599,53
Akumulator-02	Acc-02	1	\$141.900,00	\$147.744,82
Pompa-01	P-01	1	\$13.500,00	\$14.056,06
Pompa-02	P-02	1	\$7.600,00	\$7.913,04
Pompa-03	P-03	1	\$16.100,00	\$16.763,15
Pompa-04	P-04	1	\$13.500,00	\$14.056,06
Pompa-05	P-05	1	\$5.800,00	\$6.038,90
Pompa-06	P-06	1	\$5.800,00	\$6.038,90
Pompa-07	P-07	1	\$17.400,00	\$18.116,70
Heater-01	HE-01	1	\$44.000,00	\$45.812,68
Heater-02	HE-02	1	\$2.500,00	\$2.602,97
Heater-03	HE-03	1	\$2.900,00	\$3.019,45
Kompresor	C-01	1	\$1.900,00	\$1.978,26
Condenser	CD	1	\$67.400,00	\$70.176,19

Lanjutan tabel 4.30 Harga alat pada tahun 2020

Blower-01	BL-01	1	\$3.500,00	\$3.644,16
Blower-02	BL-02	1	\$6.000,00	\$6.247,14
Expander Valve	EV	1	\$182,00	\$189,50
Screw Conveyor-01	SC-01	1	\$24.900,00	\$25.925,62
Screw Conveyor-02	SC-02	1	\$24.900,00	\$25.925,62
Bucket Elevator	BE	1	\$10.600,00	\$11.036,61
Hopper	H	1	\$1.000,00	\$1.041,19
<b>Total</b>		<b>29</b>		<b>\$ 2.090.065,80</b>

#### 4.7.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas Produksi = 650.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Tahun pendirian pabrik = 2020

Kurs mata uang = 1 US\$ = Rp 13.122,5

#### 4.7.3 Perhitungan Biaya

##### 4.7.3.1 Capital Investment

*Capital Investment* merupakan jumlah pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya.

*Capitalinvestment* terdiri dari:

##### 1. *Fixed Capital Investment*

Biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

## 2. *Working Capital Investment*

Biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

### 4.7.3.2 Manufacturing Cost

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *Direct Manufacturing Cost*, *Indirect Manufacturing Cost* dan *Fixed Manufacturing Cost*, atau biaya – biaya yang bersangkutan dalam pembuatan produk. *Manufacturing Cost* meliputi :

#### a. *Direct Cost Direct Cost*

Pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk.

#### b. *Indirect Cost Indirect Cost*

Pengeluaran–pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik.

#### c. *Fixed Cost*

Biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran yang bersifat tetap tidak tergantung waktu dan tingkat produksi.

### 4.7.3.3 General Expense

Berupa pengeluaran umum meliputi pengeluaran–pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.



#### 4.7.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan digunakan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak, sehingga dapat dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial atau tidak secara ekonomi. Berikut adalah perhitungan – perhitungan yang digunakan dalam analisa kelayakan ekonomi dari suatu rancangan pabrik.

##### 4.7.4.1 Percent Return On Investment (ROI)

*Return On Investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100 \%$$

##### 4.7.4.2 Pay Out Time (POT)

*Pay Out Time* (POT) merupakan :

1. Jumlah tahun yang telah berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan yang melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi.
2. Waktu minimum secara teoritis yang dibutuhkan untuk pengembalian modal tetap yang ditanamkan atas dasar keuntungan setiap tahun ditambah dengan penyusutan.
3. Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali.

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

#### 4.7.4.3 Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* (BEP) merupakan :

1. Titik impas produksi yaitu suatu kondisi dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan maupun kerugian.
2. Titik yang menunjukkan pada tingkat berapa biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan BEP kita dapat menentukan harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga serta unit penjualan yang harus dicapai agar mendapat keuntungan.
3. Kapasitas produksi pada saat *sales* sama dengan *total cost*. Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP dan akan untung jika beroperasi diatas BEP.

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

Keterangan:

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variable Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

#### 4.7.4.4 Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* (SDP) merupakan:

1. Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan.

Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga

karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi ( tidak menghasilkan *profit* ).

2. Persen kapasitas minimal suatu pabrik dapat mencapai kapasitas produk yang diharapkan dalam setahun. Apabila tidak mampu mencapai persen minimal kapasitas tersebut dalam satu tahun maka pabrik harus berhenti beroperasi atau tutup.
3. Level produksi di mana biaya untuk melanjutkan operasi pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *Fixed Cost*.
4. Merupakan titik produksi dimana pabrik mengalami kebangkrutan sehingga pabrik harus berhenti atau tutup.

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

#### 4.7.4.5 Discounted Cash Flow Rate Of Return (DCFR)

*Discounted Cash Flow Rate Of Return* ( DCFR ) merupakan:

1. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFR dibuat dengan menggunakan nilai uang yang berubah terhadap waktu dan dirasakan atau investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik.
2. Laju bunga maksimal dimana suatu proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.
3. Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik

Berikut adalah persamaan yang digunakan dalam penentuan DCFR

$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{t=0}^{n=N-1} (1 + i)^t + WC + SV$$

Keterangan :

FC : *Fixed capital*

WC : *Working capital*

SV : *Salvage value*

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

n : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

#### 4.7.5 Hasil Perhitungan

##### 4.7.5.1 Penentuan *Fixed Capital Investment*(FCI)

Tabel 4.31 *Physical Plant Cost* (PPC)

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Harga Alat	Rp 30.341.831.633	\$ 2.312.199
2	Instalasi	Rp 4.745.437.033	\$ 361.626
3	Pemipaan	Rp 10.684.093.619	\$ 814.181
4	Instrumentasi	Rp 3.107.380.448	\$ 236.798
5	Isolasi	Rp 1.052.478.311	\$ 80.204
6	Instalasi Listrik	Rp 2.427.346.531	\$ 184.976
7	Pembelian Tanah dan Perbaikan	Rp 273.274.500.000	\$ 20.824.881
8	Pembuatan Bangunan dan Perlengkapan	Rp 316.840.000.000	\$ 24.144.789
9	Utilitas	Rp 5.350.728.358	\$ 407.752
<b><i>Physical Plant Cost (PPC)</i></b>		<b>Rp 647.823.795.933</b>	<b>\$ 49.367.407</b>

Tabel 4.32 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp 161.955.948.983	\$ 12.341.852
<b>Total (DPC + PPC)</b>		<b>Rp 809.779.744.916</b>	<b>\$ 61.709.259</b>

Tabel 4.33 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	Rp 809.779.744.916	\$ 61.709.259
2	Kontraktor	Rp 32.391.189.797	\$ 2.468.370
3	Biaya tak terduga	Rp 80.977.974.492	\$ 6.170.926
<b>Fixed Capital Investment (FCI)</b>		<b>Rp 923.148.909.204</b>	<b>\$ 70.348.555</b>

#### 4.7.5.2 Penentuan *Total Production Cost (TPC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	Rp 3.349.067.262.404	\$ 255.215.642
2	<i>Labor</i>	Rp 8.976.000.000	\$ 684.016
3	<i>Supervision</i>	Rp 897.600.000	\$ 68.402
4	<i>Maintenance</i>	Rp 628.320.000	\$ 47.881
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp 94.248.000	\$ 7.182
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp 53.736.637.500	\$ 4.095.000
7	<i>Utilities</i>	Rp 52.781.069.700	\$ 4.022.181
<b>Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>Rp 3.466.181.137.604</b>	<b>\$ 264.140.304</b>

Tabel 4.34 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*Tabel 4.35 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp 1.795.200.000	\$ 136.803
2	<i>Laboratory</i>	Rp 1.795.200.000	\$ 136.803
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp 6.283.200.000	\$ 478.811
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp 268.683.187.500	\$ 20.475.000
<b>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>		<b>Rp 278.556.787.500</b>	<b>\$ 21.227.418</b>

Tabel 4.36 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 92.314.890.920	\$ 7.034.855
2	<i>Property taxes</i>	Rp 18.462.978.184	\$ 1.406.971
3	<i>Insurance</i>	Rp 9.231.489.092	\$ 703.486
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>Rp 120.009.358.197</b>	<b>\$ 9.145.312</b>

Tabel 4.37 *Total Manufacturing Cost (TMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	Rp 3.466.181.137.604	\$ 264.140.304
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	Rp 278.556.787.500	\$ 21.227.418
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	Rp 120.009.358.197	\$ 9.145.312
<b><i>Manufacturing Cost (MC)</i></b>		<b>Rp 3.864.747.283.300</b>	<b>\$ 294.513.034</b>

Tabel 4.38 *Total Working Capital (TWC)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp 279.088.938.534	\$ 21.267.970
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp -	\$ -
3	<i>Product Inventory</i>	Rp 322.062.273.608	\$ 24.542.753
4	<i>Extended Credit</i>	Rp 447.805.312.500	\$ 34.125.000
5	<i>Available Cash</i>	Rp 322.062.273.608	\$ 24.542.753
<b><i>Working Capital (WC)</i></b>		<b>Rp 1.371.018.798.250</b>	<b>\$ 104.478.476</b>

Tabel 4.39 *General Expense (GE)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Administration</i>	Rp 193.237.364.165	\$ 14.725.652
2	<i>Sales expense</i>	Rp 463.769.673.996	\$ 35.341.564
3	<i>Research</i>	Rp 193.237.364.165	\$ 14.725.652
4	<i>Finance</i>	Rp 91.766.708.298	\$ 6.993.081
<b><i>General Expense (GE)</i></b>		<b>Rp 942.011.110.624</b>	<b>\$ 71.785.949</b>

Tabel 4.40 *Total Production Cost (TPC)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	Rp 3.864.747.283.300	\$ 294.513.034
2	<i>General Expense (GE)</i>	Rp 942.011.110.624	\$ 71.785.949
<b>Total Production Cost (TPC)</b>		<b>Rp 4.806.758.393.925</b>	<b>\$ 366.298.982</b>

#### 4.7.5.3 Penentuan *Fixed Cost (Fa)*

Tabel 4.41 *Fixed Cost (Fa)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp 92.314.890.920	\$ 7.034.855
2	<i>Property taxes</i>	Rp 18.462.978.184	\$ 1.406.971
3	<i>Insurance</i>	Rp 9.231.489.092	\$ 703.486
<b>Fixed Cost (Fa)</b>		<b>Rp 120.009.358.197</b>	<b>\$ 9.145.312</b>

#### 4.7.5.4 Penentuan *Variable Cost (Va)*

Tabel 4.42 *Variable Cost (Va)*

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	Rp 3.349.067.262.404	\$ 255.215.642
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	Rp 268.683.187.500	\$ 20.475.000
3	<i>Utilities</i>	Rp 52.781.069.700	\$ 4.022.181
4	<i>Royalties and Patents</i>	Rp 53.736.637.500	\$ 4.095.000
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>Rp 3.724.268.157.104</b>	<b>\$ 283.807.823</b>

#### 4.7.5.5 Penentuan *Regulated Cost* (Ra)

Tabel 4.42 *Regulated Cost* (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp 8.976.000.000	\$ 684.016
2	Plant overhead	Rp 6.283.200.000	\$ 478.811
3	Payroll overhead	Rp 1.795.200.000	\$ 136.803
4	Supervision	Rp 897.600.000	\$ 68.402
5	Laboratory	Rp 1.795.200.000	\$ 136.803
6	Administration	Rp 193.237.364.165	\$ 14.725.652
7	Finance	Rp 91.766.708.298	\$ 6.993.081
8	Sales expense	Rp 463.769.673.996	\$ 35.341.564
9	Research	Rp 193.237.364.165	\$ 14.725.652
10	Maintenance	Rp 628.320.000	\$ 47.881
11	Plant supplies	Rp 94.248.000	\$ 7.182
<b>Regulated Cost (Ra)</b>		<b>Rp 962.480.878.624</b>	<b>\$ 73.345.847</b>

#### 4.7.5.6 Analisa Keuntungan

Harga jual produk <i>Ammonium Sulfat</i>	= Rp 8.267,18/kg
<i>Annual Sales</i> (Sa)	= Rp 5.373.663.750.000
<i>Total Cost</i>	= Rp 4.806.758.393.925
Keuntungan Sebelum Pajak	= Rp 566.905.356.075
Keuntungan Setelah Pajak	= Rp 283.452.678.038

#### 4.7.5.7 Percent Return On Investment (ROI)

$$ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100 \%$$

ROI sebelum pajak = 61,41 %

ROI setelah pajak = 30,7%



Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% dan syarat ROI setelah pajak maksimum adalah 44% (Aries & Newton, 1955).

#### 4.7.5.8 Pay Out Time (POT)

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

POT sebelum pajak = 1,40 tahun

POT setelah pajak = 2,46 tahun

Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun dan syarat POT setelah pajak maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

#### 4.7.5.9 Break Even Point (BEP)

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

BEP = 41,9%

BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%.

#### 4.7.5.10 Shut Down Point (SDP)

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

SDP = 29,59%

SDP pabrik kimia umumnya adalah 22% - 30%.

#### 4.7.5.11 Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

$$(FC + WC)(1 + i)^N = C \sum_{t=0}^{n=N-1} (1 + i)^t + WC + SV$$

Umur pabrik = 10 tahun

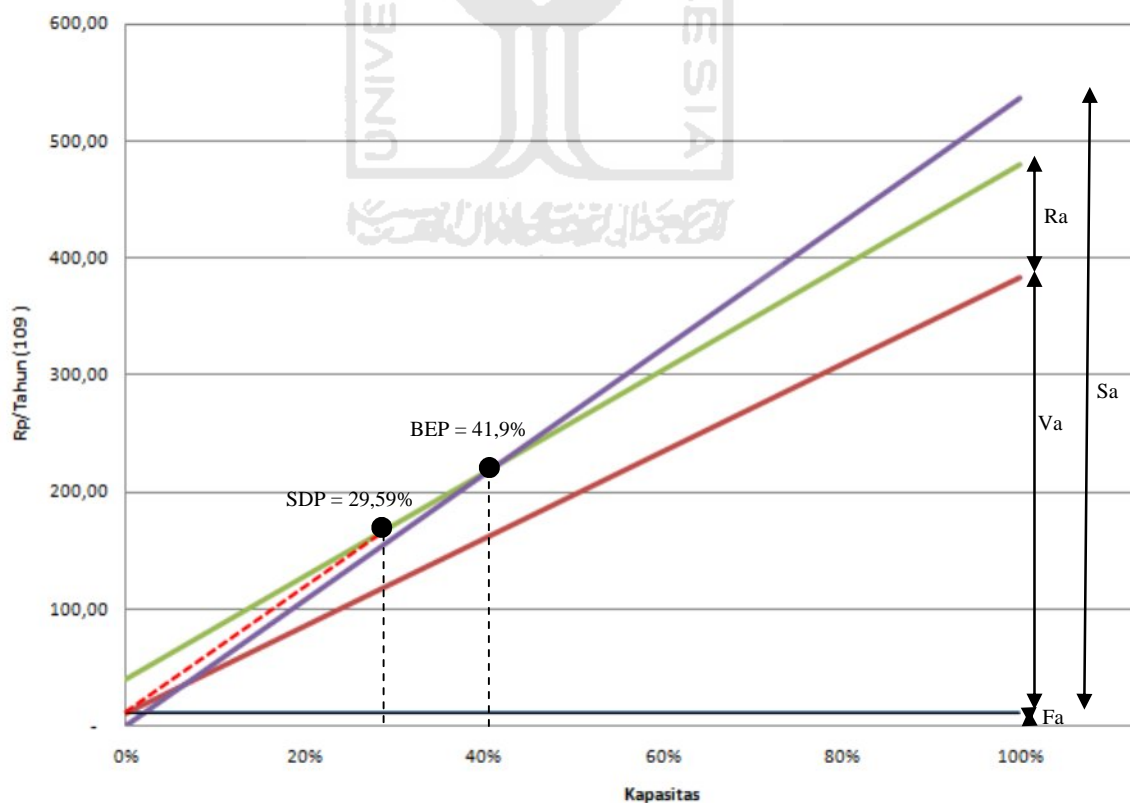
Fixed Capital Cost = Rp 121.269.433.329

Working Capital = Rp 1.371.228.810.772

Salvage Value (SV) = Rp 139.926.269.226

Cash flow (CF) = Annual profit + depresiasi + finance

Dengan *trial and error* diperoleh nilai  $i$  sebesar 18,99%. Hasil dari perhitungan tersebut berbanding 2,1% dengan bunga deposito Bank Central Asia (BCA) yaitu sebesar 9,043%.



Gambar 4.9 Nilai SDP dan BEP

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan prancangan pabrik amonium sulfat proses netralisasi membutuhkan bahan baku amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), dimana untuk kebutuhan amonia ( $\text{NH}_3$ ) per-tahunnya sebanyak 167.963 ton/tahun, sedangkan untuk kebutuhan asam sulfat sebesar 489.241 ton/tahun.

Pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah (*low risk*) karena :

1. Berdasarkan tinjauan proses, kondisi operasi, sifat-sifat bahan baku dan produk, tidak beracun dan beroperasi pada tekanan dan suhu yang rendah, maka pabrik ini digolongkan pabrik beresiko rendah (*low risk*)
2. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :

- 1) Keuntungan yang diperoleh :

Keuntungan sebelum pajak Rp 564.971.948.487 /tahun, dan keuntungan setelah pajak (40%) sebesar Rp 282.485.974.243 /tahun.

- 2) *Return On Investment* (ROI) :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 60,56 %, dan ROI setelah pajak sebesar 17,62%. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah minimum adalah 11% dan syarat ROI setelah pajak maksimum adalah 44% (Aries & Newton, 1955).

3) *Pay Out Time (POT)* :

POT sebelum pajak selama 1,42 tahun dan POT setelah pajak selama 2,48 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimum adalah 5 tahun dan syarat POT setelah pajak maksimum adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

4) *Break Event Point (BEP)* pada 42,07 % dan *Shut Down Point (SDP)* pada 29,63% %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%. SDP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 22% - 30%.

5) *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 18,91%. Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank (  $1,5 \times 10\% = 15\%$  ).

Berdasarkan perhitungan utilitas yang telah dilakukan terhadap kebutuhan air, listrik dan steam, didapat bahwa kebutuhan air pabrik secara keseluruhan sebesar 24,719.27826 kg/jam dimana masing-masing terdiri dari kebutuhan air untuk proses sebanyak 19049,2675 kg/jam, air untuk steam sebanyak 4689,5923 kg/jam, air untuk make-up sebanyak 937,91846 kg/jam dan kebutuhan air untuk domestic sebanyak 42.5 kg/jam. Sedangkan kebutuhan listrik total baik untuk alat proses dan keperluan lainnya sebesar 547.725009 kW.

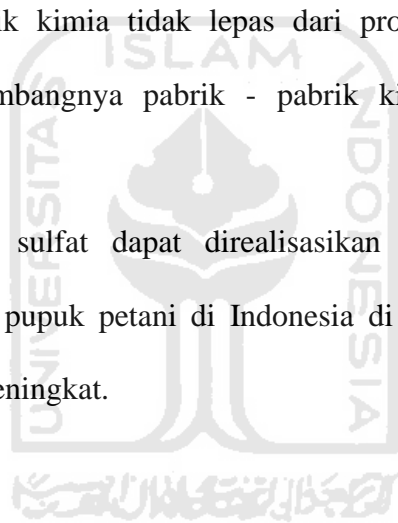
Selain perhitungan secara teknis, dilakukan juga perhitungan secara ekonomi terhadap tugas pra-rancangan pabrik ini, dan berdasarkan perhitungan tersebut pabrik Amonium sulfat proses netralisasi dari amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dengan kapasitas 650.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

## 5.2 Saran

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

1. Optimasi pemilihan seperti alat proses atau alat penunjang dan bahan baku perlu diperhatikan sehingga akan lebih mengoptimalkan keuntungan yang diperoleh.
2. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik - pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

Produk amonium sulfat dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan pupuk petani di Indonesia di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2012 , *Product Profile: Ammonium Sulfate*, [www.petrokimiagresik.co.id](http://www.petrokimiagresik.co.id)
- Aries, R.S., Newton, R.D., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Book Company, New York
- Badan Pusat Statisti, 2015, *Statistic Indonesia*, [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), Indonesia
- Brown, G.G., Donal Katz, Foust, A.S., and Schneidewind, R., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, John Wiley and Sons, Inc., New York
- Brownell, L.E., Young, E.H., 1959, *Process Equipment Design Vesel Design*, Michigan
- Fogler, Scott H., 1999, “ *Elements of Chemical Reaction Engineering*”, 3rd Ed., Prentice Hall International Inc., USA
- Geankoplis, J.Christie., 1978, *Transport Process and Unit Operation*, Prentice Hall International.
- Kern, D.Q., 1983, *Process Heat Transfer*, Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.
- Kirk, R.E., Othmer, v.r., 1999, *Encyclopedia of Chemical Technology*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Lavenspiel, O., 1972, *Chemical Reaction Engineering*, 2nd ed., John Wiely and Sons, Inc., New York.

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

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

Peters, M.S., and Timmerhaus, K.D., 1980, *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, 3rd ed., Mc Graw Hill Book Co., Inc., New York.

Rase, H.F., and Barrow, M.H., 1957, *Project Engineering of Process Plants*, Willey, Inc., New York.

Smith, J.M. and VAN Ness, H.H., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, 3th edition, McGraw Hill International Book Co., Tokyo.

Treyball, R.E., 1981, *Mass Transfer Operation*, 3 ed., Mc. Graw Hill Book Company, Inc., Singapore.

Ulrich, G.D., 1984, *A guide to chemical Engineering Process Design and Economic*, John Wiley and Sons, Inc.

Walas, S.M., 1988, *Chemical Process Equipment*, 3rd ed., Butterworths series in chemical engineering, USA.

Yaws, C.L., 1999, *Chemical Properties Handbook*, McGraw Hill Companies Inc., USA.

## LAMPIRAN A

### REAKTOR

Fungsi : Mereaksikan amonia ( $\text{NH}_3$ ) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sehingga dihasilkan ammonium sulfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ).

Alat : Saturator

#### Kondisi operasi :

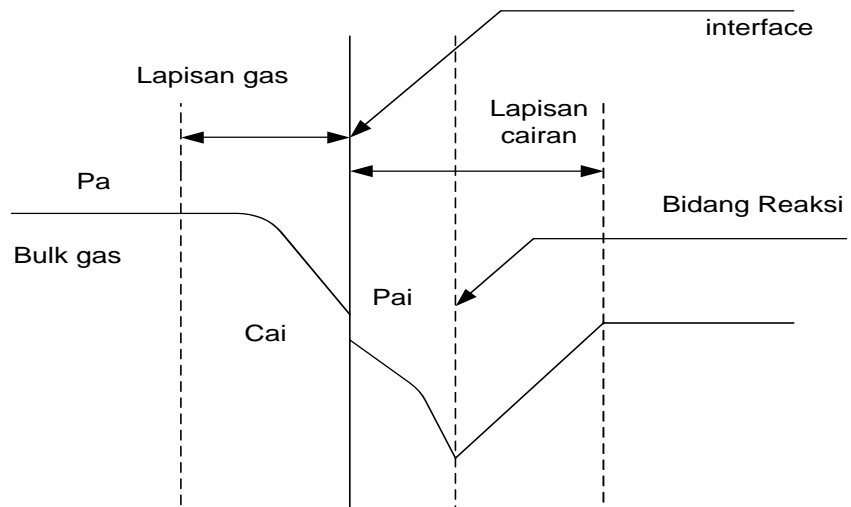
- a. Tekanan dalam reaktor : 1 atm
- b. Suhu dalam reaktor :  $107^\circ\text{C}$

Pada tahun 1923 G N Lewis, mengajukan empat kriteria untuk reaksi asam basa :

1. Reaksi asam dan basa adalah reaksi yang cepat
2. Suatu asam kuat atau basa kuat dapat mengganti asam yang lebih lemah atau basa yang lebih lemah dari suatu senyawa
3. Indikator dapat digunakan untuk menentukan titik ekuivalensi reaksi asam-basa
4. Asam dan basa dapat berfungsi sebagai katalis yang penting.

Seperti halnya reaksi netralisasi yang lain, reaksi antara  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{NH}_3$  berlangsung sangat cepat. Pembentukan fase lain dalam suatu reaksi kimia bisa mempengaruhi kecepatan reaksi. Dalam kasus dimana terjadi padatan, fenomena pembentukan inti kristal, agregasi dan aglomerasi menentukan ukuran dan struktur partikel padatan.





**Gambar 1** Skema mekanisme reaksi gas-cair di film cairan

#### **Mekanisme Reaksi:**

Gas A berdifusi masuk ke bidang batas (interface gas-cair) melalui lapisan gas dan terus berdifusi masuk ke lapisan cairan. Karena kecepatan reaksi kimia berjalan cukup cepat maka reaksi terjadi di liquid-film, sehingga tidak ada A yang berdifusi masuk ke dalam larutan dan bereaksi dengan B di fase larutan (tidak ada A yang masuk ke main body of liquid untuk bereaksi).

(Levenspiel, 1972)

Dimana:

$P_A$  = Konsentrasi bahan didalam fase gas yang dinyatakan dengan tekanan

$P_{Ai}$  = Konsentrasi bahan didalam interface yang dinyatakan dengan tekanan

$C_{Ai}$  = Konsentrasi gas pada bidang batas gas-cair yang seimbang dengan konsentrasi gas

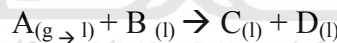
$C_B$  = Konsentrasi bahan asam sulfat didalam larutan

Kesetimbangan pada interface dinyatakan dengan henry law's:

$$P_{Ai} = H_A \cdot C_{Ai}$$

Dimana:

$H_A$  = koefisien Henry, Pa m<sup>3</sup>/mol



1. Zat A tidak dapat langsung bereaksi dengan zat B, Zat A mengubah dahulu kedalam fase cairan agar dapat bereaksi dengan zat B
2. Reaksi terjadi pada kondisi A cair dan B cair sehingga terbentuk produk C

Persamaan umum kecepatan reaksi partikel A:

$$-r_A''' = \frac{k_1 P_A}{1 + K_A P_A + K_B P_B}$$

(Levenspiel, 1972)

Dengan :  $k_{Ag}$  = koefisien Transfer Massa dalam lapisan gas

$\alpha$  = Luas Permukaan per satuan volume

$k_{Ai}$  = Koefisien Transfer Massa dalam cairan

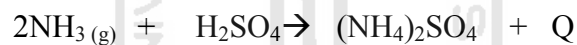
$k_{CBO}$  = Koefisien Transfer Massa dalam padatan

$X_B$  = Konversi mol

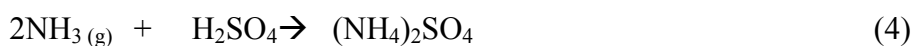
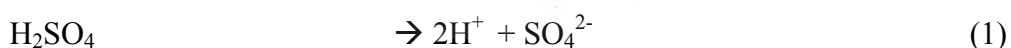
$f_t$  = Fraksi mol cairan

$P_A$  = Tekanan parsial  $NH_3$  di bulk gas, atm

Proses pembentukan ammonium sulfat merupakan reaksi netralisasi yang terjadi antara gas amonia dan asam sulfat cair. Reaksi yang terjadi adalah



Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Mekanisme ini adalah berdasarkan teori Bronsted-Lowry dimana asam merupakan proton donor dan basa merupakan proton akseptor.

Dengan A :  $\text{NH}_3$  , B :  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dan C :  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , maka langkah-langkah reaksi adalah sebagai berikut:

**Persamaan stoikiometri komponen :**

$$F_A = F_{A0} (1 - X_A)$$

$$F_B = F_{B0} - F_{A0} X_A$$

$$F_C = F_{C0} + F_{A0} X_A$$

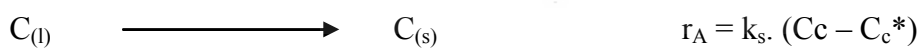
Transfer massa  $\text{NH}_3$  dari gas ke cairan



Reaksi kimia di fase cair



Transfer massa ammonium sulfat dari cairan ke permukaan kristal



## Langkah-langkah Perancangan :

### 1. Menentukan konstanta kecepatan reaksi

Persamaan Archenius :

$$k = A e^{-\frac{E}{RT}}$$

(Levenspiel, 1972)

Keterangan :

$\sigma_{A,B}$  = diameter molekul A ( $H_2SO_4$ ) ; B ( $NH_3$ )

$N$  = bilangan Avogadro =  $6,02214129 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$K$  = konstanta Boltzman =  $2,04666 \text{ kkal/mol}$

$M_{A,B}$  = berat molekul A ; B

$E$  = energi aktivasi

$R$  = konstanta umum gas

- $\sigma_A = 1,18 (V_A)^{1/3} \rightarrow \text{liquid}$  (JM. Smith, 1987)

$$\sigma_A = 1,18 (V_A)^{1/3}$$

- $\sigma_B = 1,18 (V_B)^{1/3} \rightarrow \text{gass}$  (JM. Smith, 1987)

$$\sigma_B = 1,18 \frac{\text{m}^2}{\text{mol} \cdot \text{jam}}$$

- $E = \Delta H_f^\circ \text{ reaksi} - R.T$

$$\Delta H_f^\circ \text{ reaksi} = \Delta H_f^\circ \text{ produk} - \Delta H_f^\circ \text{ reaktan}$$

$$\Delta H_f^\circ (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = -283,23 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{NH}_3 = -11,02 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{SO}_4 = -194,55 \text{ kkal/mol}$$

$$\Delta H_f^\circ \text{ reaksi} = -65,64 \text{ kkal/mol}$$

Sehingga nilai E didapat = -658,766

Kemudian bisa didapat nilai k,

$$k = \frac{1,18 \text{ m}^2}{\text{mol} \cdot \text{jam}} \cdot \frac{1}{-658,766 \text{ kkal/mol}}$$

$$k = 1,4649 \times 10^{19} \text{ m}^3/\text{mol} \cdot \text{jam}$$

## 2. Menentukan kecepatan laju volumetrik umpan masuk ke reaktor

**Tabel A-1.** Umpan masuk reaktor

### Umpan Cair

No.	Komponen	Bmi	Fw	Fm	xi	xi . Bmi
		kg/kmol	kg/jam	kmol/jam		
1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98,076	61256.4177	620,3984	0,9234	90,567457
2	H <sub>2</sub> O	18,015	932.8388	51,4345	0,0766	1,3791999
			<b>62189.2565</b>	<b>671,8329</b>	<b>1,0000</b>	<b>91,9467</b>

### Umpan Gas

No.	Komponen	Bmi	Fw	Fm	yi	yi . Bmi
		kg/kmol	kg/jam	kmol/jam		
1	NH <sub>3</sub>	17,031	21166.0034	1238,9999	0,9953	16,950474
2	H <sub>2</sub> O	18,015	106.3618	5,8861	0,0047	0,0851783
			<b>21272.3652</b>	<b>1244,8860</b>	<b>1,0000</b>	<b>17,0357</b>

Kecepatan laju volumetrik umpan masuk reaktor

$$F_v = \frac{m}{\rho}$$

Dimana: m = kecepatan umpan masuk reaktor, kg/jam

$\rho$  = densitas komponen, kg/L

Menentukan densitas untuk fase cair:

$$\rho = \frac{X_1 \rho_1 + X_2 \rho_2}{X_1 + X_2}$$

Dimana :

$\rho_{H_2SO_4}$  = densitas  $H_2SO_4$ , g/ml

$\rho_{H_2O}$  = densitas  $H_2O$ , g/ml

No.	Komponen	A	B	n	Tc (K)	T (K)	$(\frac{T-T_c}{T_c})^n$	$\rho_l$ (gr/ml)	$X_i$	$X_i \cdot \rho_l$
1	H2SO4	0,4217	0,1936	0,2857	925,00	379	0,8602	1,7314	0,9234	1,5988
2	H2O	0,3471	0,274	0,2857	647,13	379	0,7775	0,9497	0,0766	0,0727
									<b>1,0000</b>	<b>1,6715</b>

(Yaws, C.L, 1999)

Maka Laju Volumetrik umpan masuk fase cair adalah : 36955,6587 L/jam.

Menentukan densitas untuk fase gas, kg/L:

$T_{operasi}$  = 379 K

$P_{operasi}$  = 1 atm

Konstanta Gas (R) = 0,08206  $m^3 \cdot atm / kmol \cdot K$

$$\rho = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

Densitas Gas = 1 atm / 0,08206  $m^3 \cdot atm / kmol \cdot K$  / 379 K

= (0,0321536  $kmol / m^3$ ) x (17,0357  $kg / kmol$ )

= 0,5477571  $kg / m^3$



### 3. Menentukan Diffusivitas Gas

$$D_{AL} = \frac{0,000177 \cdot T^{1,75}}{P \cdot V} \quad (\text{Perry, R.H., 1986})$$

Dimana :

Faktor asosiasi ( $\phi$ ) = 3.467,39

Berat molekul cairan  $\text{NH}_3$  = 0,0258 kmol

Viskositas cairan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\mu\text{L}$ ) =  $2,89 \cdot 10^{-3}$  kg.m/detik

Suhu operasi (T) =  $107^\circ\text{C}$

Volume molekular  $\text{NH}_3$  (VA) =  $0,25379 \text{ m}^3/\text{kmol}$

(Coulson, 1983)

Sehingga, diffusivitas gas ke cairan ( $D_{AL}$ ) =  **$0,058998932 \text{ m}^2/\text{detik}$**

### 4. Menentukan Diameter Gelembung

Menentukan diameter gelembung dengan diameter oriface:

$$D_B = \frac{0,000177 \cdot T^{1,75}}{P \cdot V} \quad (\text{Perry, R.H., 1986})$$

Untuk keadaan gelembung yang stabil berlaku syarat:

$$D_B < 0,078 \frac{g}{g} \quad (\text{Perry, R.H., 1986})$$

Dimana :

$d_o$  = diameter oriface

= 0,2 cm

g = Gravitasi bumi

$$= 980 \text{ cm/det}^2$$

$\rho_L$  = densitas cairan asam sulfat

$$= 1.6715 \text{ g/cm}^3$$

$\rho_G$  = densitas gas  $\text{NH}_3$

$$= 5,477571 \cdot 10^{-4} \text{ g/cm}^3$$

$\sigma$  = tegangan muka

$$= 69.340 \text{ dyne/cm}$$

Sehingga:

$D_B$  = Diameter gelembung trial

$$= 0,370389 \text{ cm}$$

$$D_{B\text{stabil}} = 0,502463 \text{ cm}$$

Cek stabilitas gelembung apabila  $D_B \text{ trial} < D_B \text{ stabil}$

$$\text{Jadi, } D_B = 0,370389 \text{ cm} < 0,502463 \text{ cm}$$

Range diameter oriface  $0,004 < d_o < 0,95 \text{ cm}$  (Perry, R.H., 1986)

## 5. Menentukan Rising Velocity (Terminal Velocity)

Untuk  $D_B > 0,14 \text{ cm}$  dapat dihitung dengan:

$$\frac{2 \cdot \rho_L \cdot g \cdot D_B^3}{9 \cdot \mu} = 486,7590 \text{ cm/s} \quad (\text{Treyball, R.E., 1968})$$

- Reynold Gelembung

$$\text{Re} = \frac{\rho_L \cdot v \cdot D_B}{\mu} = 10.427,5091$$

## 6. Menentukan Koefisien Transfer Massa Fase Cair ( $k_{AL}$ )

Untuk  $D_B < 1 \text{ mm}$  (0,1 cm)

$$k_{AL} = \frac{0.023 \rho_L^{0.67} \mu_L^{-0.33} g^{0.5}}{D_B^{0.67}}$$

Untuk  $D_B > 25 \text{ mm}$  (2,5 cm)

$$k_{AL} = \frac{0.023 \rho_L^{0.67} \mu_L^{-0.33} g^{0.5}}{D_B^{0.67}} \left( \frac{D_B}{25} \right)^{0.4}$$

(Froment, 1979)

Dimana :  $D_B$  = Diameter gelembung, cm

$D_{AL}$  = Difusifitas gas melalui cairan,  $\text{cm}^2/\text{detik}$

$\rho_L$  = Densitas cairan,  $\text{g}/\text{cm}^3$

$\Delta\rho$  = Densitas gas,  $\text{g}/\text{cm}^3$

$\mu_L$  = Viskositas cairan,  $\text{g}/\text{cm}\cdot\text{detik}$

$g$  = Gravitasi bumi =  $980 \text{ cm}/\text{detik}^2$

Sehingga  $K_{AL} = 1,2111 \text{ cm}/\text{detik}$

## 7. Menentukan Bilangan Hatta

$$MH^2 = \frac{0.023 \rho_L^{0.67} \mu_L^{-0.33} g^{0.5}}{D_B^{0.67}}$$

$$MH^2 = \frac{0.023 \rho_L^{0.67} \mu_L^{-0.33} g^{0.5}}{D_B^{0.67}} \left( \frac{D_B}{25} \right)^{0.4}$$

(Perry, 1999)

Dimana :

MH = Bilangan Hatta

k = konstanta kecepatan reaksi =  $1,4649 \times 10^{19} \text{ m}^3/\text{kmol.jam}$

$C_{Bo}$  = Konsentrasi cairan (tabel) =  $1,4398 \cdot 10^{-2} \text{ kmol/L}$

$D_{AL}$  = Difusivitas gas ke cairan =  $0,058998932 \text{ m}^2/\text{detik}$

Sehingga MH = 9210795298 (Difusi gas adalah faktor yang berpengaruh)

Keterangan:

$MH > 2$  : Difusi gas adalah faktor yang berpengaruh

$0,02 < MH < 2$  : Difusi gas dan kecepatan reaksi adalah reaksi yang berpengaruh

$MH < 0,02$  : Reaksi kimia faktor yang berpengaruh

## 8. Kecepatan Linier Gelembung

$$Q = \frac{0,0001 \cdot k \cdot C_{Bo} \cdot D_{AL}^{0,5}}{0,0001} \text{ (Perry, R.H., 1986)}$$

Sehingga, Q (kecepatan volumetrik gas tiap lubang oriface) =  $1,16644936 \text{ cm}^3/\text{s}$

- Volume Gelembung

$$V_o = \frac{Q}{n}$$

Sehingga,  $V_o$  ( Volume satu gelembung) =  $0,19383691 \text{ cm}^3$

- Luas tiap lubang oriface,  $A_o$

$$A_o = \frac{V_o}{t} = 0,0314 \text{ cm}^2$$

- Frekuensi Gelembung

$$f_b = \frac{1}{t} = 0,043864 \text{ gelembung/detik}$$

- Menghitung Jumlah Oriface

$$n = \frac{Q_g}{Q_o} = 55483180 \text{ s}^{-1}$$

- Menghitung Jumlah Lubang Oriface

$$N = \frac{Q_g}{Q_o} = 1.264.878.538 \text{ Lubang}$$

- Kecepatan gas masuk pada tiap lubang,  $U_g$

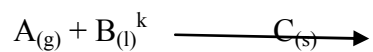
$$U_g = \frac{Q_g}{A} = 37,1481 \text{ cm/detik}$$

- Gas hold up,  $U_g$

$$U_g = \frac{Q_g}{A} = 0,2317$$

## 9. Menentukan Volume dan Ukuran Reaktor

Persamaan kecepatan reaksi:



Persamaan perancangan reaktor:

(A lost by gas) = (B lost by liquid) = (Disapperance of by reaction)

Persamaan perancangan :

(Levenspiel, O,

1972)

$$V = \frac{Q_g}{k C_A^k} = \dots$$

$$C_B = C_{B0} (1 - X_B)$$

Untuk *Plug Flow* digunakan persamaan:

$$C_B = C_{B0} \exp\left(-k \frac{V}{F_{v1}}\right) \quad (\text{Fogler, 1992})$$

Maka:

$F_L = F_{bo}$  = Kecepatan alir molar umpan cair B masuk reaktor, kmol/jam

$$F_L = F_{bo} = C_{bo} \cdot F_{v1} \dots \dots \dots (1)$$

Penentuan laju reaksi sebagai fungsi konsentrasi:

$$C_B = \frac{C_{B0} (1 - X_B)}{1 + K_1 X_B}$$

$$C_B = C_{B0} (1 - X_B) \dots \dots \dots (2)$$

Berdasarkan parameter bilangan Hatta, maka semua reaksi terjadi pada lapisan utama fase cair. Meskipun demikian, lapisan film tetap memberikan hambatan pada transfer zat A ke lapisan utama fase cair. Jadi ketiga hambatan mempengaruhi kecepatan reaksi A,

$$-r_A''' = \frac{k_1 C_A C_B}{1 + K_1 C_B} \dots \dots \dots (3)$$

Persamaan (2) dan (3), maka diperoleh:

$$-r_A''' = \frac{k_1 C_{B0} (1 - X_B)}{1 + K_1 C_{B0} (1 - X_B)} \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

- ✓  $F_L = F_{bo}$  = Kecepatan alir molar umpan cair B masuk reaktor, kmol/jam
- ✓  $F_L = F_{bo} = C_{bo} \cdot F_{v1} = 671,8329$  kmol/jam
- ✓  $C_{B0}$  = konsentrasi B mula-mula umpan masuk = 0,0163 kmol/L
- ✓  $F_{v1}$  = kecepatan laju volumetrik = 41.216,7423 L/jam



dari persamaan (1), (2) dan (6) maka diperoleh:

$$\int_{x_1}^{x_2} \frac{f(x)}{g(x)} dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{u}{v} dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{u}{v} \frac{dx}{dx} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{u}{v} \frac{du}{v'} = \int_{x_1}^{x_2} \frac{u}{v} \frac{du}{v'}$$

Jika digunakan metode Simpson's rule dengan 5 titik (n=5)

$$\int_{x_1}^{x_2} f(x) dx \approx \frac{\Delta x}{3} [f(x_1) + 4f(x_2) + f(x_3) + 4f(x_4) + f(x_5)]$$

$\Delta x = \frac{x_2 - x_1}{n}$ ; dimana  $x_1 = 0$  ;  $x_2 = 0,995$

$\Delta x = \frac{0,995 - 0}{5} = 0,199$

n	i	x	f(x)	Y
1	0	0	0,000206	0,0002
2	1	0,24875	0,000206	0,0008
3	2	0,4975	0,000206	0,0004
4	3	0,74625	0,000206	0,0008
5	4	0,995	0,000206	0,0002
<b>SUM</b>				0,0025
$\int y dx =$				0,0002049

$$V_f = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx = 0,0002049$$

Jadi,  $V_f = 137,678784 \text{ m}^3 = 137678,784\text{L}$



✓ Menentukan waktu tinggal

$$t = \frac{V}{F_{VL}}$$

Dimana:

V = volume reaktor = 137678,784L

F<sub>VL</sub> = Kecepatan laju volumetrik = 41.216,7423 L/jam

Sehingga, t = 3,34 jam

✓ Volume design reaksi =  $\frac{V_{Liquid}}{1 - H_g}$

Dimana: V<sub>Liquid</sub> = 137678,784L

• Gas hold up, H<sub>g</sub> = 0,2317

Sehingga, V<sub>t</sub> = 179.199,2503 L

Dirancang untuk tingkat keasaman design reaktor 20%, maka:

V<sub>design</sub> = 215.039,1004 L

Untuk 0,3 < Z/Dr < 3 (Fromen,1979)

Dipilih Z/Dr = 1,5, sehingga Z=H= 1,5 x Dr

$$V_r = \frac{V_{design}}{0,8} = \frac{215.039,1004}{0,8}$$

$$D^3 = \frac{V_r}{0,7854} \quad D = 5.6735 \text{ m} = 223.3661417 \text{ in}$$

$$Z = H = 1,5 \times D = 8.5103 \text{ m} = 335.051181 \text{ in}$$

Maka volume shell aktual =  $\frac{0,4 \times 5,6735^2 \times 2,2694}{4}$  = 4,0430 m<sup>3</sup>

✓ Mentukan *Sparger Ring*

Ditetapkan diameter *Sparger ring*,  $D_s = 40\% D_r$

$$D_s = 0,4 \times 5,6735 \text{ m} = 2,2694 \text{ m}$$

Luas *Plate Sparger* ( $L_s$ ) :

$$L_s = \frac{0,4 \times 5,6735^2}{4} = 4,0430 \text{ m}^2$$

✓ Penentuan Tekanan Desain

$$V_{\text{fluida}} = \frac{0,4 \times 5,6735^2 \times 2,2694}{4}$$

$$H_L/h = 5.4314 \text{ m} = 17.8195 \text{ ft}$$

$$\text{Densitas campuran total, } \rho_{\text{tot}} = 1.672,0477 \text{ kg/m}^3 = 104,3199 \text{ lb/ft}^3$$

$$P_{\text{total}} = P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}}$$

$$= 14,6959 \text{ psi} + \frac{0,4 \times 5,6735^2 \times 2,2694}{4} \times 1,672,0477 \text{ (Brownell, 1959)}$$

$$= 14.6959 \text{ psi} + 12.1848 \text{ psi} = 26.8807 \text{ psi} = 1.9 \text{ atm}$$

Tekanan desain 5-10% di atas kerja normal/absolut

(Coulson, 1999)

Tekanan desain yang dipilih 20% di atasnya.

$$P_{\text{design}} = 1,2 \times P_{\text{total}} = 2.28 \text{ atm} = 30.71453 \text{ psi}$$

✓ Penentuan Tebal Dinding Shell Reaktor

$$t_s = \frac{0,0001}{0,0001} \times 2,28 \text{ (Brownell and Young, 1959)}$$

Bahan yang dipakai : *Stainless steel* AISI 410

(C=0,15% max, Mn=1%, Cr=12,5%)

Alasan pemilihan material (Timmerhaus, 1991)

Cocok untuk Bubble tower, bahan bersifat basa dan asam, harga yang murah

$t_s$  = tebal shell, in

P = tekanan design = 31.048131 psi

F = *allowable stress* = 16.250 psi (Brownell, 1959:342)

E = efisiensi *single welded butt joint* = 0,80 (Brownell, 1959)

C = *Corrosion allowance* = 0,125 in/10 thn (Timmerhaus, 1991)

$r_i$  = jari-jari *shell* = 111.6832 in

diperoleh  $t_s$  = 0.389 in

✓ Perhitungan diameter shell:

$OD_{\text{standar}} = 228 \text{ in} = 5.7912 \text{ m}$  (Brownell, 1959)

$ID_{\text{shell}} = OD_{\text{shell}} - 2 t_s = 227.466 \text{ in} = 5.7776 \text{ m}$

✓ Perhitungan head

Bentuk tutup yang digunakan adalah *torispherical flanged head*. Bisa digunakan untuk merancang *vessel* dengan tekanan dalam rentang 15 psig (1,020689 atm) – 200 psig (13,60919 atm). Tekanan operasi pada reaktor yaitu 1 atm sehingga dipilih untuk menggunakan bentuk *torispherical flanged head*.

Untuk  $OD = 228 \text{ in}$  dan  $t_s = 0,389 \text{ in}$

*Inside corner radius*,  $icr = 14 \frac{7}{16} \text{ in}$

*Radius of dish*,  $r = 180 \text{ in}$

*Stress intensification factor for torispherical dished head* (W)

$$W = \frac{0.06 \cdot 106.625}{2} \quad (\text{Brownell and Young, 1959})$$

$$r_1 = \text{Knuckle radius} = 0,06 \text{ ID (Tabel 10-65 Perry's, 1999: 10-140)}$$

$$= 0,06 \cdot 106,625 \text{ in} = 6,3975 \text{ in}$$

$$W = \frac{0.06 \cdot 106.625}{2}$$

a. Menghitung tebal head :

$$t_h = \frac{0.06 \cdot 106.625}{2} + C \quad (\text{Brownell and Young, 1959})$$

$$t_h = 0,5674 \text{ in ; diambil tebal shell standar } t_h = (5/8) \text{ in}$$

b. Menghitung tinggi head

Dari tabel 5.8 hal 98, Broenell & Young untuk  $t_s = 9/16$ , sf adalah  $1 \frac{1}{2}$  -  $3 \frac{1}{2}$

Dipilih sf = 3 in

$$a = \text{ID}/2 = 113.733 \text{ in}$$

$$\text{AB} = \text{ID}/2 - \text{icr} = 107.608 \text{ in}$$

$$\text{BC} = r - \text{icr} = 173,875 \text{ in}$$

$$\text{AC} = \sqrt{107.608^2 + 173.875^2} = 136.5761 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi dari dishead, } b = r - \sqrt{107.608^2 + 173.875^2} = 43.4239 \text{ in}$$

$$\text{Tinggi head, } \text{OA} = t + b + \text{sf} = 46.9913 \text{ in} = 1.1936 \text{ m} = 3.9160 \text{ ft}$$

$$\text{Tinggi total tangki} = H + 2 \cdot \text{OA} = 342.8832 \text{ in} = 342.8832 \text{ m}$$

## 10. Design Jacket Pendingin

Menghitung luas permukaan panas yang dibutuhkan

$$A_j = \frac{Q}{U_D \Delta T_{LM}} \quad U_D = 100 \text{ Btu/jam ft}^2 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Beban panas jaket pendingin ( $Q_H$ )

$$Q_H = -(\Delta H_R) - Q_{\text{loss}}$$

$$= -1,0152 \times 10^6 \text{ btu/jam}$$

### Medium Pendingin

Dipilih : air pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm

$$T_{c1} = \text{suhu air masuk} = 30 \text{ °C} = 86 \text{ °F}$$

$$T_{c2} = \text{suhu air keluar} = 50 \text{ °C} = 122 \text{ °F}$$

$$T_{c,\text{avg}} = \frac{1}{2} (T_{c1} + T_{c2}) = 40 \text{ °C} = 104 \text{ °F}$$

Sifat fisis air pada suhu rata-rata:

- Konduktifitas panas,  $k_c = 1,2402 \text{ W/m.K} = 0,7166 \text{ Btu/jam.ft}^2 \text{.(°F/ft)}$
- Berat molekul,  $BM_c = 18,015$
- Densitas,  $\rho_c = 991,0149 \text{ kg/m}^3 = 61,8671 \text{ lb/ft}^3$
- Kapasitas panas cair,  $C_{p_c} = 75242,6341 \text{ J/kmol.K} = 0,9976 \text{ Btu/lb.°F}$
- Viskositas,  $\mu_c = 0,0007 \text{ Pa.dtk} = 1,6397 \text{ lb/ft.jam}$

### Beda Suhu Logaritmik

Diketahui :  $T_r = \text{suhu reaksi} = \text{suhu cairan dalam reaktor} = 107 \text{ °C}$

$$\Delta T_{\text{lm}} = \frac{(107 - 86) - (107 - 122)}{\ln \frac{107 - 86}{107 - 122}} = 66.5 \text{ °C} =$$

Dari tabel VIII, Kern, 1965 : hal 840, dapat diketahui fluida panas ini merupakan light organik, sedangkan fluida dingin, air. Dalam sistem cooler maka nilai U berkisar 75-150 Btu/jam.ft<sup>2</sup> °F

Sehingga luas permukaan panas (A<sub>j</sub>) = (1,0152 x 10<sup>6</sup>) / (100x151.7) = 66,92 ft<sup>2</sup>

Overdesign 20% = 1,2 x A<sub>j</sub> = 80,31 ft<sup>2</sup>

Menghitung luas penampang shell tangki (AT)

$$AT = \pi \times D \times H = 151.6092 \text{ m}^2 = 1631.9078 \text{ ft}^2$$

Karena luas penampang shell tangki lebih besar dibandingkan luas permukaan panas yang dibutuhkan maka penggunaan jaket pendingin sudah tepat.

Menghitung luas permukaan reaktor (AR)

$$\begin{aligned} AR &= AT + \pi/4 \times D^2 \\ &= 175.8773 \text{ m}^3 = 1893.1275 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

Perancangan Ukuran Jaket

$$D_j = D_r + 2 \times L = D + (2 \times t_s) + 2 \times L$$

Dimana : D<sub>j</sub> = diameter jaket pendingin (in)

D<sub>r</sub> = diameter reaktor (in)

$t_s$  = tebal shell (in)

$L$  = jarak antara dinding reaktor dengan jaket dipilih 2.5 in

$$D_j = 229.1441 \text{ in} = 5.8202 \text{ m} = 19.0951 \text{ ft}$$

Sehingga lebar jaket dari dinding reaktor =  $5.8202 - 5.6735 = 0,1467 \text{ m}$

Menghitung flow area ( $A_f$ )

$$A_f = \frac{\pi D_j^2}{4} - \frac{\pi D_r^2}{4}$$
$$= 19.75 \text{ in}^2$$

Menghitung tebal dinding shell jaket pendingin ( $t_j$ )

$$t_j = \frac{P D_j}{2 S E} = 0.1476 \text{ ft} = 1.7712 \text{ in}$$

menghitung tinggi shell jaket pendingin ( $L_j$ )

$$A = \frac{\pi D_j L_j}{4} - \frac{\pi D_r L_j}{4}$$

$$L_j = \frac{A}{\frac{\pi}{4}(D_j - D_r)} = 279.20866 \text{ in}$$

## 11. Perancangan Nozzle Pipa Aliran Cairan dan Gas

Perancangan Ukuran Pipa

Diameter pipa optimal ( $d_{opt}$ )

Untuk bahan dari Stainless Steel, untuk merancang  $d_{opt}$  dapat digunakan persamaan berikut (Coulson dan Richardson. Hal 161)

$$d_{opt} = 226 G^{0.5} \rho^{-0.35}$$

dengan :  $d_{opt}$  = diameter pipa optimum, mm

$G$  = kecepatan massa fluida, kg/detik

$\rho$  = densitas fluida, kg/m<sup>3</sup>

kemudian diameter pipa dipilih sekitar  $d_{opt}$ . Penurunan persamaan di atas didasarkan pada asumsi bahwa aliran fluida didalam pipa adalah aliran turbulen, sehingga perlu dicek syarat aliran turbulen.

$$Re = \frac{Gd}{\mu} < 4000$$

$\mu$  = viskositas fluida, kg/m.dtk

#### Pipa Pemasukan Umpan Cair

Diketahui :  $G = 61772,7856 \text{ kg/jam} = 17,1591 \text{ kg/dtk}$

$\rho = 1.671,5 \text{ kg/m}^3$

$\mu = 0,003694 \text{ kg/m.dtk}$

$d_{opt} = 0,0697 \text{ m} = 69,9705 \text{ mm}$

Dipilih pipa dengan spesifikasi dsebagai berikut :

NPS : 1.25 in

Sch.N : 40

ID : 1.38 in



OD : 1.66 in

Cek Bilangan Reynold

$Re = 84.897 > 4000$  (memenuhi)

### Pipa Pengeluaran Cairan

Diketahui:  $G = 168122,2938 \text{ kg/jam} = 46,701 \text{ kg/s}$

$\rho = 1.671,5 \text{ kg/m}^3$

$\mu = 0,003 \text{ kg/m.dtk}$

Diperoleh:  $d_{opt} = 0,1149 \text{ m} = 114,9 \text{ mm}$

Dipilih pipa dengan spesifikasi dsebagai berikut :

NPS : 2.5 in

Sch.N : 40

ID : 2.469 in

OD : 2.88 in

Cek Bilangan Reynold

$Re = 172.589 > 4000$  (memenuhi)

### Pipa Pemasukan Umpan Gas

Diketahui :  $G = 21207,4445 \text{ kg/jam} = 5,8909 \text{ kg/dtk}$

$$\rho = 0,5478 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 1.31 \times 10^{-5} \text{ kg/m.dtk}$$

Diperoleh:  $d_{\text{opt}} = 0,6671 \text{ m} = 677.1448 \text{ mm} = 5.3287 \text{ in}$

Dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

NPS : 12 in

Sch.N : 40

ID : 12.09 in

OD : 12.75 in

Cek Bilangan Reynold

$$Re = 858.716 > 4000 \text{ (memenuhi)}$$

Pipa Pengeluaran Gas

Diketahui :  $G = 212,0744 \text{ kg/jam} = 0.0589 \text{ kg/dtk}$

$$\rho = 0,5478 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 1.31 \times 10^{-5} \text{ kg/m.dtk}$$

Diperoleh:  $d_{\text{opt}} = 0,06771 \text{ m} = 67.7148 \text{ mm} = 2.665937008 \text{ in}$

Dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

NPS : 2.5 in

Sch.N : 40

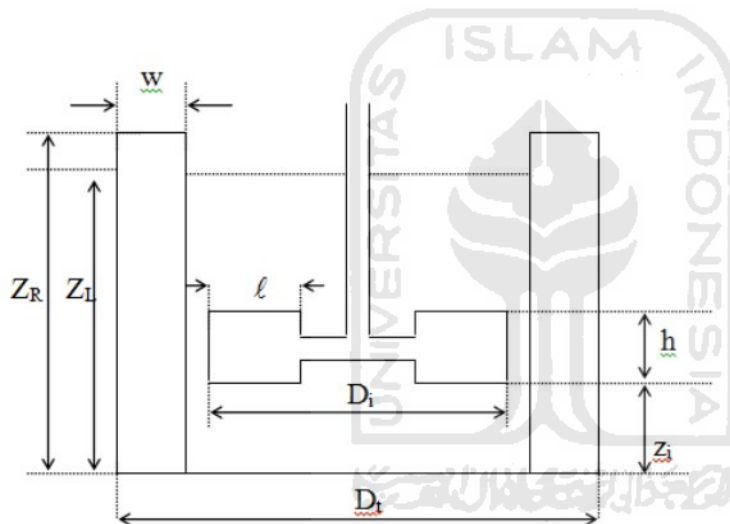
ID : 2.69 in

OD : 2.88 in

Cek Bilangan Reynold

$Re = 84.590 > 4000$  (memenuhi)

## 12. Pengaduk



Dengan :

$D_t$  = diameter dalam reaktor, m

$D_i$  = diameter pengaduk, m

$Z_R$  = tinggi reaktor, m

$Z_L$  = tinggi cairan dalam reaktor, m

$Z_i$  = jarak pengaduk dari dasar reaktor, m

$h$  = tinggi pengaduk, m

L = lebar pengaduk, m

W = lebar baffle, m

Digunakan pengaduk jenis turbindengan 6 sudu (*flat-blade turbine*).

Ketentuan :  $\frac{Dt}{Di} \geq 3$

(Rase, 1977)

Sehinggadidapat :

$$Di = \frac{19}{3} = 1.9304 \text{ m} = 6.3333 \text{ ft}$$

Baffle yang digunakan berjumlah 4 buah :  $\frac{W}{Di} \geq 0,17$  (Brown, 1978)

Diambil :  $h = 0,2 Di = 0,2 (1.9304)$   
 $= 0.3861 \text{ m} = 1.2667 \text{ ft}$

$$L = 0,25 Di = 0,25 (1.9304)$$
$$= 0.4826 \text{ m} = 1.5833 \text{ ft}$$

### **Menghitung Tinggi Cair dalam Shell**

Tinggi cair dalam shell dapat dicari dengan menggunakan persamaan :

$$Z_L' = \frac{4.V_L'}{\pi.ID^2}$$

Sehinggatinggi cair dalam shell :

$$Z_L' = \frac{4(13.7678)}{(3,14)(1.9304)^2} = 4.7175 \text{ m} = 15.4773 \text{ ft}$$

## Menentukan Kecepatan Putaran dan Power Pengaduk

### a. Kecepatan Putaran Pengaduk

Kecepatan putaran pengaduk dicari dengan persamaan (Rase, 1957) :

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

Dengan :

$N$  = kecepatan putaran pengaduk, rpm

$WELH$  = *water equivalent liquid height*, m

=  $Z_L \cdot S_g$

$D_i$  = diameter pengaduk, m

$Z_L$  = tinggi cairan

$S_g$  = *specific gravity*

Dan untuk mencari kecepatan putaran pengaduk, maka perlu diketahui jumlah pengaduk yang digunakan. Untuk menghitung jumlah pengaduk, digunakan persamaan (Rase, 1957) :

$$n = \frac{WELH}{ID}$$

dengan :

$n$  = jumlah pengaduk

$ID$  = diameter dalam reaktor, m

Densitas air (100°C) = 0.999972 kg/l

Densitas campuran umpan reaktor = 1.6715 kg/l

Maka :

$$S_g = \frac{1,6715}{0,999972} = 1.6754$$

$$WELH = (1,6754)(4.7175) = 7.9037 \text{ m}$$

Maka :

$$\text{Jumlah Pengaduk} = \frac{7.9037}{5.6735} = 1,3930$$

Jumlah pengaduk yang digunakan untuk perancangan sebanyak 1 buah.

Kecepatan putaran pengaduk dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (11), sehingga diperoleh :

$$N = \frac{600}{(3.14)(1.9304)} \sqrt{\frac{7.9037}{2(1.9304)}}$$

$$N = 141.6287 \text{ rpm}$$

Untuk perancangan diambil kecepatan putaran pengaduk = 160 rpm.

Dengan kecepatan putaran pengaduk tersebut, dicek bilangan Reynoldnya :

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

Dengan :

$N_{Re}$  = bilangan reynold

$D_i$  = diameter pengaduk, ft

$N$  = kecepatan putaran pengaduk, rps

$\rho$  = densitas campuran keluar reaktor, lb/ft<sup>3</sup>

$\mu$  = viskositas campuran keluar reaktor, lb/ft/s

dengan data-data yang tersedia, diperoleh :

$$N_{Re} = \frac{(1.9304)^2 (160 / 60) (110.44)}{(0,0005)}$$

$$N_{Re} = 2.194925 \cdot 10^6 \text{ (turbulen)}$$

Dari gambar 8.8 (Rase, 1957), untuk *six blade turbine* dengan  $N_{Re} > 10$  :  $N_p = 5,5$

### b. Menghitung Power Pengaduk

Persamaan untuk menghitung *Power* pengaduk :

$$P = \frac{N^3 D_i^5 \rho \cdot N_p}{550 \cdot g_c}$$

Dengan :

$P$  = *power* pengaduk, hp

$N$  = kecepatan putaran pengaduk, rps

$D_i$  = diameter pengaduk, ft

$\rho$  = densitas campuran keluar reaktor, lb/ft<sup>3</sup>

$g_c$  = gaya gravitasi, (ft/s<sup>2</sup>)(lb/lbf)

Maka :

$$P = \frac{\left(\frac{160}{60}\right)^3 (1.9304)^5 (110.44)(5,5)}{550(32,17)} = 17,4509 \text{ hp}$$

Efisiensi motor = 85% (Peter & Timmerhaus, Fig. 13.38)

Sehingga diperoleh *Power* pengaduk :

$$P = \frac{17.4509}{0,85} = 20.5305 \text{ hp}$$

*Power* yang digunakan motor pengaduk = 25hp (standar NEMA).

LAMPIAN B

GAMBAR REAKTOR

