

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT  
DARI KARBON DIOKSIDA, AMONIA, DAN KALSIUM SULFAT  
DENGAN PROSES MERSEBURG KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN**



Disusun Oleh :

Fauziah Mita F

I0508041

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA**

**2012**

*commit to user*

# LEMBAR PENGESAHAN

## TUGAS AKHIR

### PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM SULFAT DARI KARBON DIOKSIDA, AMONIA, DAN KALSIMUM SULFAT DENGAN PROSES MERSEBURG KAPASITAS 200.000 TON/TAHUN

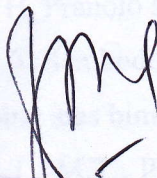
Oleh :

Fauziah Mita F

I 0508041

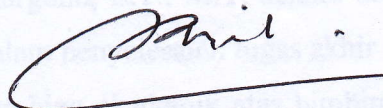
Pembimbing II

Pembimbing I



Dr. Margono, S.T., M.T.

NIP. 19681107 199702 1 001



Bregas S T Sembodo, S.T., M.T.

NIP. 19711206 199903 1 002

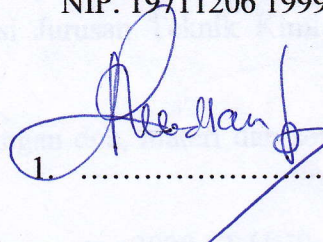
Dipertahankan di depan tim penguji :

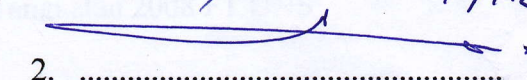
1. Ir. Rusdiansjah, M.Si.

NIP. 19480420 198601 1 001

2. Wusana Agung W, S.T., M.T.

NIP. 19801005 200501 1 001

1.  1/8/12

2.  31/7/12

20/07/12

Disahkan

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Dr. Sunu H. Pranolo

NIP. 19690316 199802 1 001

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, segala puji hanya bagi Allah SWT, karena limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis akhirnya dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat Proses Merseburg Kapasitas 200.000 Ton/Tahun”.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Sunu H. Pranolo selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia atas bimbingannya.
2. Bregas S T Sembodo, S.T., M.T. dan Dr. Margono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya dalam penyelesaian tugas akhir ini
3. Inayati S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing akademik atas bimbingan dan arahnya.
4. Seluruh dosen, laboran, dan administrasi Jurusan Teknik Kimia atas ilmu, arahan, dan bantuannya selama ini.
5. Kedua orang tua dan keluarga atas dukungan doa, materi dan semangat yang senantiasa diberikan tanpa kenal lelah.
6. Teman – teman mahasiswa Teknik Kimia angkatan 2008 FT UNS

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juli 2012

Penulis

*commit to user*

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar.....	iii
Daftar Isi.....	iv
Daftar Tabel.....	viii
Daftar Gambar .....	x
Intisari .....	xi
<b>BAB I    PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik.....	1
1.2. Kapasitas Rancangan .....	3
1.3. Lokasi Pabrik.....	5
1.4. Tinjauan Pustaka.....	8
1.4.1. Macam-Macam Proses .....	8
1.4.2. Kegunan Produk.....	11
1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia .....	12
1.4.3.1 Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku.....	12
1.4.3.2 Sifat Fisis dan Kimia Produk.....	18
1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum .....	19
<b>BAB II    DESKRIPSI PROSES .....</b>	<b>21</b>
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk Utama.....	21
2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku.....	21

*commit to user*

2.1.2.	Spesifikasi Produk.....	22
2.2.	Konsep Proses .....	23
2.2.1.	Dasar Reaksi .....	23
2.2.2.	Mekanisme Reaksi .....	23
2.2.3.	Kondisi Operasi.....	24
2.2.4.	Tinjauan Termodinamika.....	24
2.2.5.	Tinjauan Kinetika .....	25
2.3.	Diagram Alir Proses .....	26
2.3.1.	Diagram Alir Kualitatif .....	27
2.3.2.	Diagram Alir Kuantitatif .....	28
2.3.3.	<i>Process Flow Diagram</i> .....	29
2.3.3.1.	Langkah Proses .....	30
2.4.	Neraca Massa .....	34
2.4.1.	Neraca Massa Total.....	34
2.4.2.	Neraca Massa Alat .....	34
2.4.3.	Neraca Panas Total.....	37
2.4.4.	Neraca Panas Alat .....	37
2.5.	<i>Lay Out</i> Pabrik dan Peralatan Proses.....	40
2.5.1	<i>Lay Out</i> Pabrik.....	40
2.5.2	<i>Lay Out</i> Peralatan Proses.....	44
BAB III	SPESIFIKASI PERALATAN PROSES .....	46
BAB IV	UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM.....	68
4.1.	Unit Pendukung Proses.....	68

*commit to user*

4.1.1	Unit Pengadaan Air dan Pendingin Kristaliser .....	68
4.1.2	Unit Pengadaan <i>Steam</i> .....	76
4.1.3	Unit Pengadaan Udara Tekan .....	77
4.1.4	Unit Pengadaan Listrik .....	78
4.1.5	Unit Pengadaan Bahan Bakar .....	81
4.2.	Laboratorium .....	82
4.2.1	Laboratorium Fisik .....	84
4.2.2	Laboratorium Analitik .....	84
4.2.3	Laboratorium Penelitian dan Pengembangan .....	85
4.3.	Unit Pengolahan Limbah .....	86
4.3.	Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	86
BAB V	MANAJEMEN PERUSAHAAN .....	88
5.1	Bentuk Perusahaan .....	88
5.2	Struktur Organisasi .....	89
5.3	Tugas dan Wewenang .....	92
5.3.1	Pemegang Saham .....	92
5.3.2	Dewan Komisaris .....	92
5.3.3	Dewan Direksi .....	93
5.3.4	Staf Ahli .....	94
5.3.5	Penelitian dan Pengembangan (Litbang) .....	95
5.3.6	Kepala Bagian .....	95
5.4	Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	99
5.4.1	Karyawan <i>non shift</i> .....	99

*commit to user*

5.4.2	Karyawan <i>Shift</i> .....	99
5.5	Status Karyawan dan Sistem Upah.....	101
5.6	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji.....	101
5.7	Kesejahteraan Sosial Tenaga Kerja .....	105
5.8	Manajemen Perusahaan.....	106
5.8.1	Perencanaan Produksi .....	107
5.8.2	Pengendalian Produksi .....	108
BAB VI	ANALISA EKONOMI.....	110
6.1	Penaksiran Harga Peralatan.....	115
6.2	Dasar Perhitungan.....	117
6.3	Penentuan ( <i>Total Capital Investment</i> ).....	117
6.4	Hasil Perhitungan.....	118
	Daftar Pustaka .....	xii
	Lampiran .....	

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Kebutuhan ZA di Indonesia .....	1
Tabel 1.2.	Pabrik amonium sulfat di dunia .....	3
Tabel 2.1.	Neraca Massa Total .....	34
Tabel 2.2.	Neraca Massa di absorber .....	34
Tabel 2.3.	Neraca Massa di Reaktor 01 .....	35
Tabel 2.4.	Neraca Massa di Reaktor 02 .....	35
Tabel 2.5.	Neraca Massa di Filter .....	35
Tabel 2.6.	Neraca Massa di <i>Evaporator</i> .....	36
Tabel 2.7.	Neraca Massa di <i>Crystallizer</i> .....	36
Tabel 2.8.	Neraca Massa di <i>Centrifuge</i> .....	36
Tabel 2.9.	Neraca Massa di <i>Rotary Dryer</i> .....	36
Tabel 2.10.	Neraca Massa di <i>Screen</i> .....	37
Tabel 2.11.	Neraca Panas Total .....	37
Tabel 2.12.	Neraca Panas di Absorber .....	37
Tabel 2.13.	Neraca Panas di Reaktor 01 .....	38
Tabel 2.14.	Neraca Panas di Reaktor 02 .....	38
Tabel 2.15.	Neraca Panas di Filter .....	38
Tabel 2.16.	Neraca Panas di <i>Evaporator</i> .....	38
Tabel 2.17.	Neraca Panas di <i>Crystallizer</i> .....	39
Tabel 2.18.	Neraca Panas di <i>Centrifuge</i> .....	39
Tabel 2.19.	Neraca Panas di <i>Rotary Dryer</i> .....	39

*commit to user*



Tabel 4.1.	Kebutuhan air proses .....	70
Tabel 4.2.	Kebutuhan air pendingin .....	70
Tabel 4.3.	Kebutuhan air umpan boiler .....	73
Tabel 4.4.	Kebutuhan air konsumsi umum dan sanitasi .....	73
Tabel 4.5.	Kebutuhan air sungai .....	76
Tabel 4.6.	Kebutuhan listrik untuk keperluan proses dan utilitas .....	79
Tabel 4.7.	Jumlah lumen berdasarkan luas bangunan .....	80
Tabel 4.8.	Total kebutuhan listrik pabrik .....	80
Tabel 5.1.	Jadwal Pembagian Kelompok <i>Shift</i> .....	100
Tabel 5.2.	Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji .....	102
Tabel 6.1.	Indeks Harga Alat .....	115
Tabel 6.2.	<i>Fixed Capital Investment</i> .....	118
Tabel 6.3.	<i>Working Capital Investment</i> .....	119
Tabel 6.4.	<i>Direct Manufacturing Cost</i> .....	120
Tabel 6.5.	<i>Indirect Manufacturing Cost</i> .....	120
Tabel 6.6.	<i>Fixed Manufacturing Cost</i> .....	121
Tabel 6.7.	<i>General Expense</i> .....	121
Tabel 6.8.	Analisa Kelayakan .....	122

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1. Data impor amonium sulfat.....	3
Gambar 1.2. Peta lokasi pabrik amonium sulfat.....	7
Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif.....	27
Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif.....	28
Gambar 2.3. <i>Process Flow Diagram</i> .....	29
Gambar 2.3. <i>Lay Out</i> Pabrik amonium sulfat.....	43
Gambar 2.4. <i>Lay Out</i> Peralatan Proses.....	45
Gambar 4.1. Skema Pengolahan Air Sungai.....	75
Gambar 5.1. Struktur Organisasi Pabrik Amonium Sulfat.....	91
Gambar 6.1. <i>Chemical engineering cost index</i> .....	116
Gambar 6.2. Grafik Analisa Kelayakan.....	123

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan negara agraris sehingga sektor pertanian memegang peranan penting dalam perekonomian negara. Berkembangnya sektor pertanian menyebabkan makin meningkatnya kebutuhan pupuk dan sampai saat ini kebutuhan pupuk dalam negeri sebagian masih dipenuhi dengan cara impor. Di sisi lain, negara Indonesia mempunyai sumber daya alam yang melimpah berupa bahan – bahan yang dapat diolah menjadi pupuk. Salah satu pupuk impor adalah pupuk Amonium Sulfat yang biasa disebut ZA (*Zwavelzure Ammoniak*).

ZA merupakan salah satu jenis pupuk buatan yang mempunyai 2 jenis unsur hara sekaligus yaitu Nitrogen dan Sulfur. Dua unsur tersebut sangat dibutuhkan dalam tingkat perkembangan suatu tanaman baik tanaman perkebunan ataupun pertanian. Berdasarkan data yang diperoleh dari Biro Pusat Statistik, kebutuhan impor ZA Indonesia adalah seperti disajikan pada tabel 1.1 :

Tabel 1.1 Kebutuhan ZA di Indonesia

Tahun	Kebutuhan impor (ton)
2006	279.413,4920
2007	242.223,4660
2008	438.633,3040
2009	338.394,5700
2010	268.451,4590
2011	475.525,5560

Sumber : BPS ([www.bps.go.id](http://www.bps.go.id), 23 Februari 2012)

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Oleh karena itu, untuk mengatasi peningkatan kebutuhan pupuk ZA dan mengurangi ketergantungan terhadap negara lain maka perlu didirikan pabrik baru di Indonesia.

Hal ini juga mengingat bahwa perkembangan jenis industri pengguna produk ZA semakin beragam, antara lain sebagai nutrisi untuk bakteri dan *yeast* dalam industri fermentasi.

Berdasarkan keterangan tersebut maka, pendirian pabrik Amonium Sulfat di Indonesia dipandang sangat strategis dengan alasan sebagai berikut :

- a. Pendirian pabrik ZA dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, sekaligus mengurangi impor.
- b. Menghemat devisa negara dengan mengurangi impor dan menambah devisa dengan melakukan ekspor.
- c. Mendukung berkembangnya pabrik lain yang menggunakan ZA sebagai bahan baku.
- d. Membuka lapangan kerja baru, sehingga mampu menurunkan tingkat pengangguran.

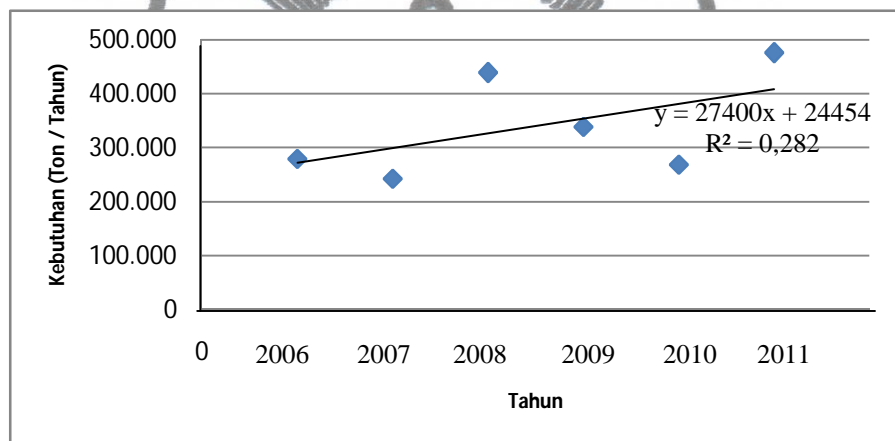
*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## 1.2 Kapasitas Rancangan

### 1.2.1. Perkiraan Kebutuhan Amonium Sulfat di Indonesia

Berdasarkan data dari BPS (Biro Pusat Statistik) seperti ditunjukkan pada tabel 1.1, maka dapat diperkirakan kebutuhan Amonium Sulfat pada tahun 2017. Perkiraan dihitung dengan cara melakukan linierisasi data impor tersebut. Hasil linierisasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Data impor Amonium Sulfat

Berdasarkan Gambar 1.1, persamaan hasil linierisasi adalah  $y = 27400x + 24454$ , sehingga diperkirakan jumlah kebutuhan Amonium Sulfat pada tahun 2017 yang belum mampu dipenuhi oleh produksi dalam negeri sebesar 353.254 ton/tahun.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 1.2.2. Kapasitas pabrik yang sudah berdiri

Pabrik Amonium Sulfat yang masih beroperasi di beberapa negara dapat dilihat pada tabel 1.2 :

Tabel 1.2. Pabrik Amonium Sulfat di Dunia (www.alibaba.com)

No	Perusahaan	Kapasitas
1.	BASF ( IG Farben Industrie A/G ) Leuna , Germany	600.000 Ton/Tahun
2.	Zichuan Antou Alum Factory, Shandong, China	8.000 Ton/Bulan
3.	Hunan Suncheng Enterprises Corp, Hunan, China	3.000 Ton/Bulan
4.	Weifang Hongyuan Imp & Exp.Co., Ltd, Shandong, China	1.000.000 Ton/Tahun
5.	Laiwu Songfeng Fertilizer Co., Ltd, Shandong, China	15.000 Ton/Bulan
6.	Hunan Yueyang Sanxiang Chemical Co., Ltd, Hunan, China	100.000 Ton/Tahun
7.	Hebei Shengweilong Commercial & Trade Co., Ltd, Hebei, China	5.000 Ton/Bulan
8.	Anqing Yuancheng Trading Co., Ltd, China	10.000 Ton/Bulan
9.	Cameroon Chemical Complex Inc, Malaysia	15.240 Ton/Bulan
10.	Zouping Runzi Chemical Industry Co., Ltd, Shandong, China	600 Ton/Bulan
11.	Shijiazhaung Yingyi Agricultural Material Co., Ltd, China	5000 Ton/Bulan
12.	PT Petrokimia Gresik, Indonesia	650.000 ton/tahun

### 1.2.3. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku pembuatan Amonium Sulfat Proses Merseburg adalah gipsum, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Gipsum yang digunakan didapat dari PT Petrokimia Gresik. Amonia yang digunakan berupa amonia cair yang diperoleh dari PT Pupuk Kujang yang menghasilkan produk sebesar 658.843 ton/tahun pada tahun 2011. Gas CO<sub>2</sub> didapat dari PT Resources Jaya Teknik Management Indonesia (*commit to user*) Krakatau Karbonindo dengan kapasitas produk 142.560 ton/tahun.

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

#### **1.2.4. Rancangan kapasitas**

Berdasarkan prediksi kebutuhan Amonium Sulfat dalam negeri yang belum dapat terpenuhi pada tahun 2017 yaitu sebesar 353.254 ton/tahun dan mempertimbangkan kapasitas pabrik yang telah beroperasi, maka kami merencanakan kapasitas pabrik sebesar 200.000 ton/tahun.

#### **1.3. Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu langkah penting dalam perancangan suatu pabrik. Hal ini karena lokasi suatu pabrik sangat mempengaruhi kedudukan pabrik dalam persaingan maupun penentuan kelangsungan berdirinya. Pemilihan lokasi yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain penyediaan bahan baku, pemasaran produk, fasilitas transportasi, penyediaan bahan bakar dan energy, penyediaan air, dan penyediaan tenaga kerja.

Lokasi pendirian pabrik amonium sulfat ini direncanakan di Cikampek, Jawa Barat dengan pertimbangan sebagai berikut :

##### **a. Penyediaan Bahan Baku**

Bahan baku merupakan kebutuhan utama bagi kelangsungan suatu pabrik sehingga pengadaan bahan baku sangat diprioritaskan. Lokasi pabrik di Cikampek ini sangat tepat mengingat sumber bahan baku karbon dioksida diperoleh dari PT. Resources Jaya Teknik Management Indonesia (RMI) Krakatau Karbonindo dan amonia dipenuhi dari PT. Pupuk Kujang. Gypsum yang digunakan diperoleh dari PT Petrokimia Gresik. Dengan lokasi pabrik yang dekat bahan baku ini, selain

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

dapat mengurangi biaya transportasi juga sekaligus mengurangi investasi yang relatif besar.

b. Pemasaran Produk

ZA merupakan pupuk anorganik yang banyak digunakan dalam sektor pertanian maupun perkebunan. Dengan didirikannya pabrik di daerah Cikampek maka diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pupuk di daerah sekitar Jawa Barat pada khususnya dan daerah-daerah di Indonesia pada umumnya dimana masih banyak daerah perkebunan dan pertanian.

c. Fasilitas Transportasi

Dekatnya Cikampek dengan Jalan Tol Jakarta-Cikampek, diharapkan pemasokan bahan baku dan pemasaran hasil produksi tidak mengalami kesulitan.

d. Penyediaan Bahan Bakar dan Energi

Daerah Cikampek merupakan daerah kawasan industri sehingga penyediaan bahan bakar dan energi dapat dipenuhi. Sedangkan tenaga listrik dapat disediakan PLN dan oleh pabrik sendiri untuk keadaan darurat.

e. Penyediaan Air

Air dibutuhkan dalam jumlah besar dalam industri. Air digunakan dalam proses untuk pendingin, pembangkit *steam*, hidrasi dan sanitasi. Penyediaan air dipenuhi dengan pendirian unit pengolah air dimana airnya mengambil dari Sungai Citarum.

f. Penyediaan Tenaga kerja

Tenaga kerja yang digunakan dalam industri mengambil dari daerah sekitar yang meliputi tenaga kerja tingkat bawah, menengah dan atas. Dengan

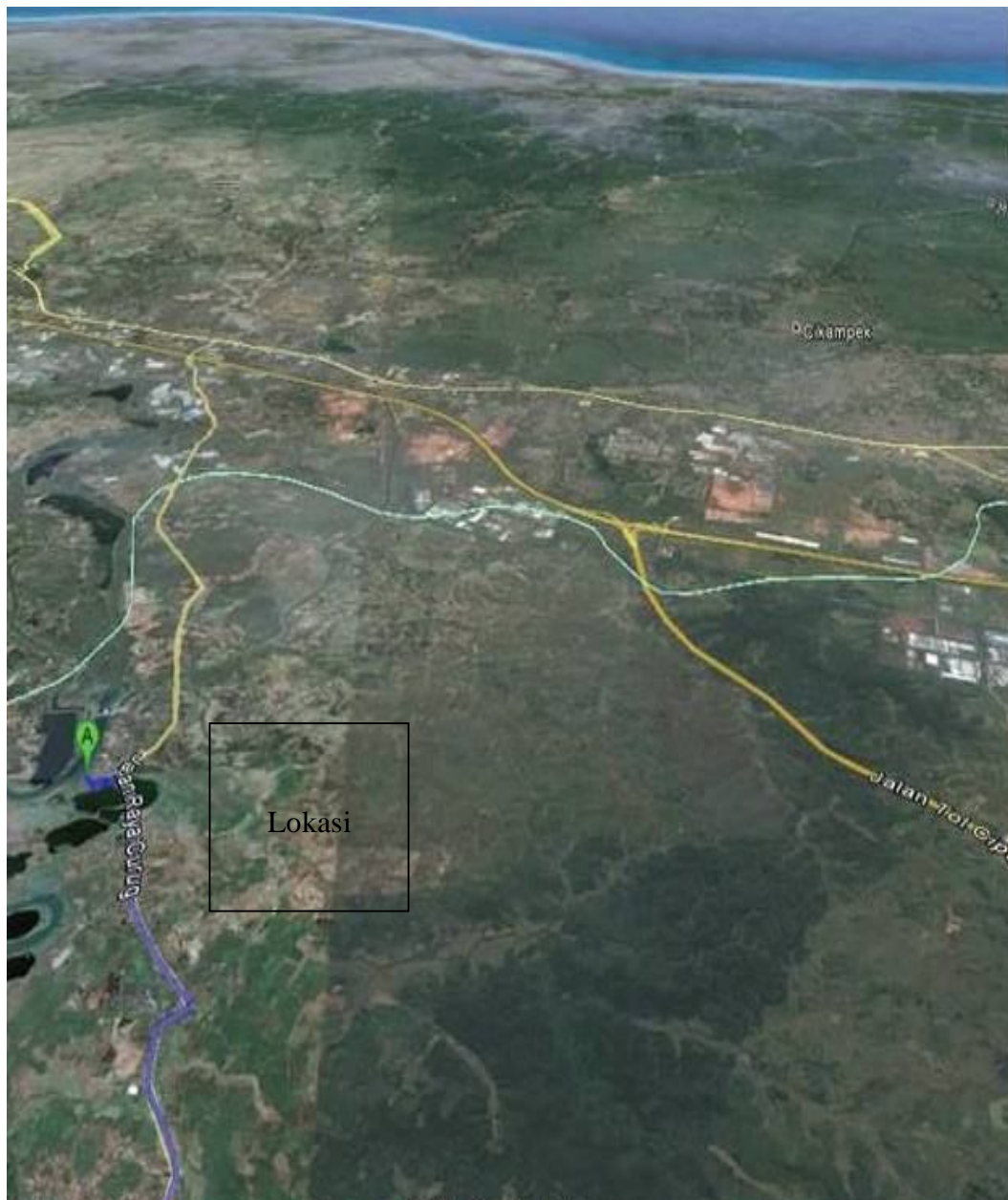


*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

didirikannya pabrik ini maka akan mengurangi tingkat pengangguran baik dari penduduk sekitar ataupun penduduk urban.

Rincian peta lokasi pabrik amonium sulfat yang direncanakan ditunjukkan pada Gambar 1.2.



Gambar 1.2. Peta lokasi pabrik amonium sulfat di Cikampek, Jawa Barat

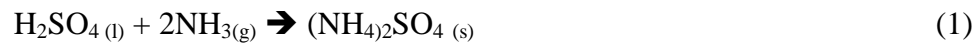
*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

#### 1.4. Tinjauan Pustaka

##### 1.4.1. Macam – macam proses

###### a. Proses Netralisasi



Reaksi tersebut terjadi menurut mekanisme reaksi berikut :



Reaksi pembentukan amonium sulfat dari asam sulfat dan amonia merupakan reaksi gas – cair yang dioperasikan pada suhu 105-110°C, tekanan atmosfer, level larutan 3,6-4,5 meter, dan perbandingan mol reaktan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan NH<sub>3</sub> sebesar 1:2. Kandungan nitrogen dalam amonium sulfat minimal sebesar 20,8% berat, asam sulfat bebas maksimal 0,1% berat, dan H<sub>2</sub>O maksimal 0,1% berat.

Pembentukan kristal amonium sulfat di dalam reaktor melalui beberapa tahapan berikut :

###### 1. Pembentukan larutan Amonium Sulfat Jenuh

Mula-mula *mother liquor* / kondensat yang diinginkan dimasukkan ke dalam reaktor sampai mencapai *level* yang diinginkan, kemudian asam sulfat dan uap amonia dimasukkan secara kontinyu ke dalam reaktor dalam bentuk gelembung melalui *sparger* sehingga terjadi reaksi dan membentuk amonium

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

sulfat. Gas amonia dan asam sulfat cair dimasukkan secara terus-menerus sehingga tercapai kondisi larutan jenuhnya.

2. Pembentukan larutan lewat jenuh

Setelah tercapai kondisi jenuh larutan amonium sulfat, gas amonia dan asam sulfat terus dimasukkan sehingga akan diperoleh kondisi lewat jenuh (supersaturasi) dari larutan amonium sulfat, dan akhirnya membentuk kristal amonium sulfat. (Sumarni, 2009, Laporan kerja Praktek Pabrik Amonium Sulfat (ZA III), PT Petrokimia Gresik, Jawa Timur)

b. Proses Karbonasi Batubara

Amonium sulfat dapat diproduksi dari batubara dengan 3 cara yaitu *direct*, *indirect* dan *semi direct method*.

b.1. *Direct Method*

Semua gas yang terbentuk pertama kali didinginkan untuk menghilangkan sejumlah tar sebelum melewati *saturator bubble* atau *type spray*, dimana reaksi dengan asam sulfat terjadi. Kristal amonium sulfat yang terbentuk turun kemudian dipisahkan dan dicuci dalam *centrifuge* lalu dikeringkan. Kristal kering dikirim lewat conveyor untuk disimpan.

b.2. *Indirect Method*

Pada proses ini, gas panas didinginkan dengan resirkulasi cairan pencuci dan *air scrubbing*. Campuran cairan kemudian dipanaskan dengan *steam* dalam kolom stripper tipe *bubble* untuk melepaskan amonia bebas dalam senyawa garam seperti amonium karbonat dan amonium sulfat. Sebagian cairan dalam kolom stripper

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

kemudian ditambahkan dengan larutan kapur untuk menguraikan komponen garam seperti amonium klorida. Gas keluar yang masih banyak mengandung amonia dimasukkan ke dalam saturator yang sudah mengandung asam sulfat sehingga terbentuk amonium sulfat.

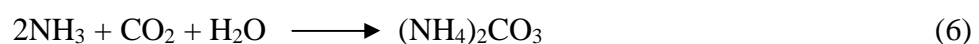
### b.3. *Semi – Direct Method*

Dalam proses ini gas mula – mula didinginkan dan dicuci untuk menghilangkan sejumlah tar dan untuk memproduksi larutan amonia. Kemudian amonia cair dipanaskan sampai suhu 70<sup>0</sup>C dan diabsorbsi dengan asam sulfat encer (5 – 6%), menghasilkan larutan amonium sulfat jenuh dengan suhu 60 – 70<sup>0</sup>C.

*Spray absorber* atau saturator yang digunakan dalam operasi ini bervariasi dan modifikasi dari sistem ini telah dirancang oleh para insinyur seperti Koopers, Otto, Wilpitte, Simon Carves Woodal-Duckham dan lainnya. *Spray tipe scrubber-saturator* yang dikembangkan oleh perusahaan Otto telah dipakai secara luas sebagai unit pemisah kristaliser untuk memberikan kontrol yang lebih baik dalam pembentukan kristal.

### c. Reaksi antara Amonium Karbonat dengan Gypsum (Proses Merseburg)

Proses ini masih digunakan di berbagai negara dimana asam sulfat sangat mahal dan suplai gipsum tersedia dalam jumlah besar seperti Inggris, Prancis, Jerman dan Indonesia. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Larutan amonium karbonat jenuh dibuat dengan cara melarutkan karbon dioksida dalam larutan amonium hidroksida. Karbon dioksida tersedia sebagai hasil samping pembakaran hidrokarbon. Konversi pada akhir reaksi kira-kira 95 % sesudah 6-9 jam, jika gipsium bereaksi sempurna dan suhu reaksi dijaga pada 60 °C. Keluaran reaktor difilter untuk memisahkan kalsium karbonat dan kalsium sulfat yang tidak bereaksi dari larutan amonium sulfat. (Faith & Keyes, 1957)

#### 1.4.2. Kegunaan Produk

Amonium sulfat dapat digunakan dalam bidang sebagai berikut :

a. Pertanian

Amonium sulfat merupakan pupuk yang sangat cocok digunakan pada lahan pertanian dimana kandungan sulfur dalam tanah tersebut kurang. Dibandingkan dengan urea, Amonium Sulfat lebih baik karena mengandung 2 jenis unsur yaitu Nitrogen dan Sulfur.

b. Biokimia

Senyawa amonium sulfat dapat digunakan sebagai nutrisi penambah kadar nitrogen dalam proses fermentasi. Unsur nitrogen sangat diperlukan bagi mikroorganisme disamping unsur – unsur yang lain.

c. Bidang lain

Amonium sulfat dapat juga digunakan sebagai pengolahan air, bahan tahan api dan penyamakan.

*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

---

### 1.4.3. Sifat Fisik dan Kimia

#### 1.4.3.1. Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku

##### a. Ammonia ( $NH_3$ )

Sifat Fisik:

Berat Molekul	:	17,03
Titik leleh	:	- 77,7 <sup>0</sup> C
Titik didih	:	- 33,35 <sup>0</sup> C
Temperatur kritis	:	133 <sup>0</sup> C
Tekanan kritis	:	11,425 kPa
<i>Specific heat</i>		
Pada 0 <sup>0</sup> C	:	2097,2 J/(kg.K)
Pada 100 <sup>0</sup> C	:	2226,2 J/(kg.K)
Pada 200 <sup>0</sup> C	:	2105,6 J/(kg.K)
$\Delta H^0$ pembentukan (25 <sup>0</sup> C)	:	-46,222 KJ/mol

Kelarutan dalam air (%berat)

Pada 0 <sup>0</sup> C	:	42,8
Pada 20 <sup>0</sup> C	:	33,1
Pada 40 <sup>0</sup> C	:	23,4
Pada 60 <sup>0</sup> C	:	14,1

*Specific gravity*

Pada -40 <sup>0</sup> C	:	0,690
Pada 0 <sup>0</sup> C	:	0,639
Pada 40 <sup>0</sup> C	:	0,580

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Massa jenis (15°C) : 0,618 gram/liter

(Kirk and Othmer, 1978)

Sifat Kimia

- Pada temperature tinggi terdekomposisi menjadi hidrogen dan nitrogen

- Bereaksi dengan Potassium Permanganat :



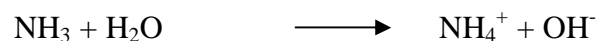
- Bereaksi dengan *chlorine*



- Mengalami reaksi oksidasi pada pembuatan asam nitrat dengan sangat cepat pada suhu 650°C (katalis : platinum-rhodium)



- Bereaksi dengan air dan bersifat reversible



(Kirk and Othmer, 1978)

b. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)

Sifat fisis :

Berat Molekul : 44,01

Titik leleh : -56,6<sup>0</sup>C (5,2 atm)

Titik didih : tersublimasi pada - 78,5<sup>0</sup>C

Temperatur kritis *commit to user* : 304,2 K

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

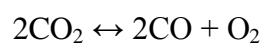
Tekanan kritis	: 7.390 kPa
Volume kritis	: 0,095 m <sup>3</sup> /kmol
$\Delta H^0$ pembentukan (25 <sup>0</sup> C)	: -393,51 Kj/mol
$\Delta G^0$ pembentukan (25 <sup>0</sup> C)	: -394,37 Kj/mol

*Specific gravity*

Liquid	: 1,101 (-87 <sup>0</sup> C)
	: 1,53 (dengan acuan udara)
Solid	: 1,56 (pada -79 <sup>0</sup> C)
Kelarutan dalam 100 bagian air	
Pada 100 bagian air dingin (0 <sup>0</sup> C)	: 179,7
Pada 100 bagian air panas (20 <sup>0</sup> C)	: 90,1
	(Perry,1984)
Massa jenis (pada 273 K)	: 928 gram/liter

Sifat kimia :

- Membentuk Asam Karbonat jika bereaksi dengan air (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)
- Membentuk garam dan ester jika bereaksi dengan asam lemah
- Membentuk CO jika dipanaskan di atas suhu 1700<sup>0</sup>C



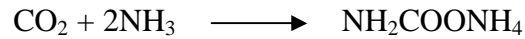
- Mengalami reaksi reduksi jika bereaksi dengan hidrogen



- Karbon dioksida bereaksi dengan ammonia akan membentuk ammonium karbamat pada tahap pertama pembuatan urea



Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun



(Kirk and Othmer, 1978)

c. Air ( $H_2O$ )

Sifat fisis :

Berat Molekul	: 18,01
Titik didih	: $100^{\circ}C$ (1 atm)
Titik Leleh	: $0^{\circ}C$ (1 atm)
Temperatur kritis	: $647,1^{\circ}K$
Tekanan kritis	: 217,6 atm
Volume kritis	: 56 cc/gmol
$\Delta H^{\circ}$ pembentukan ( $25^{\circ}C$ )	
liquid	: -68,317 kjoule/mol
gas	: -57,798 kjoule/mol
pH	: 5,4 – 7,5

*Specific gravity*

Liquid	: 1,004 tiap 100 bagian
( ice)	: 0,195 tiap 100 bagian
Kelarutan	: larut pada etil eter
	Larut pada 95 % etanol
Massa jenis	: 1 gr/cc

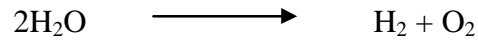
(Perry, 1984)

Sifat kimia: *commit to user*

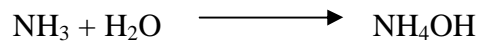
*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

- Air dapat terhidrolisa menghasilkan H<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> dengan reaksi



- Dapat bereaksi dengan ammonia membentuk ammonium hidroksida



d. Gypsum (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O)

Sifat Fisis:

Berat Molekul : 172,17

Titik leleh : - 1 H<sub>2</sub>O, 128 (kehilangan 1 mol air  
tiap berat pada 128<sup>0</sup>C) tekanan 1 atm

Titik didih : - 2 H<sub>2</sub>O, 163 (kehilangan 2 mol air  
tiap berat pada 163<sup>0</sup>C) tekanan 1 atm

*Specific gravity* : 2,32

$\Delta H^0$  pembentukan (25<sup>0</sup>C) : -338,73 kcal/mol

$\Delta G^0$  pembentukan (25<sup>0</sup>C) : -311,9 kcal/mol

Kelarutan

Pada 100 bagian air dingin (0<sup>0</sup>C) : 0,223

Pada 100 bagian air panas (50<sup>0</sup>C) : 0,257

Larut pada asam, gliserol, gliserin, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan garam – garam  
NH<sub>4</sub>

(Perry, 1984)

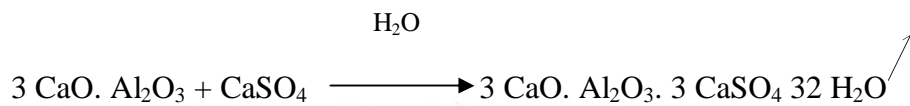
*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Sifat kimia:

- Reaksi hidrasi kalsium aluminate dengan gipsum akan menghasilkan kalsium sulfat aluminate hidrat dengan reaksi :



- Gipsum apabila dipanaskan akan melepaskan senyawa H<sub>2</sub>O



e. Amonium Karbonat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>)

Sifat fisis :

Berat molekul : 96,09 g/mol

Titik leleh : 43 °C

( Kirk and Orthmer, 1978 )

Kelarutan :

Pada 100 bagian air dingin ( 15°C ) : 100

Pada 100 bagian air panas (49°C) : 50

Tidak larut dalam CS<sub>2</sub>, etanol 95%, dan NH<sub>3</sub>

( Perry, 1984 )

Sifat kimia :

- Pada suhu tinggi dapat terdekomposisi menjadi amonia, karbon dioksida dan air dengan reaksi :



*commit to user*

( Kirk and Orthmer, 1978 )

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

### 1.4.3.2. Sifat Fisis dan Kimia Produk

#### a. Amonium Sulfat ( $(NH_4)_2SO_4$ )

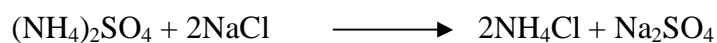
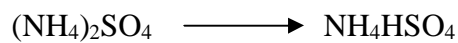
Sifat fisis :

Berat molekul	: 132,14
Massa jenis	: 1,769 g/cm <sup>3</sup> (20°C)
Titik leleh	: terdekomposisi pada suhu 235–280 °C
Kelarutan dalam air	: 70,6 g/100 mL (0°C) 74,4 g/mL (20°C) 103,8 g/mL (100°C)
<i>Critical relative</i>	: 79,2% (30°C)

(www.wikipedia.org)

Sifat kimia :

- Pada suhu 280 °C dapat terdekomposisi menjadi amonium bisulfat dengan reaksi :



(Kirk and Othmer, 1978)

#### b. Kalsium Karbonat ( $CaCO_3$ )

Sifat fisik :

Berat molekul : 100,0869 g/mol

Bau : tidak berbau

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Massa jenis	: 2,83 g/cm <sup>3</sup>
Titik leleh	: 825 °C
Kelarutan dalam air	: 0,15 g/100 mL (25°C)
<i>Flash point</i>	: 825 °C

(www.wikipedia.org)

#### Sifat Kimia

- Jika bereaksi dengan asam kuat akan melepaskan CO<sub>2</sub>



- Jika dipanaskan pada suhu di atas 840°C akan melepaskan CO<sub>2</sub> untuk membentuk CaO, reaksi ini disebut *quicklime* dengan  $\Delta H_r = 178$  kJ/mol



(www.wikipedia.org)

#### 1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Pertimbangan pemilihan proses Merseburg yaitu bahan baku mudah diperoleh dari pasokan dalam negeri dan efisien, karena kondisi operasi yang digunakan adalah tekanan atmosferik dan suhu rendah sehingga dapat mengurangi biaya produksi dalam penyediaan energi proses.

Pada proses pembuatan amonium sulfat dari gipsum terdiri dari beberapa langkah proses. Langkah yang pertama adalah proses karbonasi. Pada proses ini terjadi proses pembentukan amonium karbonat dari amonia, karbondioksida dan

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

air . Reaksi terjadi pada suhu 15°C dengan tekanan 6,5 atm. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis dan irreversibel. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Pada langkah kedua adalah proses reaksi. Dalam proses ini, terjadi reaksi antara amonium karbonat pekat dengan gipsum. Reaksi bersifat eksotermis dan irreversibel. Reaksi terjadi di dalam 2 reaktor RATB yang disusun seri dengan suhu 60° C dan tekanan 1 atm. Konversi pada akhir reaksi adalah 98%. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Larutan amonium sulfat keluar reaktor difiltrasi untuk memisahkan padatan dari cairan. Kemudian cairan dialirkan menuju *evaporator* dan *crystallizer*, yang didesain untuk mengontrol pembentukan kristal, larutan dibuat lewat jenuh selama proses kristalisasi.

Hasil dari kristaliser dialirkan menuju *centrifuge*. Kristal amonium sulfat dari *centrifuge* dikeringkan di *rotary dryer*. Lalu dibawa ke tangki penyimpanan.

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

---

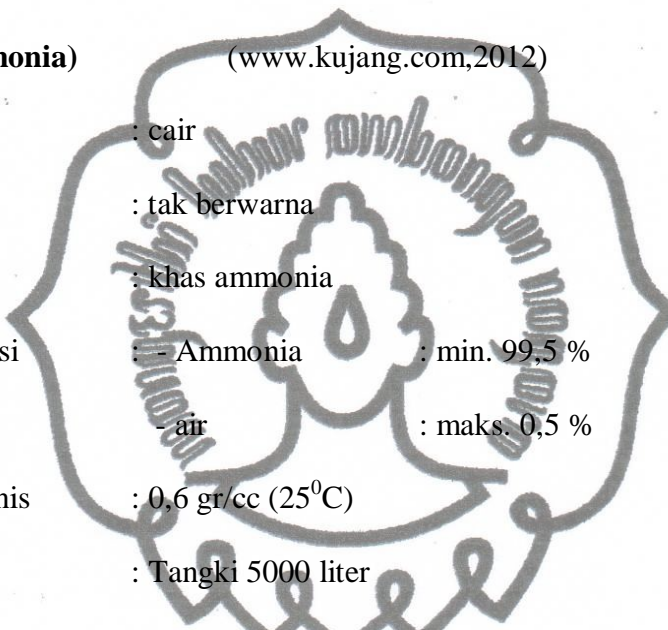
## BAB II

### DESKRIPSI PROSES

#### 2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk Utama

##### 2.1.1. Spesifikasi Bahan Baku

###### a. $NH_3$ (Amonia) (www.kujang.com,2012)



Wujud	: cair
Warna	: tak berwarna
Bau	: khas ammonia
Komposisi	: - Ammonia : min. 99,5 % - air : maks. 0,5 %
Massa jenis	: 0,6 gr/cc (25 <sup>0</sup> C)
Kemasan	: Tangki 5000 liter

###### b. Karbondioksida ( $CO_2$ ) (www.RMI.com,2012)

Wujud	: gas
Warna	: tak berwarna
Bau	: tak berbau
Komposisi	: Karbondioksida : 100%

###### c. Gypsum ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) (www.petrokimiagresik.com, 2012)

Wujud	: powder
Warna	: putih kecoklatan
Komposisi	: - $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ : 91,5% - $H_2O$ : 8%

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 0,5%

Kemasan : sak

#### **d. Air Bersih (H<sub>2</sub>O)**

Diperoleh dari : Sungai

Wujud : cair

Warna : tak berwarna

Bau : tak berbau

Rasa : tak berasa

pH : 5,4 – 7,5

#### **2.1.2. Spesifikasi Produk**

**Amonium Sulfat ( (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ) (SNI 02-1760-2005)**

Wujud : kristal

Warna : putih

Bau : tak berbau

Komposisi : - Nitrogen : min. 20,8%

- belerang : min. 23,8%

- H<sub>2</sub>O : maks. 1%

pH : 5,0

Massa jenis : 1,769 gr/cc (*solid*, 20<sup>0</sup>C)

Kemasan : Sak

*commit to user*



*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## 2.2. Konsep Proses

Proses pembuatan amonium sulfat dari gipsum dan amonium karbonat dilakukan dalam 2 reaktor CSTR dengan konversi reaksi pertama adalah 92,1% dan konversi reaksi kedua adalah 98 %.

### 2.2.1 Dasar Reaksi

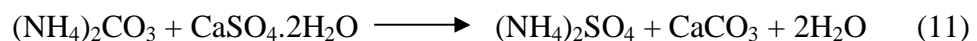
Salah satu metode dalam memproduksi amonium sulfat adalah dengan mereaksikan amonium karbonat dengan gipsum dengan reaksi sebagai berikut :



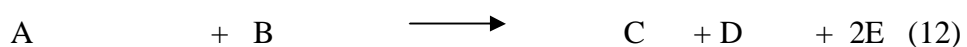
Reaksi ini dijalankan pada fase cair – padat dan merupakan reaksi yang tidak dapat balik. Konversi yang dapat dicapai sebesar 98% pada akhir reaksi. Campuran reaksi disaring untuk memisahkan kalsium karbonat dan kalsium sulfat yang tidak bereaksi dari larutan amonium sulfat. Sluri kemudian dipekatkan ke dalam *evaporator* yang selanjutnya dialirkan ke *crystallizer* untuk pembentukan kristal. Kristal kemudian dimasukkan ke dalam *centrifuge* untuk menghasilkan *mother liquor* sebagai umpan *crystallizer*. Dari *centrifuge* kristal dikeringkan ke dalam *rotary dryer*. Setelah itu kristal didinginkan dan dilakukan proses *packing*.

### 2.2.2. Mekanisme Reaksi

Reaksi pembentukan amonium sulfat adalah sebagai berikut :



Dengan A adalah amonium karbonat, B kalsium sulfat, C amonium sulfat, D kalsium karbonat, dan E air, maka persamaan di atas menjadi :



*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Reaksi tersebut merupakan reaksi elementer, maka persamaan kecepatan reaksi berkurangannya A adalah :  $-r_a = kC_A C_B$ .

### 2.2.3. Kondisi Operasi

Pembuatan amonium sulfat dari amonium karbonat dan gipsum dilakukan dalam 2 reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu 60°C dan tekanan 1 atm. Reaksi berlangsung secara eksotermis ( $\Delta H = - 2,780$  kcal/gmol), untuk menjaga temperatur di dalam reaktor maka perlu dipasang pendingin.

### 2.2.4. Tinjauan Termodinamika

Persamaan Van Hoff menjelaskan hubungan antara konstanta kesetimbangan (K) dengan persamaan reaksi yang dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \quad (1)$$

Nilai  $\Delta H$  pada suhu 25°C = - 2,780 kcal/gmol = -2.780 cal/gmol

Energi bebas Gibbs adalah

$$\Delta G = - RT \ln K \quad (2)$$

$$\Delta G = - 122,1998 \text{ kcal/gmol} = -122.199,8 \text{ cal/gmol}$$

$$R = 1,987 \text{ cal/gmol}^0\text{K}$$

Nilai K pada suhu standar (298 K) adalah :

$$\ln K = \frac{122.199,8}{1,987 \times 298}$$

$$K_{298} = 4,24 \cdot 10^{89}$$

Sehingga didapatkan nilai K pada suhu reaksi adalah :

*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

$$\ln \frac{K}{K_1} = - \frac{\Delta H}{R} \left[ \frac{1}{T} - \frac{1}{T_1} \right] \quad (3)$$

Dari perhitungan di atas didapat harga  $K = 4,2386 \cdot 10^{89}$ . Karena harga K sangat besar maka reaksi berjalan ke kanan dan dianggap satu arah (*irreversible*).

### 2.2.5. Tinjauan Kinetika

Reaksi antara  $(NH_4)_2CO_3$  dengan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dituliskan dengan persamaan sebagai berikut :



Dengan A amonium karbonat, B kalsium sulfat, C amonium sulfat, D kalsium karbonat, dan E air, maka secara kinetika persamaan reaksi di atas dapat dituliskan sebagai berikut :



Nilai k bisa dihitung dari persamaan :

$$\frac{V}{F_v} = \frac{C_{a0} \cdot X}{(-r_A)} \quad (4)$$

$$\frac{V}{F_v} = \frac{C_{a0} \cdot X}{(k \cdot C_a \cdot C_b)} \quad (5)$$

$$k = \frac{C_{a0} X}{\tau \cdot C_{a0} (1-X)(C_{b0} - C_{a0} X)} \quad (6)$$

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

dengan,

k : konstanta kecepatan reaksi

x : konversi

$\tau$  : waktu tinggal

C<sub>ao</sub> : konsentrasi zat A mula-mula

C<sub>bo</sub> : konsentrasi zat B mula-mula

Menurut Chou dkk (1998) diperoleh data :

x = 0,98

$\tau$  = 3 jam

Karena C<sub>ao</sub> : 1,0794 mol/L dan C<sub>bo</sub>: 1,0794 mol/L, maka :

$$k = \frac{1,0794 \cdot 0,98}{3 \cdot 1,0794 (1 - 0,98)(1,0794 - 1,0794 \cdot 0,98)}$$

$$k = 756,56 \frac{L}{jam \cdot mol}$$

$$k = 0,2102 \frac{L}{mol \cdot s}$$

## 2.3. Diagram Alir Proses

### 2.3.1. Diagram Alir Kualitatif

Diagram alir kualitatif ditunjukkan pada gambar 2.1

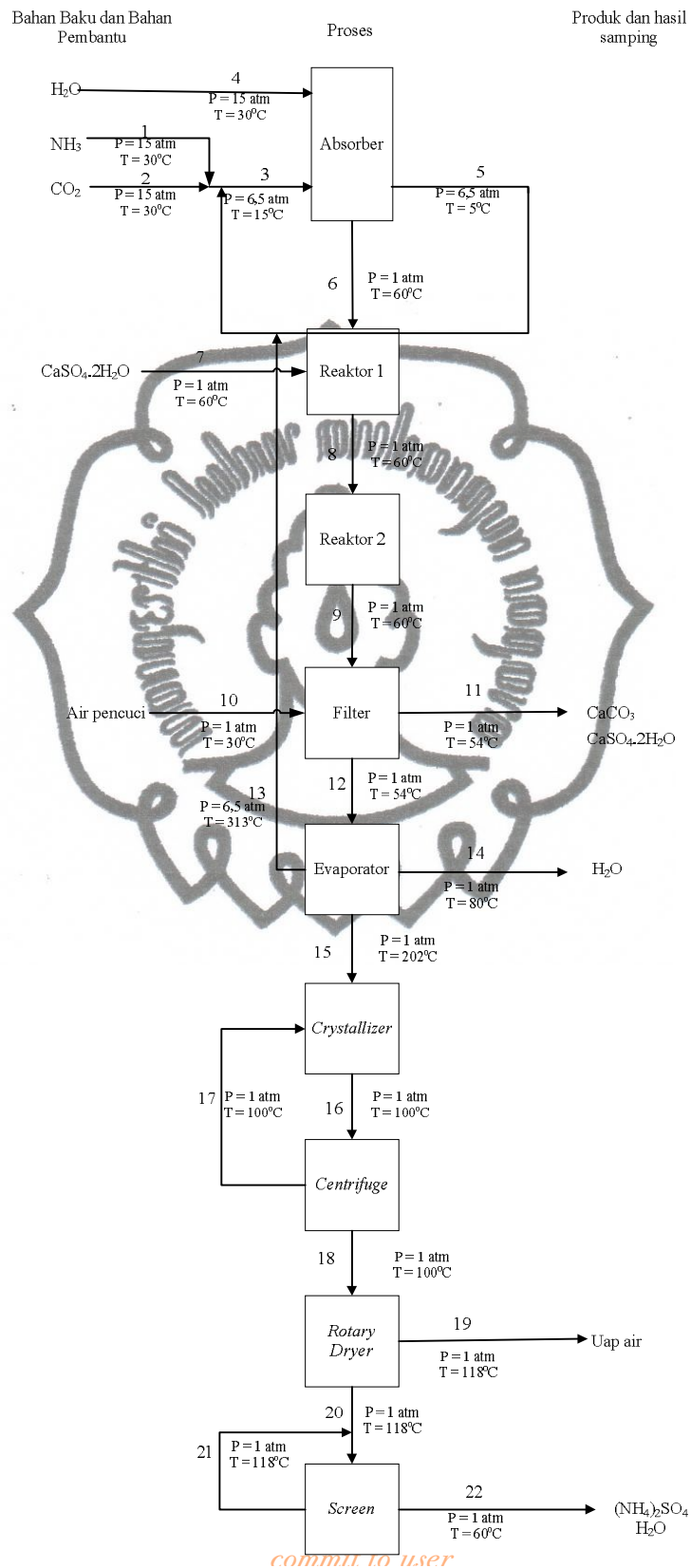
### 2.3.2. Diagram Alir Kuantitatif

Diagram alir kuantitatif ditunjukkan pada gambar 2.2

### 2.3.3. Process Flow Diagram

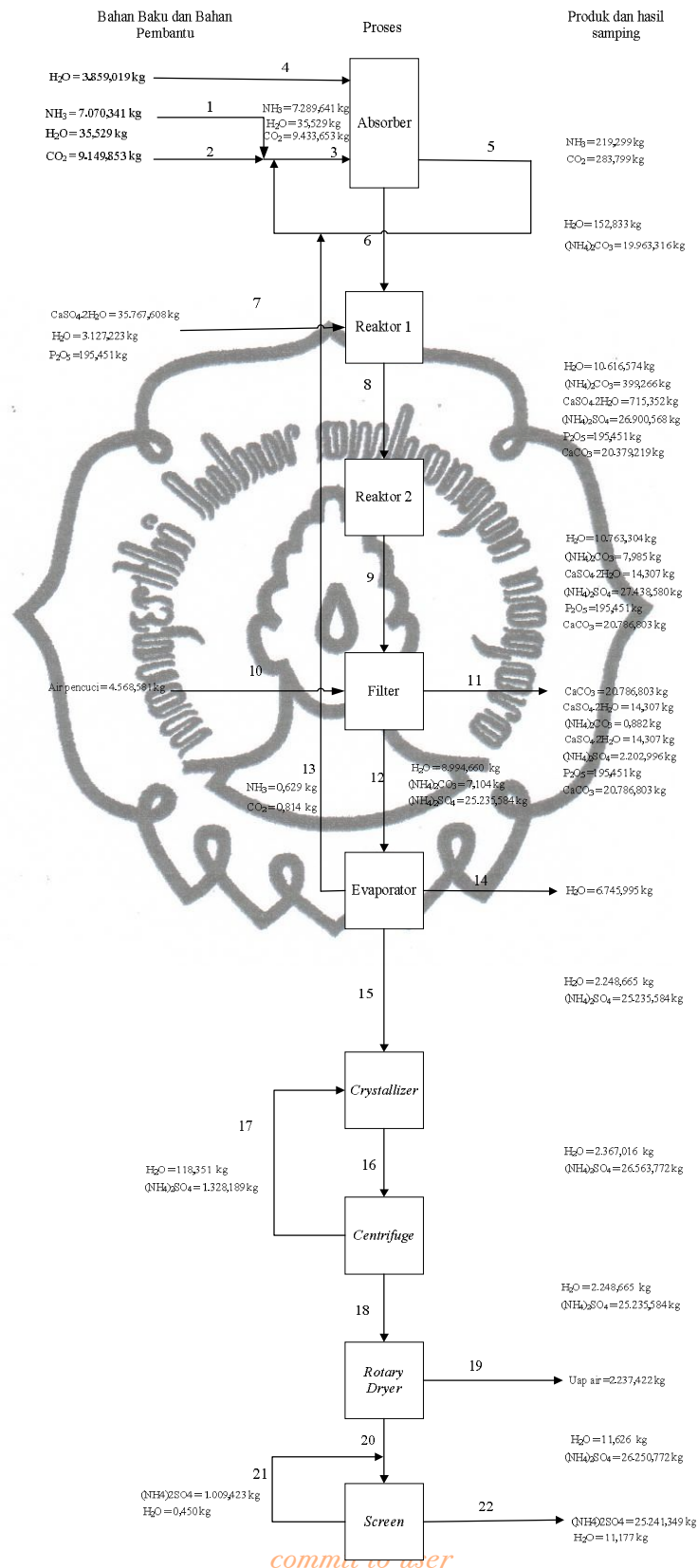
Process flow diagram ditunjukkan pada gambar 2.3

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*



Gambar 2.1. Diagram Alir Kualitatif

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun



Gambar 2.2. Diagram Alir Kuantitatif

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---



*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 2.3.3.1. Langkah Proses

Pada perancangan ini yang digunakan adalah proses gipsum (*Merseburg Process*).

Kondisi operasi adalah  $60^{\circ}C$  dan tekanan 1 atm. Proses pengolahan sampai produk akhir, melewati beberapa tahap utama yaitu :

- a. Tahap penyiapan bahan baku
- b. Tahap karbonasi
- c. Tahap reaksi
- d. Tahap filtrasi
- e. Tahap evaporasi dan kristalisasi
- f. Tahap pemisahan *mother liquor* dengan kristal
- g. Tahap *drying*
- h. tahap pendinginan
- i. Tahap pengepakan



#### a. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam proses ini adalah amonia, karbondioksida dan gipsum. Amonia berasal dari PT. Pupuk Kujang dan disimpan dalam tangki berbentuk bola pada kondisi cair jenuh dengan tekanan 15 atm dan suhu  $30^{\circ}C$ . Dipilih bentuk ini karena cocok untuk menyimpan bahan dengan tekanan tinggi.

Bahan baku karbondioksida berasal dari PT RMI dialirkan langsung melalui pipa pada kondisi gas dengan tekanan 15 atm dan suhu  $30^{\circ}C$ . Sedangkan gipsum diambil dari PT. Petrokimia Gresik setelah tiba dari pelabuhan kemudian masuk ke gudang penyimpanan.

*commit to user*

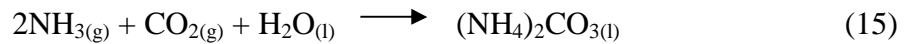


*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### **b. Tahap karbonasi**

Dalam tahap ini terjadi reaksi :



Reaksi di atas merupakan reaksi gas-cair yang terjadi dalam absorber yang berisi *packing*. Reaksi berlangsung pada suhu 15<sup>0</sup>C dan tekanan 6,5 atm.

CO<sub>2</sub> sebelum masuk ke absorber dialirkan melalui pipa pada tekanan 15 atm dan suhu 30<sup>0</sup>C. Untuk menurunkan tekanan, CO<sub>2</sub> dilewatkan ke *expansion valve* sehingga tekanannya menjadi 6,5 atm dan suhu 5<sup>0</sup>C.

NH<sub>3</sub> sebelum masuk ke absorber dikondisikan terlebih dahulu. Dari PT. Pupuk Kujang disimpan dalam tangki penyimpanan yang berada pada fase cair jenuh pada tekanan 15 atm dan suhu 30<sup>0</sup>C. Dari tangki penyimpanan selanjutnya dialirkan ke *expansion valve* untuk menurunkan tekanannya menjadi 6,5 atm. Gas keluar *expansion valve* pada suhu 17<sup>0</sup>C dan selanjutnya CO<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> diumpun ke absorber. H<sub>2</sub>O yang digunakan dalam reaksi berasal dari utilitas.

Gas – gas sisa yang tidak bereaksi dalam absorber, dikembalikan lagi sebagai umpan absorber.

### **c. Tahap reaksi**

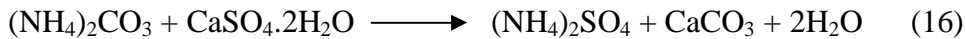
Reaksi dijalankan dalam 2 reaktor CSTR dengan kondisi operasi tekanan 1 atm dan suhu 60<sup>0</sup>C. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pekat dari absorber dipompakan menuju reaktor dan dicampurkan dengan gipsum yang diangkut dari gudang dengan belt conveyor dan bucket elevator.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Reaksi :



Reaksi dimulai pada reaktor I dimana konversi yang dihasilkan sebesar 92,1%. Temperatur dijaga sebesar 60<sup>0</sup>C dengan mengalirkan air pendingin melalui koil. Sluri hasil reaksi dari reaktor I dipompakan menuju reaktor II. Di sini gipsum dan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> yang belum bereaksi di reaktor I dilanjutkan di reaktor II. Konversi yang dihasilkan sebesar 98%.

#### **d. Tahap filtrasi**

Pada tahap ini terjadi penyaringan *slurry* yang terbentuk pada seksi reaksi dengan menggunakan “*rotary drum vacuum filter*”. Air pencuci yang digunakan sebesar 25 % dari volume *slurry* dan masuk pada suhu 30<sup>0</sup>C. *Slurry* yang terbentuk di reaktor II dipompakan menuju *filter*. Hasil filtrasi berupa filtrat yang terdiri dari larutan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sisa (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, dan air. Sedangkan cake berupa CaCO<sub>3</sub> dan sisa gipsum. Suhu keluar filtrasi sebesar 54<sup>0</sup>C.

#### **e. Tahap evaporasi dan kristalisasi**

Pada tahap evaporasi terjadi pemekatan larutan amonium sulfat. *Evaporator* bekerja pada kondisi atmosferis dan suhu 202<sup>0</sup>C. Sebagai tenaga pemanas digunakan *saturated steam*. Air dan amonium karbonat yang menguap ditangkap oleh *condenser* dan dikembalikan ke absorber. Larutan pekat turun ke bawah pada suhu 202<sup>0</sup>C dan dipompakan masuk ke *crystallizer*. Kristalizer ini merupakan jenis dari “*Swenson-walker Crystallizer*” yang dilengkapi dengan jaket

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

pendingin. Kristaliser bekerja pada tekanan 1 atm dan suhu 100<sup>0</sup>C. Keluaran *crsytallizzer* yang berupa kristal amonium sulfat, *mother liquor*, dan air diumpankan menuju *centrifuge* menggunakan pompa.

#### **f. Tahap pemisahan *mother liquor* dengan kristal**

Pada tahap pemisahan ini menggunakan *centrifuge* untuk memisahkan kristal amonium sulfat dan air dengan *mother liquor*. Jenis *centrifuge* yang digunakan adalah jenis basket. Pemisahan terjadi pada suhu 100<sup>0</sup>C dan tekanan 1 atm. *Mother liquor* akan diumpankan kembali ke *crystallizer* untuk dikristalkan lagi, dan kristal amonium sulfat serta air sisa diumpankan menuju *rotary dryer*.

#### **g. Tahap Pengeringan**

Kristal basah dari *centrifuge* yang bersuhu 100<sup>0</sup>C dengan kandungan air 5% diangkut oleh *screw conveyor* untuk dimasukkan ke *dryer*. *Dryer* yang digunakan adalah jenis *rotary dryer*. Sebagai tenaga pemanas adalah udara panas dan kering yang berasal dari unit utilitas yang masuk pada suhu 200<sup>0</sup>C. Kristal kering dengan kadar air 0,02 % yang keluar dari *rotary dryer* kemudian dialirkan ke *screen* untuk mendapatkan ukuran kristal sesuai yang diinginkan. Produk selanjutnya siap dikirim ke bagian penyimpanan dan pengepakan.

*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

## 2.4. NERACA MASSA

### 2.4.1. NERACA MASSA TOTAL

Tabel 2.1. Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)				
	Arus 1	Arus 2	Arus 4	Arus 7	Arus 10
$\text{H}_2\text{O}$	35,53		3.859,02	3.127,22	4.568,58
$\text{CO}_2$		9.149,85			
$\text{NH}_3$	7.070,34				
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$				35.767,61	
$\text{P}_2\text{O}_5$				195,45	
Total			63.773,61		

Komponen	Output (kg/jam)			
	Arus 11	Arus 14	Arus 19	Arus 22
$\text{H}_2\text{O}$	6.337,23	6.746,00	2.237,42	11,18
$\text{CaCO}_3$	20.786,80			
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2.203,00			25.241,35
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	14,31			
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	0,88			
$\text{P}_2\text{O}_5$	195,45			
Total			63.773,61	

### 2.4.2. NERACA MASSA ALAT

#### a. Neraca Massa absorber

Tabel 2.2. Neraca Massa di absorber

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 3	Arus 4	Arus 5	Arus 6
$\text{H}_2\text{O}$	2.075,94	2.077,96		204,35
$\text{CO}_2$	9.996,45		341,98	
$\text{NH}_3$	7.724,53		264,26	
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$				21.064,28
Total	19.796,91		606,24	21.268,63
	21.874,88		21.874,88	

*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

### b. Neraca Massa Reaktor 01 (R-01)

Tabel 2.3. Neraca Massa di Reaktor 01 (R-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
$\text{H}_2\text{O}$	3.504,04		11.245,16
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	21.064,28		421,29
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			28.384,12
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		37.740,17	754,80
$\text{CaCO}_3$			21.503,12
$\text{P}_2\text{O}_5$		206,23	206,23
Total	24.568,32	37.946,40	62.514,72
	62.514,72		62.514,72

### c. Neraca Massa Reaktor 02 (R-02)

Tabel 2.4. Neraca Massa di Reaktor 02 (R-02)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 8	Arus 9
$\text{H}_2\text{O}$	11.245,16	11.399,98
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	421,29	8,43
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	28.384,12	28.951,80
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	754,80	15,10
$\text{CaCO}_3$	21.503,12	21.933,18
$\text{P}_2\text{O}_5$	206,23	206,23
Total	62.514,72	62.514,72

### d. Neraca Massa Filter

Tabel 2.5. Neraca Massa di Filter

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11	Arus 12
$\text{H}_2\text{O}$	11.399,98	986,99	6.063,71	6.168,45
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	8,43		42,59	378,69
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	28.951,80		2.087,12	26.297,00
$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	15,10		754,80	
$\text{CaCO}_3$	21.933,18		21.503,12	
$\text{P}_2\text{O}_5$	206,23		206,23	
Total	62.514,72	986,99	30.657,57	32.844,14
	63.501,71		63.501,71	

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

### e. Neraca Massa *Evaporator*

Tabel 2.6. Neraca Massa di *Evaporator*

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 12		Arus 13	Arus 15
H <sub>2</sub> O	6.168,45		4.626,34	1.542,11
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	378,69		378,69	
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26.297,00			26.297,00
Total	32.844,14		5.005,03	27.839,12
	32.844,14		32.844,14	

### f. Neraca Massa *Crystallizer*

Tabel 2.7. Neraca Massa di *Crystallizer*

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 15	Arus 17	Arus 16
H <sub>2</sub> O	1.542,11	81,16	1.623,28
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26.297,00	1.384,05	27.681,06
Total	27.839,12	1.465,22	29.304,33
	29.304,33		29.304,33

### g. Neraca Massa *Centrifuge*

Tabel 2.8. Neraca Massa di *Centrifuge*

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 16		Arus 17	Arus 18
H <sub>2</sub> O	1.623,28		81,16	1.542,11
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	27.681,06		1.384,05	26.297,00
Total	29.304,33		1.465,22	27.839,12
	29.304,33		29.304,33	

### h. Neraca Massa *Rotary Dryer*

Tabel 2.9. Neraca Massa di *Rotary Dryer*

Komponen	Input (kg/jam)		Output(kg/jam)	
	Arus 18		Arus 19	Arus 20
H <sub>2</sub> O	1.542,11		1.534,40	7,71
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	26.297,00			26.297,00
Total	27.839,12		1.534,40	26.304,71
	27.839,12		27.839,12	

*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

### i. Neraca Massa screen

Tabel 2.10. Neraca Massa di Screen

Komponen	Input (kg/jam)			Output(kg/jam)		
	Arus 20			Arus 21		Arus 22
$\text{H}_2\text{O}$	7,71			0,31		7,40
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	26.297,00			1.051,88		25.245,12
Total	26.304,71			1.052,19		25.252,53
	26.304,71			26.304,71		

### 2.4.3. NERACA PANAS TOTAL

Tabel 2.11. Neraca Panas Total

Input		Output	
Arus	kJ	Arus	kJ
$Q_1$	-151.689,68	$Q_{11}$	1.182.159,64
$Q_2$	-80.931,57	$Q_{14}$	3.674.612,79
$Q_4$	163.122,91	$Q_{19}$	438.386,97
$Q_7$	465.233,82	$Q_{20}$	3.874.445,39
$Q_{10}$	1.368.696,40	Pendingin $\text{HE-01}$	1.324.822,45
$Q_{\text{pelarutan}}$	4.468.226,81	Pendingin $\text{HE-02}$	13.153.388,31
$Q_{\text{reaksi R-01}}$	2.370.412,88	Pendingin $\text{RE-01}$	1.867.555,66
$Q_{\text{reaksi R-02}}$	47.408,26	Pendingin $\text{RE-02}$	37.351,11
$Q_{\text{steam evaporator}}$	12.573.314,74	Pendingin $\text{crystallizer}$	7.461.204,21
$\text{HE rotary dryer}$	11.666.608,85	Udara panas $\text{rotary dryer}$	9714144,901
Udara panas $\text{rotary dryer}$	12.896.530,91	$Q_{\text{loss}}$	3.058.862,91
Total	45.786.934,35	Total	45.786.934,35

### 2.4.4. NERACA PANAS ALAT

#### a. Neraca Panas Absorber

Tabel 2.12. Neraca Panas di Absorber

Arus Panas	$Q_{\text{input}}$ (kJ)	$Q_{\text{output}}$ (kJ)
$Q_3$	-232.621,24	
$Q_{\text{pelarutan}}$	4.468.226,81	
$Q_4$	163.122,91	
$Q_{\text{laten}}$		1.586.476,27
$Q_5$		-14.468,65
$Q_6$		2.826.720,86
Total	4.398.728,48	4.398.728,48

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

### b. Neraca Panas Reaktor 01 (R-01)

Tabel 2.13. Neraca Panas di Reaktor 01 (R-01)

Arus Panas	Q <sub>input</sub> (kJ)	Q <sub>output</sub> (kJ)
Q <sub>6+Q7</sub>	3.927.316,31	
Q <sub>8</sub>		4.430.173,53
Q <sub>reaksi</sub>	2.370.412,88	
Q <sub>pendingin</sub>		1.867.555,66
Total	6.297.729,19	6.297.729,19

### c. Neraca Panas Reaktor 02 (R-02)

Tabel 2.14. Neraca Panas di Reaktor 02 (R-02)

Arus Panas	Q <sub>input</sub> (kJ)	Q <sub>output</sub> (kJ)
Q <sub>8</sub>	4.430.173,53	
Q <sub>9</sub>		4.440.230,67
Q <sub>reaksi</sub>	47.408,26	
Q <sub>pendingin</sub>		37.351,11
Total	4.477.581,78	4.477.581,78

### d. Neraca Panas Filter

Tabel 2.15. Neraca Panas di Filter

Arus Panas	Q <sub>input</sub> (kJ)	Q <sub>output</sub> (kJ)
Q <sub>9</sub>	4.440.230,67	
Q <sub>10</sub>		465.233,82
Q <sub>11</sub>		1.182.159,64
Q <sub>12</sub>		2.792.837,21
Total	4.440.230,67	4.440.230,67

### e. Neraca Panas Evaporator

Tabel 2.16. Neraca Panas di Evaporator

Arus Panas	Q <sub>input</sub> (kJ)	Q <sub>output</sub> (kJ)
Q <sub>12</sub>	2.784.391,50	
Q <sub>15</sub>		11.679.564,21
Q <sub>14+13</sub>		3.662.574,08
Q <sub>steam</sub>	12.573.314,74	
Q <sub>laten</sub>		15.567,96
Total	15.357.706,25	15.357.706,25

*commit to user*



*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

#### **f. Neraca Panas *Crystallizer***

Tabel 2.17. Neraca Panas di *Crystallizer*

Arus Panas	Q <sub>input</sub> (kJ)	Q <sub>output</sub> (kJ)
Q <sub>15+17</sub>	8.300.435,20	
Q <sub>16</sub>		3.989.634,69
Q <sub>kristal</sub>	3.150.403,69	
Q <sub>pendingin</sub>		7.461.204,21
Total	11.450.838,89	11.450.838,89

#### **g. Neraca Panas *Centrifuge***

Tabel 2.18. Neraca Panas di *Centrifuge*

Arus Panas	Q <sub>input</sub> (kJ)	Q <sub>output</sub> (kJ)
Q <sub>16</sub>	3.989.634,69	
Q <sub>17</sub>		288.523,20
Q <sub>18</sub>		3.701.111,49
Total	3.989.634,69	3.989.634,69

#### **h. Neraca Panas *Rotary Dryer***

Tabel 2.19. Neraca Panas di *Rotary Dryer*

Arus Panas	Q <sub>input</sub> (kJ)	Q <sub>output</sub> (kJ)
Q <sub>18</sub>	4.513.853,48	
Q <sub>19+Q<sub>20</sub></sub>		4.312.832,35
Q <sub>pengering</sub>	12.896.530,91	9.714.144,90
Q <sub>loss</sub>		3.383.407,14
Total	17.410.384,39	17.410.384,39

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## **2.5. Lay Out Pabrik dan Peralatan Proses**

### **2.5.1. Lay out Pabrik**

Tata letak (*lay out*) pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian – bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penimbunan bahan baku maupun produk ditinjau dari segi hubungan antara yang satu dengan yang lain. Tata letak pabrik harus dirancang sedemikian rupa sehingga penggunaan area pabrik menjadi efisien dan kelancaran proses terjamin. Jadi dalam penentuan tata letak pabrik harus dipikirkan penempatan alat – alat produksi sehingga keamanan, keselamatan dan kenyamanan karyawan terpenuhi. Selain peralatan yang tercantum dalam diagram alir proses, beberapa bangunan fisik yang lain seperti perkantoran, areal parkir, tempat ibadah, perbengkelan, poliklinik, laboratorium, kantin, *fire safety*, dan pos penjagaan hendaknya ditempatkan pada bagian yang tidak mengganggu.

Hal – hal yang perlu diperhatikan dalam tata letak pabrik adalah :

#### **1. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan**

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan awal supaya masalah kebutuhan tempat tidak timbul di masa datang. Sejumlah area khusus sudah disiapkan untuk digunakan sebagai area perluasan pabrik, penambahan peralatan pabrik untuk menambah kapasitas produksi maupun mengolah produknya menjadi produk lain.

#### **2. Keamanan**

Keamanan terhadap kemungkinan bahaya kebakaran, ledakan, asap/api atau gas beracun harus benar – benar diperhatikan di dalam penentuan tata letak

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

pabrik. Untuk itu diperlukan peralatan pemadam kebakaran di sekitar lokasi pabrik. Tangki penyimpanan bahan baku, bahan bakar atau unit – unit yang lain yang mudah meledak harus diletakkan di areal khusus serta perlu adanya jarak antara bangunan yang satu dengan bangunan yang lainnya.

3. Luas daerah yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyediaan area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah terlalu tinggi maka diperlukan efisiensi dalam pemakaian ruang sehingga peralatan tertentu diletakkan di atas peralatan yang lain ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

4. Instalasi dan unit utilitas

Pemasangan dan distribusi yang baik dari air, steam, udara gas dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan pemeliharannya. Penempatan peralatan proses diatur sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta mempermudah perawatannya.

Secara garis besar tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama sebagai berikut :

1. Daerah administrasi/ perkantoran, laboratorium dan ruang kontrol

Daerah administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran produksi. Laboratorium dan ruang kontrol sebagai pusat pengendali proses, kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang akan dijual.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## 2. Daerah proses

Merupakan daerah tempat alat – alat proses diletakkan di tempat proses berlangsung

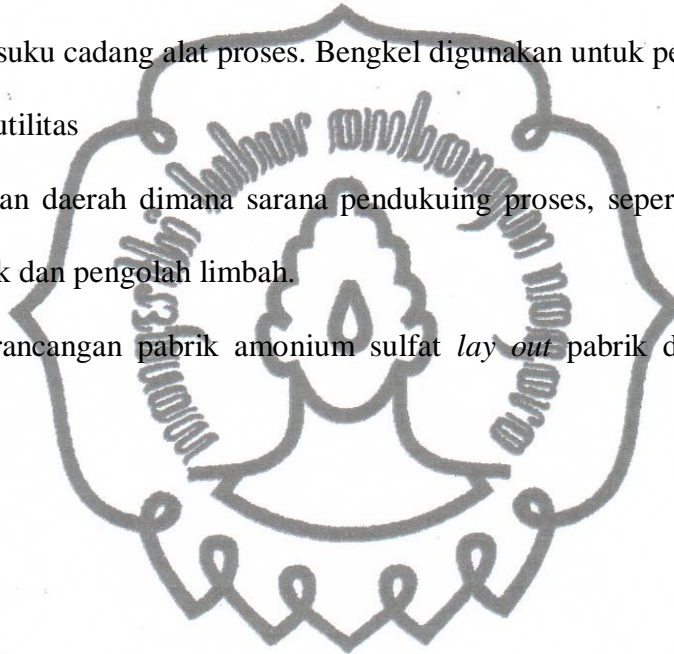
## 3. Daerah pergudangan umum dan bengkel

Gudang merupakan tempat penyimpanan bahan kimia pendukung proses, barang dan suku cadang alat proses. Bengkel digunakan untuk perbaikan alat.

## 4. Daerah utilitas

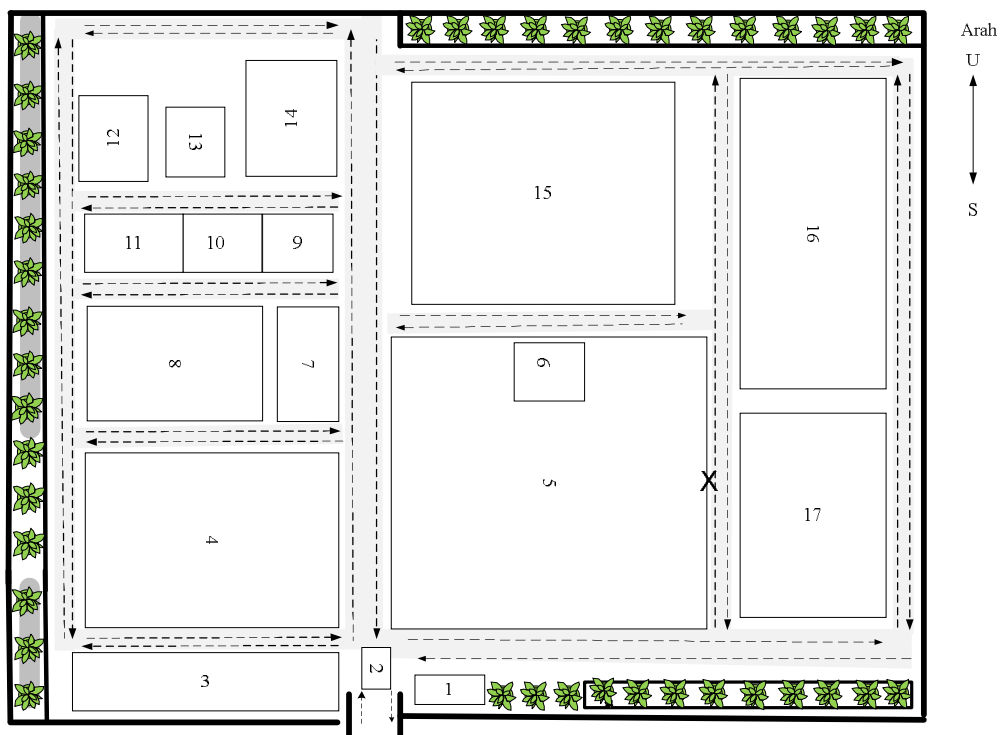
Merupakan daerah dimana sarana pendukung proses, seperti penyediaan air, steam, listrik dan pengolahan limbah.

Pada perancangan pabrik amonium sulfat *lay out* pabrik dapat dilihat pada gambar 2.4.



*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun



Keterangan :

- |                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| 1. Pos keamanan     | 10. Mushola                |
| 2. Jembatan Timbang | 11. Kantin                 |
| 3. Parkir           | 12. Bengkel                |
| 4. Kantor           | 13. Pemadam kebakaran      |
| 5. Area proses      | 14. Laboratorium           |
| 6. Ruang kontrol    | 15. Area perluasan         |
| 7. Ruang generator  | 16. Utilitas               |
| 8. Gudang           | 17. Unit Pengolahan Limbah |
| 9. Klinik           |                            |

Gambar. 2.4. Lay out pabrik amonium sulfat

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

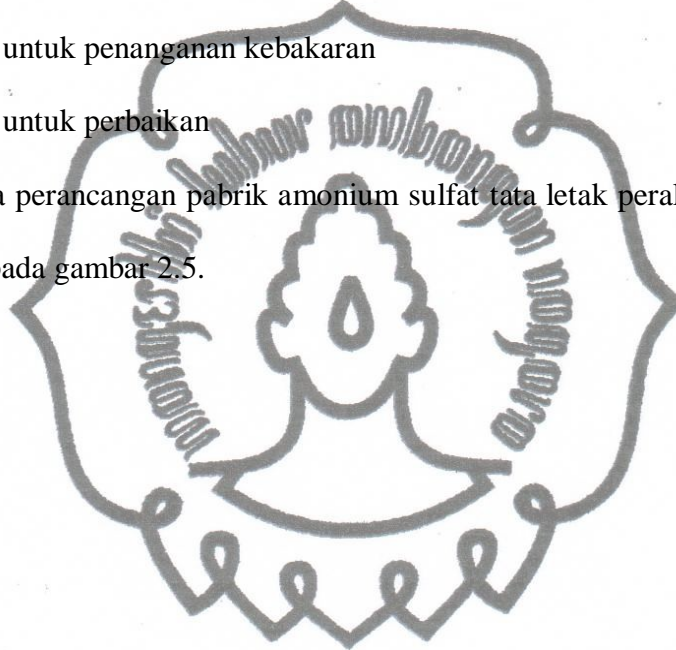
---

### **2.5.2. Lay Out peralatan proses**

Tata letak peralatan proses adalah posisi alat-alat proses produksi dalam area produksi. Tata letak peralatan proses harus dirancang sedemikian rupa, sehingga :

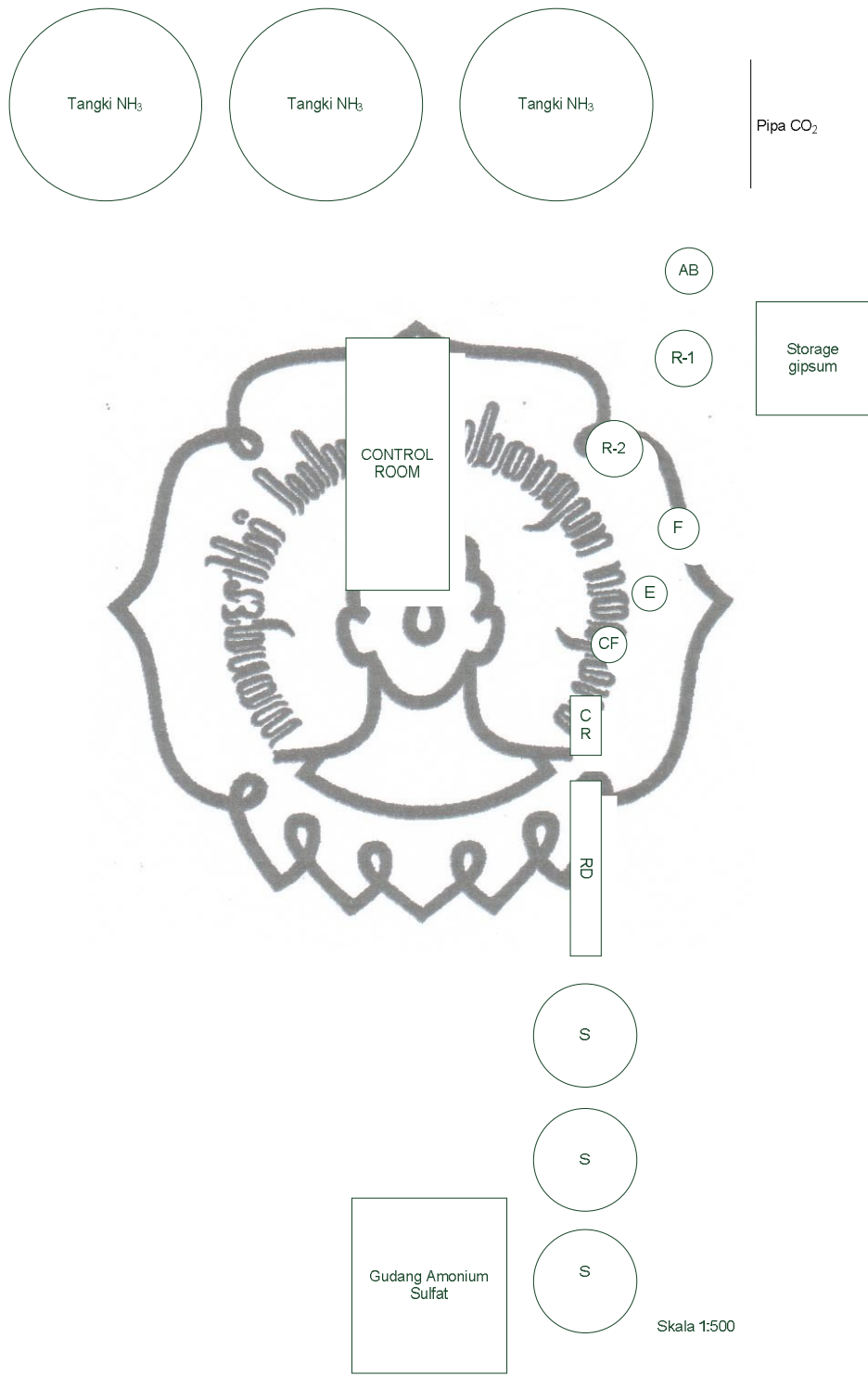
1. Memungkinkan pengoperasiannya
2. Mudah untuk penanganan kebakaran
3. Mudah untuk perbaikan

Pada perancangan pabrik amonium sulfat tata letak peralatan proses dapat dilihat pada gambar 2.5.



*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun



Gambar 2.5. Lay out peralatan proses  
*commit to user*

### BAB III

#### SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

##### 3.1. Reaktor 01

Kode	: R-01
Fungsi	: Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara reaktan utama amonium karbonat dengan gypsum membentuk amonium sulfat sebagai produk utama, dan kalsium karbonat serta air sebagai produk samping.
Tipe	: Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)
Volume	: 42.300,2235 m <sup>3</sup>
Kondisi Operasi	: T = 60 °C P = 1 atm
Waktu Tinggal	: 3 jam
Material	: <i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>
Diameter	: 3,5484 m
Tinggi	: 3,5484 m
Tinggi cairan	: 3,2008 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,4375 in
Jenis <i>head</i>	: <i>torispherical dished head</i>
Tebal <i>head</i>	: 0,4375 in
Tinggi <i>head</i>	: 0,6916 m
Tinggi Total	: 4,9315 m

*commit to user*



*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Dimensi Pengaduk :

Diameter impeller (Di)	: 3,8805 ft
Lebar impeller (W)	: 0,7761 ft
Panjang impeller (L)	: 0,9701 ft
Lebar baffle (J)	: 0,9701 ft
Jarak impeller ke dasar tangki (C)	: 3,8805 ft
Kecepatan putar	: 67,1732 rpm
Daya pengaduk	: 55 HP
Jenis pendingin	: Koil

### 3.2. Reaktor 02

Kode	: R-02
Fungsi	: Sebagai tempat berlangsungnya reaksi antara reaktan sisa (amonium karbonat dengan gypsum) membentuk amonium sulfat..
Tipe	: Reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)
Volume	: 42.300,2235 m <sup>3</sup>
Kondisi Operasi	: T = 60 °C P = 1 atm
Waktu Tinggal	: 3 jam
Material	: <i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>
Diameter	: 3,5484 m
Tinggi	: 3,5484 m

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Tinggi cairan	: 3,2008 m
Tebal <i>shell</i>	: 0,4375 in
Jenis <i>head</i>	: <i>torispherical dished head</i>
Tebal <i>head</i>	: 0,4375 in
Tinggi <i>head</i>	: 0,6916 m
Tinggi Total	: 4,9315 m
Dimensi Pengaduk :	
Diameter impeller (Di)	: 3,8805 ft
Lebar impeller (W)	: 0,7761 ft
Panjang impeller (L)	: 0,9701 ft
Lebar baffle (J)	: 0,9701 ft
Jarak impeller ke dasar tangki (C)	: 3,8805 ft
Kecepatan putar	: 67,3600 rpm
Daya pengaduk	: 55 HP
Jenis pendingin	: Jaket

### 3.3. Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF)

Kode	: F
Fungsi	: untuk memisahkan gipsum sisa, kalsium karbonat dari cairan keluaran reaktor.
Tipe	: <i>Rotary drum vacuum filter</i> (RDVF).
Volume	: 230,6504 m <sup>3</sup>
Kondisi Operasi	: T masuk = 60°C

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

T keluar = 54,09 °C

P = 0,9331 atm

Material :

Pembentukan Cake (*Cake deposition*)

- a. Waktu pembentukan cake : 25,5492 s
- b. Sudut pembentukan cake ( $\theta_1$ ) : 138,29°
- c. Waktu putar per siklus : 66,5078 s

Putaran drum (N) : 0,9021 rpm

Diameter (D) : 0,9247 m

Panjang (L) : 1,8494 m

Daerah *Dewatering* (Penghisapan I)

- a. Sudut penghisapan ( $\theta_2$ ) : 11,71°
- b. Waktu penghisapan I : 2,16 s

Daerah Pencucian (*Washing*)

- a. Sudut pencucian ( $\theta_3$ ) : 168,29°

Daerah *Second Dewatering* (Penghisapan II)

- a. Sudut penghisapan II : 26,71°
- b. Waktu penghisapan II : 4,9336 s

Tekanan pompa *vacuum* : 0,8663 atm

Kapasitas *blower* (Q) : 216,1653 ft<sup>3</sup>/s

Daya motor : 2 HP

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 3.4. Evaporator (EV)

Kode	: EV
Fungsi	: Memekatkan produk dari RDVF dengan menguapkan air dan amonium karbonat dalam larutan amonium sulfat.
Tipe	: <i>Vertical – long Tube Evaporator</i>
Bentuk	: Silinder tegak
Kondisi operasi	: T masuk = 327 K T keluar = 457,9415 K P = 1 atm
Tinggi	: 2,2465 m
Tebal head	: 0,1875 in
Diameter displacement	: 0,3012 m
Diameter	: 4,1411 m
Pipa umpan masuk	: ID : 4,0260 in OD : 4,5 in Nominal : 4 in Schedule number : 40
Pipa keluar uap	: ID : 19,25 in OD : 20 in Nominal : 20 in Schedule number : 20
Pipa keluar cair	: ID <i>commit to user</i> : 4,5 in

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

	OD	: 4 in
	Nominal	: 4 in
	Schedule number	: 80
Pipa masuk steam	: ID	: 9,75 in
	OD	: 10,75 in
	Nominal	: 10 in
	Schedule number	: 60
Pipa keluar steam	: ID	: 1,278 in
	OD	: 1,66 in
	Nominal	: 1,25 in
	Schedule number	: 80
Material	: <i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>	
Jenis pemanas	: <i>saturated steam</i>	

### 3.5. Kristaliser (CR)

Kode	: CR
Fungsi	: Mengkristalkan (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dari larutannya dengan mendinginkan larutan sampai diperoleh kristal (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .
Tipe	: Swenson – Walker Crystallizer
Jumlah	: 2 unit besar (1 unit besar maksimum tersusun dari 4 unit kristaliser).
Kondisi operasi	: T = 100 °C

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

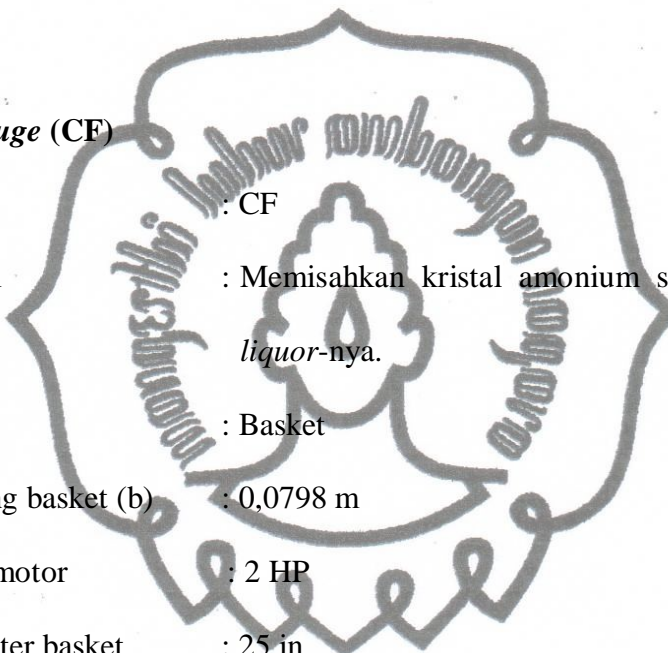
	P = 1 atm	
Tinggi	: 0,6604 m	
Lebar	: 0,6096 m	
Panjang total	: 6 m	
Tebal jaket	: 0,1875 in	
Pengaduk	: Jenis	: <i>Spiral agitator</i>
	Kecepatan	: 70 rpm
	Daya	: 2 HP
	Diameter	: 0,6046 m
Pipa umpan masuk	: ID	: 3,826 in
	OD	: 4,5 in
	Nominal	: 4 in
	Schedule number	: 80
Pipa produk keluar	: ID	: 3,826 in
	OD	: 4,5 in
	Nominal	: 4 in
	Schedule number	: 80
Pipa pendingin masuk	: ID	: 5,761 in
	OD	: 6,625 in
	Nominal	: 4 in
	Schedule number	: 80
Pipa pendingin keluar	: ID	: 5,761 in
	OD	: 6,625 in

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

	Nominal	: 4 in
	Schedule number	: 80
Material		: <i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>
Jenis pendingin		: Jaket
Media pendingin		: Air

### 3.6. Centrifuge (CF)



Kode	: CF
Fungsi	: Memisahkan kristal amonium sulfat dari <i>mother liquor</i> -nya.
Tipe	: Basket
Panjang basket (b)	: 0,0798 m
Daya motor	: 2 HP
Diameter basket	: 25 in
R <sub>2</sub> ( jari – jari dalam keranjang)	: 12,5 in
R <sub>i</sub> (jari – jari dalam permukaan ampas)	: 12 in
R <sub>1</sub> ( jari – jari dalam permukaan zat cair)	: 1,27 cm
Kecepatan putar	: 600 rpm

### 3.7. Rotary Dryer

Kode	: RD
Fungsi	: Mengurangi kadar air yang terikut pada hasil kristal amonium sulfat

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

---

Tipe	: Rotary Dryer
Kondisi operasi	: T masuk = 100 °C
	T keluar = 118,829 °C
	Tekanan = 1 atm
Pemanas	: Media = udara
	Suhu masuk = 35 °C
	Suhu keluar = 35,53 °C
Diameter rotary dryer	: 3 m
Kecepatan putar	: 2,589 rpm
Kemiringan (slope)	: 0,003 m/m
Waktu tinggal	: 467,772 menit
Jumlah flight	: 9
Lebar flight	: 0,3 m ( Untuk material <i>free flowing</i> dipilih <i>radial flight</i> dengan lengkungan 90°)
Tebal	: 4,52 in
Motor pengaduk	: 115 HP

### **Blower**

Fungsi : mengalirkan udara yang akan dipakai sebagai pemanas  
 dalam dryer

Jenis : *centrifugal blower*

Tujuan : menentukan power yang digunakan untuk *blower*

Tekanan : 1 atm

Suhu masuk : 35 °C



*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Power blower : 38 HP

### 3.8. Heat Exchanger

Kode : E-01

Fungsi : Menurunkan suhu hasil bawah absorber agar memenuhi kondisi operasi reaktor 1

Tipe : *Shell and tube*

Material shell : *Stainless steel SA 167 grade 3*

Material tube : *Stainless Steel SA 167 grade 3*

Shell side : Fluida : Fluida dingin, air pendingin

Suhu masuk : 30° C

Suhu keluar : 49° C

IDs : 19,25 in

*Baffle spacing* : 1,25 in

*Passes* : 1

Delta P : 0,0308 psi

Tube side : Fluida : Fluida panas, hasil bawah absorber

Suhu masuk : 70°C

Suhu keluar : 60° C

OD tube : 1 in

BWG : 16

*Pitch* : 1 in

Susunan : *Triangular pitch*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

	Panjang	: 12 ft
	Jumlah	: 163 buah
	<i>Passes</i>	: 1
	Delta P	: 0,0312 psi
Uc		: 77,8068 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Ud		: 45 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
Rd perhitungan		: 0,0011
Rd min		: 0,001

### 3.9. Kondenser Parsial

Kode	: E-02
Fungsi	: Mengkondensasikan hasil atas evaporator
Tipe	: <i>Shell and Tube Exchanger</i>

#### *Tube side*

Fluida	: Air
Suhu	: 30°C
OD <i>tube</i>	: 1 in
BWG	: 16
Susunan	: <i>Triangular pitch</i>
PT	: 1,25 in
Panjang	: 12 ft
Jumlah	: 663 buah
<i>Passes</i>	: 1 <i>commit to user</i>

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

Material : *Stainless steel SA 167 grade 3*

*Shell side*

Fluida : *overhead evaporator*

Tekanan : 1 atm

Suhu : 184,79°C

ID *Shell* : 31 in

Jarak *baffle* : 31 in

*Passes* : 1

Material : *Stainless steel SA 167 grade 3*

### 3.10. Tangki Amonia

Kode : T- 01

Fungsi : Menyimpan bahan baku ammonia selama 30 hari

Tipe : *Spherical tank*

Jumlah : 3 buah

Kondisi operasi : T = 30 °C

P = 15 atm

Material : Alloy steel SA 353

Diameter : 18,7328 m

Tebal *shell* : 2,8 in

Tinggi *support* : 2,4384 m

Tinggi total : 11,8048 m

Kapasitas : 121.485,2999 ft<sup>3</sup>

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 3.11. Tangki Gypsum

Fungsi	: Menyimpan bahan baku gipsum selama 7 hari.
Jumlah	: 3 buah
Kondisi operasi	: T = 30 °C P = 1 atm
Panjang	: 12,1684 m
Lebar	: 12,1684 m
Tinggi	: 24,3368 m
Kapasitas	: 127.253,19 ft <sup>3</sup>

### 3.12. Pompa 01

Kode	: P-01
Fungsi	: Menaikkan fluida (produk dan sisa reaktan) dari R-02 ke RDVF
Tipe	: <i>Single Stage Centrifugal Pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 908 liter/menit
Head pompa	: 6 m
Daya pompa	: 2 HP
Daya motor listrik	: 3 HP
Voltage	: 220 volt
Arus	: 3 Ampere
Frekuensi	: 50 Hz

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Pipa : Nominal = 6 in  
SN = 80  
OD = 6,625 in  
ID = 5,761 in  
*Flow area = 28,1 in<sup>2</sup>*

### 3.13. Pompa 02

Kode : P-02

Fungsi : Menaikkan *mother liquor* dari centrifuge menuju *crystallizer*

Tipe : *Single Stage Centrifugal Pump*

Jumlah : 1 buah

Kapasitas : 25 liter/menit

*Head* pompa : 6 m

Daya pompa : 1 HP

Daya motor : 2 HP

Voltage : 220 volt

Arus : 3 Ampere

Frekuensi : 50 Hz

Bahan konstruksi : *commercial steel*

Pipa : Nominal = 1 in  
SN = 40

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

OD = 1,32 in

ID = 1,049 in

Flow area = 0,864 in<sup>2</sup>

### 3.14. Expansion valve 01 (V-01)

Kode : V-01

Fungsi : Menurunkan tekanan amonia yang masuk tee (tee-01)

Tipe : *throttle valve* sebagai expander cairan

Kondisi operasi : T<sub>in</sub> = 30°C

T<sub>out</sub> = 17,57°C

P<sub>in</sub> = 15 atm

P<sub>out</sub> = 6,5atm

### 3.15. Expansion valve 02 (V-02)

Kode : V-02

Fungsi : Menurunkan tekanan karbon dioksida yang masuk tee (tee-01)

Tipe : *throttle valve* sebagai expander cairan

Kondisi operasi : T<sub>in</sub> = 30°C

T<sub>out</sub> = 5 °C

P<sub>in</sub> = 15 atm

P<sub>out</sub> = 6,5 atm

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 3.16. Expansion valve 03 (V-03)

Kode	: V-03
Fungsi	: Menurunkan tekanan amonium karbonat sebelum masuk R-01
Tipe	: <i>throttle valve</i> sebagai expander cairan
Kondisi operasi	: $T_{in} = 70^{\circ}\text{C}$ $T_{out} = 61,19^{\circ}\text{C}$ $P_{in} = 6,5 \text{ atm}$ $P_{out} = 1 \text{ atm}$

### 3.17. Kompesor

Kode	: C
Fungsi	: Menaikkan tekanan hasil atas evaporator untuk direcycle ke AB
Tipe	: <i>centrifugal compressor</i>
Flow water	: 3063,51 m <sup>3</sup> /jam
Kondisi operasi	: $T_{in} = 35^{\circ}\text{C}$ $T_{out} = 154,63^{\circ}\text{C}$ $P_{in} = 1 \text{ atm}$ $P_{out} = 6,5 \text{ atm}$
Kerja kompresor	: 438,51 kW
Penggerak	: <i>multi stage steam turbin</i>

*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , dan  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

### 3.18. Flash Drum

Kode	:	S
Fungsi	:	memisahkan air dengan $\text{NH}_3$ , dan $\text{CO}_2$
Tipe	:	<i>horizontal drum</i>
Material	:	<i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>
Kondisi operasi	:	T = 80°C P = 1 atm
Drum/ shell	:	Volume = 0,6921 m <sup>3</sup> ID = 0,6096 m OD = 0,6604 m Panjang = 2,6759 m Tebal = 0,1875 in
Head	:	Tipe = torispherical dished head Tebal = 0,1875 in Lebar = 5,9695 in
Pipa pemasukan	:	OD = 2 in ID = 2,067 in Nominal = 2 in SN = 40
Pipa keluaran uap	:	OD = 0,422 in ID = 0,742 in Nominal = 0,75 in SN = 80



*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Pipa keluaran cair : OD = 2,38 in  
ID = 2,067 in  
Nominal = 2 in  
SN = 40

### 3.19. Belt Conveyor 01

Kode : BC-01  
Fungsi : Mengangkut gipsum menuju BE-01  
Tipe : *Closed belt conveyor*  
Kapasitas *belt* : 37.034,1656 kg/jam  
Lebar *belt* : 14 inch  
Panjang *belt* : 3,86 m  
Daya : 1,5 Hp

### 3.20. Belt Conveyor 02

Kode : BC-02  
Fungsi : Mengangkut amonium sulfat dari *rotary dryer*  
menuju *screen*  
Tipe : *Closed belt conveyor*  
Kapasitas *belt* : 26.304,72 kg/jam  
Lebar *belt* : 14 inch  
Panjang *belt* : 3,86 m  
Daya : 1,5 Hp

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### **3.21. Belt Conveyor 03**

Kode	: BC-03
Fungsi	: Mengangkut gipsum menuju BE-01
Tipe	: <i>Closed belt conveyor</i>
Kapasitas <i>belt</i>	: 37.034,1656 kg/jam
Lebar <i>belt</i>	: 14 inch
Panjang <i>belt</i>	: 3,86 m
Daya	: 1,5 Hp

### **3.22. Screw conveyor 01**

Kode	: SC-01
Fungsi	: Mengangkut kristal basah amonium sulfat dari <i>crystallizer</i> menuju <i>centrifuge</i>
Kapasitas <i>screw</i>	: 28.930,79 kg/jam
Diameter <i>flight</i>	: 9 inch
Diameter pipa	: 2,5 inch
Diameter <i>shaft</i>	: 2 inch
Panjang	: 12 ft
<i>Speed</i>	: 40 rpm
Daya	: 2 Hp

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### **3.23. Screw conveyor 02**

Kode	: SC-02
Fungsi	: Mengangkut kristal basah amonium sulfat dari <i>centrifuge</i> menuju <i>rotary drier</i>
Kapasitas <i>screw</i>	: 27.484,2488 kg/jam
Diameter <i>flight</i>	: 9 inch
Diameter pipa	: 2,5 inch
Diameter <i>shaft</i>	: 2 inch
Panjang	: 12 ft
<i>Speed</i>	: 40 rpm
Daya	: 2 Hp

### **3.24. Bucket Elevator 01**

Kode	: BE-01
Fungsi	: Mengangkut gipsum dari BC-01 menuju R-01
Tipe	: <i>Continuous Bucket Elevator</i>
Kapasitas <i>bucket</i>	41,25 ton/jam
Ukuran <i>bucket</i>	: 10 x 7 x 11,75 inch
Kecepatan <i>bucket</i>	: 150 ft/menit
Daya	: 1 Hp

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 3.25. *Bucket Elevator 02*

Kode	: BE-02
Fungsi	: Mengangkut produk dari <i>screen</i> menuju silo
Tipe	: <i>Continuous Bucket Elevator</i>
Kapasitas <i>bucket</i>	: 25.252,53 kg/jam
Ukuran <i>bucket</i>	: 8 x 5,5 x 7,75 inch
Kecepatan <i>bucket</i>	: 150 ft/menit
Daya	: 3,5 Hp

### 3.26. Silo

Kode	: SL
Fungsi	: Menampung produk amonium sulfat
Tipe	: Silinder vertikal dengan dasar berbentuk <i>cone</i> 60°
Jumlah	: 2 buah
Material	: <i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>
Kondisi operasi	: T = 30°C P = 1 atm
Diameter	: 11,5494 m
Tinggi total	: 27,3706 m
Tebal <i>head</i>	: 0,4375 in

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 3.27. *Pneumatic conveyor*

Kode	: PC
Fungsi	: Mengangkut produk dari silo menuju hopper
Tipe	: <i>Pressure of air-conveying system</i>
Panjang ekuivalen	: 7,6 m
Diameter pipa	: 8 inch
Daya	: 60 Hp

### 3.28. Hopper

Kode	: H
Fungsi	: Tangki pengumpan amonium sulfat ke <i>packaging</i>
Tipe	: Silinder vertikal dengan dasar berbentuk <i>cone</i> 60°
Material	: <i>Stainless steel SA 167 grade 3</i>
Kondisi operasi	: $T = 30^\circ C$ $P = 1 \text{ atm}$
Diameter	: 15,8468 m
Tinggi	: 34,0706 m

*commit to user*

## BAB IV

### UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM

#### 4.1. Unit Pendukung Proses

Unit pendukung proses (utilitas) merupakan unit penunjang proses produksi dalam pabrik.

Unit pendukung proses yang terdapat dalam pabrik amonium sulfat adalah :

1. Unit pengadaan air
  - a. Air pendingin dan air proses
  - b. Air umpan *boiler (steam)*
  - c. Air konsumsi umum dan sanitasi
2. Unit pengadaan *steam*
3. Unit pengadaan udara tekan
4. Unit pengadaan listrik
5. Unit pengadaan bahan bakar

##### 4.1.1. Unit Pengadaan Air dan Pendingin Kristalizer

Sumber air yang digunakan dalam pabrik diperoleh dari Sungai Citarum yang tidak jauh dari lokasi pabrik dengan faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Air sungai dapat diperoleh dalam jumlah yang besar dengan biaya murah.
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya.

*commit to user*

### ➤ Air Pendingin dan Air Proses

Air yang digunakan adalah air sungai yang diperoleh dari Sungai Citarum yang tidak jauh dari lokasi pabrik. Pengolahan air sungai meliputi 4 tahap, yaitu :

#### 1. Pengendapan awal

Air sungai dialirkan dari sungai ke bak penampungan dengan menggunakan pompa utilitas PU-01 ke *traveling screen* untuk menyaring partikel dengan ukuran besar. Tahap ini bertujuan untuk memisahkan padatan-padatan atau lumpur yang terdapat di dalam air dengan menggunakan gaya gravitasi.

#### 2. Pengendapan dengan cara koagulasi

Air dari bak penampungan di alirkan menggunakan pompa menuju bak koagulasi. Pada tahap koagulasi ini ditambahkan larutan tawas 5% dan larutan kapur 5%. Larutan kapur 5% ( $Ca(OH)_2$ ) untuk mengikat garam-garam yang terlarut dalam air sungai dan larutan tawas 5% ( $Al_3(SO_4)_3$ ) sebagai bahan koagulan.

#### 3. Pemisahan dengan *clarifier*

Air dari bak koagulasi kemudian dialirkan menggunakan pompa menuju *clarifier*. *Flok-flok* yang terbentuk pada proses koagulasi dipisahkan dalam *clarifier*. *Flok* akan mengendap di dasar *clarifier* dan keluar melalui pipa *blow down*. Sedangkan air yang terpisahkan dari *flok* akan mengalir ke atas menuju *sand filter*.

#### 4. Pemisahan dengan *sand filter*

Air dari *clarifier* kemudian dipisahkan dari partikel-partikel yang belum mengendap di dalam *sand filter*. Air keluaran *sand filter* kemudian dialirkan

menuju bak penampungan air bersih. Di dalam bak penampung air bersih ditambahkan *chlorine* sebagai desinfektan terhadap mikroorganisme yang terdapat di dalam air sungai.

Air bersih dari bak penampungan dapat digunakan sebagai air proses, air konsumsi dan sanitasi serta air pendingin (*cooling water*). Air yang digunakan sebagai air pendingin dapat digunakan kembali dengan cara membuang panas yang terserap dalam air menggunakan *cooling tower* (CT-01).

Tabel 4.1. Kebutuhan Air Proses

No	Keterangan	Kode Alat	Kebutuhan ( kg/jam )
1	Absorber	AB	3.859,02
2	Filter	F	4.568,58
	Kebutuhan air proses		8.427,60

Tabel 4.2. Kebutuhan Air Pendingin

No	Keterangan	Kode Alat	Kebutuhan ( kg/jam )
1	Reaktor-01	R-01	38.845,73
2	Reaktor-02	R-02	1.907,25
3	<i>Heat Exchanger-01</i>	E-01	15.783,93
	Kebutuhan air pendingin		56.536,91
	<i>Make up</i> air pendingin (10%)		5.653,69



### ➤ Air umpan boiler

Untuk kebutuhan umpan *boiler* sumber air yang digunakan adalah air sungai.

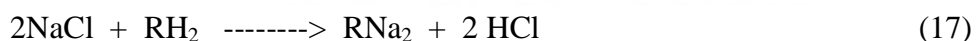
Tahapan pengolahan air agar dapat digunakan sebagai air umpan *boiler* meliputi :

#### 1. Tahap pengolahan air sungai

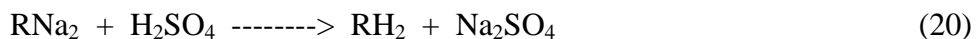
Air umpan boiler yang digunakan berasal dari air sungai dimana pengolahan awal yang dilakukan sama dengan pengolahan air sungai.

#### 2. *Kation Exchanger*

Air bersih dari bak penampungan dialirkan menuju unit penyediaan air umpan boiler. Air umpan boiler harus dihilangkan kandungan garam-garamnya yang dapat menimbulkan kesadahan dalam air. *Kation exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion positif dari garam yang terlarut dalam air lunak. Alat ini berupa silinder tegak yang berisi tumpukan butir-butir resin penukar ion. Resin yang digunakan adalah jenis C-300 dengan notasi  $RH_2$ . Adapun reaksi yang terjadi dalam *kation exchanger* adalah:



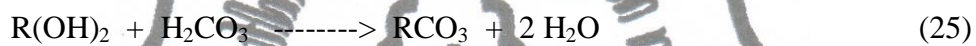
Apabila resin sudah jenuh maka pencucian dilakukan dengan menggunakan larutan  $H_2SO_4$  2%. Reaksi yang terjadi pada waktu regenerasi adalah:



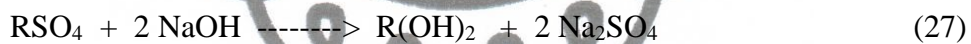
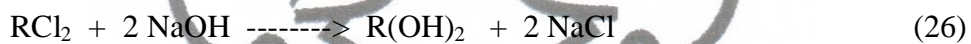
*commit to user*

### 3. Anion Exchanger

Air hasil *kation exchanger* kemudian dialirkan menuju *anion exchanger*. Alat ini hampir sama dengan *kation exchanger* namun memiliki fungsi yang berbeda yaitu mengikat ion-ion negatif yang ada dalam air lunak. Dan resin yang digunakan adalah jenis C - 500P dengan notasi  $R(OH)_2$ . Reaksi yang terjadi di dalam *anion exchanger* adalah:



Pencucian resin yang sudah jenuh digunakan larutan NaOH 4%. Reaksi yang terjadi saat regenerasi adalah:



### 4. Deaerasi

Air yang sudah bebas dari ion-ion positif dan negatif kemudian dialirkan menuju tangki deaerasi menggunakan pompa. Proses deaerasi bertujuan untuk menghilangkan gas terlarut, terutama oksigen dan karbon dioksida dengan cara pemanasan menggunakan *steam*. Oksigen terlarut dapat menyebabkan korosi pada alat-alat proses dan boiler. Gas ini kemudian dibuang ke atmosfer. Air bebas gas terlarut kemudian diumpankan menuju tangki penyimpanan umpan boiler.

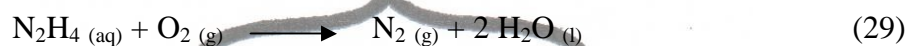
### 5. Tangki Umpan Boiler

*commit to user*

Alat ini berfungsi menampung air umpan *boiler* selama 24 jam. Bahan-bahan yang ditambahkan untuk mencegah korosi dan kerak, antara lain:

a. Hidrazin ( $N_2H_4$ )

Zat ini berfungsi untuk menghilangkan sisa gas terlarut terutama gas oksigen sehingga dapat mencegah korosi pada *boiler*. Reaksi yang terjadi :



b.  $NaH_2PO_4$

Zat ini berfungsi untuk mencegah timbulnya kerak. Reaksi yang terjadi :



(Powel,1954)

Tabel 4.3. Kebutuhan Air Umpan Boiler

No	Keterangan	Kebutuhan ( kg/jam )
	Kebutuhan Air umpan boiler	26.956,90
	Make up air umpan boiler (20%)	5.391,38

➤ **Air Konsumsi Umum dan Sanitasi**

Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi dapat dilihat pada tabel 4.4 :

Tabel 4.4. Kebutuhan Air Konsumsi Umum dan Sanitasi

No	Keterangan	Kebutuhan ( kg/jam )
1	Perkantoran	250
2	Laboratorium	50
3	Kantin	125
4	Air hidran/Taman	42,5
5	Air poliklinik	17,5
	Kebutuhan Air Konsumsi & Sanitasi	485

*commit to user*

Rangkaian proses pengolahan air konsumsi umum dan sanitasi menjadi satu bagian dengan proses pengolahan air pendingin, air proses dan air umpan boiler, hanya saja untuk air konsumsi umum dan sanitasi tidak perlu melalui tahap demineralisasi. Dari tangki klorinasi kemudian dialirkan ke tangki penampung air rumah tangga dan kantor. Skema pengolahan air sungai dapat dilihat pada gambar 4.1.



*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun

---



*commit to user*

Tabel 4.5. Kebutuhan Air Sungai

No	Keterangan	Kebutuhan ( kg/jam )
1	Air proses	8.427,60
2	Air pendingin <i>make up</i>	5.653,69
3	Air <i>make up</i> umpan boiler	5.391,38
4	Air konsumsi umum & sanitasi	485
	Total	24.516,3224

#### ➤ Pendingin Kristalizer

Jenis pendingin yang digunakan pada kristalizer adalah *Dowtherm A* yang dapat dipakai pada kisaran suhu  $15\text{ }^{\circ}\text{C} - 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Kebutuhan *Dowtherm A* pada pabrik ammonium sulfat ini adalah 103.637,78 kg/jam pada suhu masuk kristalizer  $30^{\circ}\text{C}$  dan keluar pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.1.2 Unit Pengadaan Steam

*Steam* yang diproduksi pada pabrik amonium sulfat ini digunakan sebagai media pemanas *reboiler* dan *heat axchanger*. Untuk memenuhi kebutuhan *steam* digunakan 1 buah *boiler*. *Steam* yang dihasilkan dari *boiler* ini mempunyai suhu  $247\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 37,41 atm. Penggunaan *steam* yang suhunya kurang dari  $247^{\circ}\text{C}$  dan tekanannya kurang dari 37,41 atm diturunkan dahulu dengan menggunakan *saturation valve*.

*commit to user*

Untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya kebocoran *steam* pada saat distribusi, jumlah *steam* dilebihkan sebanyak 10%. Jadi jumlah *steam* yang dibutuhkan adalah 26.956,90 kg/jam. Adapun spesifikasi *boiler* yang dibutuhkan:

Kode	: BU-01
Jenis	: Boiler pipa air
Jumlah	: 1 buah
Heating surface	: 8.302,23 ft <sup>2</sup>
Rate of steam	: 54.477,59 lb/jam
Tekanan steam	: 550 psi
Suhu steam	: 247,19°C
Efisiensi	: 80%
Bahan bakar	: IDO
Kebutuhan bahan bakar	: 3,47 kg/jam

#### 4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan

Kebutuhan udara tekan untuk perancangan pabrik amonium sulfat ini diperkirakan sebesar 100 m<sup>3</sup>/jam, tekanan 7 atm dan suhu 30 °C. Alat untuk menyediakan udara tekan berupa kompresor yang dilengkapi dengan *dryer* yang berisi tumpukan silika untuk menyerap air.

Spesifikasi kompresor yang dibutuhkan:

Kode	: KU-01
Fungsi	: Memenuhi kebutuhan udara tekan
Jenis	: <i>Single Stage Reciprocating Compressor</i>

Jumlah	: 1 buah
Kapasitas	: 100 m <sup>3</sup> /jam
Tekanan suction	: 1 atm
Tekanan discharge	: 7 atm
Efisiensi	: 80%
Daya kompressor	: 15 Hp

#### 4.1.4. Unit Pengadaan Listrik

Kebutuhan listrik di pabrik amonium sulfat ini dipenuhi oleh PLN dan generator AC. Generator bertujuan sebagai pasokan listrik ketika terjadi gangguan dari PLN. Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain terdiri dari :

1. Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
2. Listrik untuk perkantoran (penerangan dan AC)
3. Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi

Untuk menentukan besarnya tenaga listrik penerangan digunakan persamaan :

$$L = \frac{a.F}{U.D} \dots\dots\dots(7)$$

L : Lumen per outlet

a : Luas area, ft<sup>2</sup>

F : foot candle yang diperlukan (tabel 13 Perry 6<sup>th</sup> ed)

U : Koefisien utilitas (tabel 16 Perry 6<sup>th</sup> ed)

D : Efisiensi lampu (tabel 16 Perry 6<sup>th</sup> ed)

*commit to user*



Penggunaan tenaga listrik AC sebesar 15.000 W untuk 50 AC dengan tenaga listrik 300 W untuk tiap AC. Penggunaan tenaga listrik untuk laboratorium dan instrumentasi dirancang sebesar 10 kW.

Tabel 4.6. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses dan Utilitas

Nama Alat	Jumlah	Daya (HP)	Total Horse Power (HP)
P-01	2	1,8	3,6
P-02	2	0,0167	0,03
PU-01	2	1,5	3
PU-02	2	0,75	1,5
PU-03	2	0,05	0,1
PU-04	2	0,05	0,1
PU-05	2	4	8
PU-06	2	1	2
PU-07	2	0,5	1
PU-08	2	0,25	0,5
PU-09	2	0,75	1,5
PU-10	2	3,5	7
PU-11	2	3,5	7
PU-12	2	0,75	1,5
FLO-01	1	6,5	6,5
CT-01	1	12	12
KU-01	1	15	15
Jumlah			71

Tabel 4.7 Jumlah *Lumen* berdasarkan luas bangunan

Bangunan	Luas, m <sup>2</sup>	Luas, ft <sup>2</sup>	F	U	D	Lumen
Pos keamanan	25	269,09	20,00	0,42	0,75	17.085,16
Parkir	64	688,87	10,00	0,49	0,75	18.744,86
Kantin	64	688,87	20,00	0,51	0,75	36.019,53
Kantor	200	2.152,73	35,00	0,60	0,75	167.434,53
Klinik	25	269,09	20,00	0,51	0,75	14.070,13
Ruang kontrol	1200	12.916,38	40,00	0,56	0,75	1.230.131,27
Laboratorium	100	1.076,36	40,00	0,56	0,75	102.510,94
Proses	15.592,5	167.832,2	30,00	0,59	0,75	11.378.453,7
Mushola	36	387,49	20,00	0,55	0,75	18.787,46
Utilitas	1000	10.763,65	10,00	0,59	0,75	243.246,30
<i>Power supply</i>	100	1.076,36	10,00	0,51	0,75	28.140,26
Gudang	100	1.076,36	5,00	0,51	1,75	14.070,13
Bengkel	25	269,09	40,00	0,51	0,75	28.140,26
Pemadam	36	387,49	20,00	0,51	0,75	20.260,99
Jumlah	22050	237338,45				13.330.142,31

Jumlah lumen :

1. untuk penerangan dalam bangunan = 13.298.350,60 lumen
2. untuk penerangan bagian luar ruangan = 31.791,70 lumen

Tabel 4.8 Total kebutuhan listrik pabrik

No	Kebutuhan	kW
1	Listrik untuk keperluan proses dan utilitas	58
2	Listrik untuk keperluan penerangan	280
3	Listrik untuk AC	15
4	Listrik untuk laboratorium dan instrumentasi	10
	Total	363

*commit to user*

*Generator* yang digunakan sebagai cadangan sumber listrik mempunyai efisiensi 80%, sehingga *generator* yang disiapkan harus mempunyai *output* sebesar 452 kW. Dipilih menggunakan *generator* dengan daya 500 kW, sehingga masih tersedia cadangan daya sebesar 48 kW.

#### Spesifikasi *generator* yang diperlukan :

Jenis	: AC generator
Jumlah	: 1 buah
Tegangan	: 220 /380 Volt
Frekuensi / PH	: 50 Hz / 3
Efisiensi	: 80 %
Power Output	: 500 kW
Bahan bakar	: IDO

#### 4.1.5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit pengadaan bahan bakar mempunyai tugas untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar *boiler* dan *generator*. Jenis bahan bakar yang digunakan adalah IDO (*Industrial Diesel Oil*). Pemilihan IDO sebagai bahan bakar didasarkan pada alasan:

1. Kemudahan dalam pengadaan
2. Lebih ekonomis
3. Kemudahan dalam penyimpanan

Bahan bakar IDO yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

*Specific Gravity* : 0,8691  
*commit to user*

<i>Viscosity</i>	: 35
<i>Pour Point ( °F )</i>	: 65
<i>Sulphur Content</i>	: 1,5 %
<i>Water Content</i>	: 10 %
<i>Sediment</i>	: 0,02 %
<i>Ash</i>	: 0,02 %
<i>Heating Value</i>	: 16.764 Btu/lb
Efisiensi bahan bakar	: 80 %

Kebutuhan bahan bakar dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$\text{Bahan bakar} = \frac{\text{Kapasitas alat}}{\text{Eff. p.h}}$$

a. Kebutuhan bahan bakar untuk *boiler*

$$\text{Kapasitas boiler} = 26.956,90 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 3,98 \text{ L/jam}$$

b. Kebutuhan bahan bakar untuk generator

$$\text{Kapasitas generator} = 475 \text{ kW}$$

$$\text{Kebutuhan bahan bakar} = 63 \text{ L/jam}$$

#### 4.2. Laboratorium

Laboratorium memiliki peranan sangat besar di dalam suatu pabrik untuk memperoleh data-data yang diperlukan. Data-data tersebut digunakan untuk

evaluasi unit-unit yang ada, menentukan tingkat efisiensi, dan untuk pengendalian mutu.

Pengendalian mutu atau pengawasan mutu di dalam suatu pabrik pada hakekatnya dilakukan dengan tujuan mengendalikan mutu produk yang dihasilkan agar sesuai dengan standar yang ditentukan. Pengendalian mutu dilakukan mulai bahan baku, saat proses berlangsung, dan juga pada hasil atau produk.

Pengendalian rutin dilakukan untuk menjaga agar kualitas dari bahan baku dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Dengan pemeriksaan secara rutin juga dapat diketahui apakah proses berjalan normal atau menyimpang. Jika diketahui analisa produk tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dengan mudah dapat diketahui atau diatasi.

Laboratorium berada di bawah bidang teknik dan perekayasaan yang mempunyai tugas pokok antara lain:

- a. Sebagai pengontrol kualitas bahan baku dan pengontrol kualitas produk
- b. Sebagai pengontrol terhadap proses produksi
- c. Sebagai pengontrol terhadap mutu air pendingin, air umpan *boiler*, dan lain-lain yang berkaitan langsung dengan proses produksi

Laboratorium melaksanakan kerja 24 jam sehari dalam kelompok kerja *shift* dan *non shift*.

1. Kelompok *shift*

*commit to user*

Kelompok ini melaksanakan tugas pemantauan dan analisa–analisa rutin terhadap proses produksi. Dalam melaksanakan tugasnya, kelompok ini menggunakan sistem bergilir, yaitu sistem kerja *shift* selama 24 jam dengan dibagi menjadi 3 *shift* dalam 4 regu kerja. Masing–masing *shift* bekerja selama 8 jam.

2. Kelompok *non shift*

Kelompok ini mempunyai tugas melakukan analisa khusus yaitu analisa yang sifatnya tidak rutin dan menyediakan reagen kimia yang diperlukan di laboratorium. Dalam rangka membantu kelancaran pekerjaan kelompok *shift*, kelompok ini melaksanakan tugasnya di laboratorium utama dengan tugas antara lain:

- a. Menyediakan reagen kimia untuk analisa laboratorium
- b. Melakukan penelitian atau percobaan untuk membantu kelancaran produksi

Dalam menjalankan tugasnya, bagian laboratorium dibagi menjadi :

1. Laboratorium fisik.
2. Laboratorium analitik.
3. Laboratorium penelitian dan pengembangan.

#### 4.2.1 Laboratorium Fisik

Bagian ini bertugas mengadakan pemeriksaan atau pengamatan terhadap sifat–sifat bahan baku, produk dan air yang meliputi air baku, dan air limbah. Pengamatan yang dilakukan meliputi *specific gravity* dan viskositas.

*commit to user*

#### 4.2.2 Laboratorium Analitik

Bagian ini mengadakan pemeriksaan terhadap bahan baku dan produk mengenai sifat-sifat kimianya.

Analisa yang dilakukan, yaitu:

- Analisa komposisi bahan baku.
- Analisa komposisi produk utama.
- Analisa air:
  - Air baku
  - Air konsumsi umum
  - Air sanitasi
  - Air umpan boiler
  - Air limbah

#### 4.2.3 Laboratorium Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini bertujuan untuk mengadakan penelitian, misalnya:

- Diversifikasi produk.
- Perlindungan terhadap lingkungan.

Di samping mengadakan penelitian rutin, laboratorium ini juga mengadakan penelitian yang sifatnya non rutin, misalnya penelitian terhadap produk di unit tertentu yang tidak biasanya dilakukan penelitian guna mendapatkan alternatif lain terhadap penggunaan bahan baku.

Alat analisa penting yang digunakan antara lain:

1. *Hydrometer*, untuk mengukur *specific gravity*.
2. *Viscometer*, untuk mengukur viskositas cairan.

3. *Gas Liquid Chromathogarphy*, alat yang digunakan untuk analisa konsentrasi material cair.
4. *Spectrofotometer*, digunakan untuk mengetahui konsentrasi suatu senyawa terlarut dalam air.
5. pH meter, digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman/kebasaaan air.
6. *Conductivity meter*, untuk mengetahui konduktivitas suatu zat yang terlarut dalam air.

#### 4.3. Unit Pengolahan Limbah

Limbah yang dihasilkan oleh pabrik antara lain limbah hasil proses, dan buangan sanitasi.

##### a. Limbah hasil proses

Limbah dari filter yang berupa  $CaCO_3$  dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dalam bak penampung, limbah dari evaporator yang berupa air dibuang ke lingkungan, sedangkan limbah dari *rotary dryer* yang berupa uap air dibuang ke udara.

##### b. Air buangan sanitasi

Air buangan sanitasi yang berasal dari seluruh toilet di kawasan pabrik dikumpulkan dan diolah dalam unit stabilisasi dengan menggunakan lumpur aktif, aerasi, dan penambahan desinfektan Ca-hypochlorite.

#### 4.4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

commit to user



Pedoman keselamatan kerja dibuat untuk memberikan informasi yang lengkap tentang tata tertib dalam bekerja yang baik dan benar, agar kesehatan dan keselamatan pekerja selama melakukan tugasnya terjamin sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan oleh pihak pabrik yang bekerja sama dengan departemen tenaga kerja.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pabrik cukup berbahaya, oleh karena itu diperlukan disiplin kerja yang baik. Kesalahan akan dapat mengakibatkan kecelakaan bagi manusia dan peralatan pabrik, untuk itu setiap karyawan pabrik diberikan alat pelindung diri. Alat pelindung diri bukan merupakan alat untuk melenyapkan bahaya ditempat kerja, tetapi hanya merupakan usaha untuk mencegah dan mengurangi kontak antara bahaya dan tenaga kerja sesuai dengan standar yang diizinkan.

Keamanan kerja berkaitan erat dengan aktifitas suatu industri, sehingga perlu dipikirkan suatu sistem keamanan yang memadai, karena menyangkut keselamatan manusia, bahan baku, produk dan peralatan pabrik.

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## BAB V

### MANAJEMEN PERUSAHAAN

#### 5.1. Bentuk Perusahaan

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik amonium sulfat ini adalah Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas merupakan bentuk perusahaan yang mendapatkan modalnya dari penjualan saham, dimana tiap sekutu turut mengambil bagian sebanyak satu saham atau lebih. Saham adalah surat berharga yang dikeluarkan dari perusahaan atau perseroan terbatas tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal ke perusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam perseroan terbatas, pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Pabrik amonium sulfat yang akan didirikan mempunyai :

- Bentuk perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- Lapangan Usaha : Industri amonium sulfat
- Lokasi Perusahaan : Cikampek, Jawa Barat

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini didasarkan atas beberapa faktor, antara lain (Widjaja, 2003) :

1. Mudah mendapatkan modal dengan cara menjual saham di pasar modal atau perjanjian tertutup dan meminta pinjaman dari pihak yang berkepentingan seperti badan usaha atau perseorangan.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

2. Tanggung jawab pemegang saham bersifat terbatas, artinya kelancaran produksi hanya akan ditangani oleh direksi beserta karyawan sehingga gangguan dari luar dapat dibatasi.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya, dan karyawan perusahaan.
4. Mudah mendapat kredit bank dengan jaminan perusahaan yang sudah ada.
5. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah direksi beserta stafnya yang diawasi oleh dewan komisaris.
6. Efisiensi dari manajemen, para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur utama yang cukup cakap dan berpengalaman.
7. Lapangan usaha lebih luas  
Suatu Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
8. Merupakan bidang usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi
9. Mudah bergerak di pasar modal

## **5.2. Struktur Organisasi**

Struktur organisasi merupakan salah satu faktor penting yang dapat menunjang kelangsungan dan kemajuan perusahaan, karena berhubungan dengan *commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

komunikasi yang terjadi dalam perusahaan demi tercapainya kerjasama yang baik antar karyawan. Untuk mendapatkan sistem organisasi yang baik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman, antara lain (Widjaja, 2003) :

- Pendelegasian wewenang
- Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
- Pembagian tugas kerja yang jelas
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab
- Sistem kontrol atas kerja yang telah dilaksanakan
- Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap asas - asas tersebut, maka dipilih organisasi kerja berdasarkan Sistem *Line and Staff*. Pada sistem ini, garis wewenang lebih sederhana, praktis dan tegas. Demikian pula dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Untuk kelancaran produksi, perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Bantuan pikiran dan nasehat akan diberikan oleh staf ahli kepada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Menurut Djoko (2003), ada 2 kelompok orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi kerja berdasarkan sistem garis dan staff ini, yaitu :

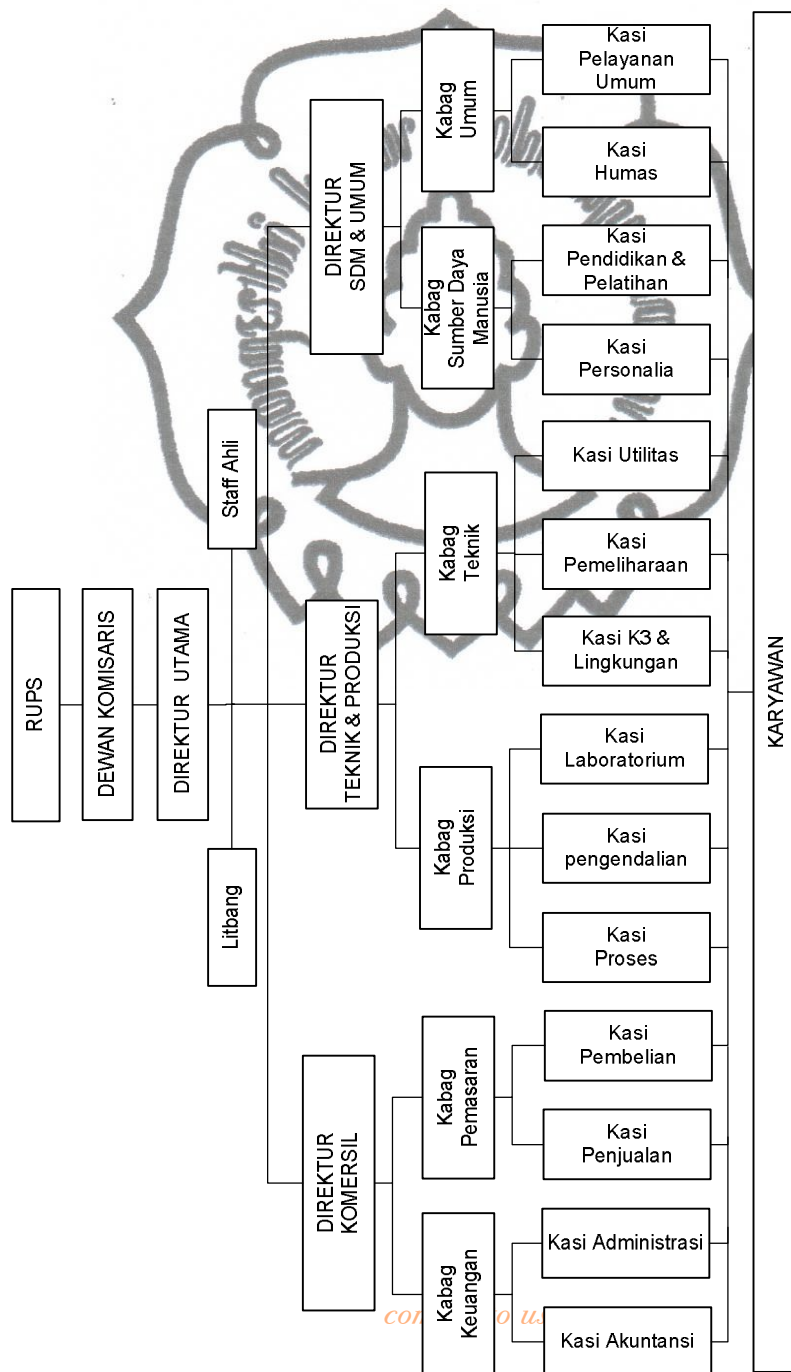
1. Sebagai garis atau lini, yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

- Sebagai staff, yaitu orang - orang yang melakukan tugas sesuai dengan keahliannya, dalam hal ini berfungsi untuk memberi saran - saran kepada unit operasional.

Struktur organisasi pabrik amonium sulfat sebagai berikut :



Gambar 5.1. Struktur Organisasi Pabrik Amonium Sulfat

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### **5.3. Tugas dan Wewenang**

#### **5.3.1. Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut. Para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk perseroan terbatas adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS).

Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang (Widjaja, 2003) :

1. Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
2. Mengangkat dan memberhentikan Direksi
3. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta laba rugi tahunan perusahaan

#### **5.3.2. Dewan Komisaris**

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemilik saham sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab kepada pemilik saham.

Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi (Widjaja, 2003) :

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber - sumber dana dan pengarahan pemasaran
2. Mengawasi tugas - tugas direksi
3. Membantu direksi dalam tugas - tugas penting

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 5.3.3. Dewan Direksi

Direksi Utama merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi, serta Direktur Keuangan dan Administrasi.

Tugas-tugas Direktur Utama meliputi :

1. Melaksanakan kebijakan perusahaan dan mempertanggung jawabkan pekerjaannya secara berkala atau pada masa akhir pekerjaannya pada pemegang saham.
2. Menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kelangsungan hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, karyawan, dan konsumen.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerja sama antara bagian produksi, keuangan dan umum.

Tugas dari direktur komersil antara lain :

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang keuangan perusahaan dan pemasaran produk.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Tugas direktur teknik dan produksi antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang teknik dan kelangsungan proses produksi.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya

Tugas direktur SDM dan umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada direktur utama dalam bidang personalia, relasi perusahaan, dan pelayanan umum.
2. Mengkoordinir, mengatur, serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### **5.3.4. Staf Ahli**

Staf ahli terdiri dari tenaga - tenaga ahli yang bertugas membantu direktur dalam menjalankan tugasnya, baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staf ahli bertanggung jawab kepada direktur utama sesuai dengan bidang keahlian masing - masing.

Tugas dan wewenang staf ahli meliputi :

1. Mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan.
2. Memberi masukan - masukan dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan.
3. Memberi saran - saran dalam bidang hukum.

*commit to user*



*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

### 5.3.5. Penelitian dan Pengembangan (Litbang)

Litbang terdiri dari tenaga-tenaga ahli sebagai pembantu direksi dan bertanggung jawab kepada direksi dalam hal pengembangan dan rekayasa produk.

Tugas dan wewenangnya meliputi:

1. Memperbaiki mutu produksi
2. Memperbaiki dan melakukan inovasi terhadap proses produksi
3. Meningkatkan efisiensi perusahaan di berbagai bidang

### 5.3.6. Kepala Bagian

Secara umum tugas kepala bagian adalah mengkoordinir, mengatur, dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis wewenang yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staf direktur. Kepala bagian bertanggung jawab kepada direktur utama (Zamani,1998).

Kepala bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Keuangan

Kepala bagian keuangan bertanggung jawab kepada direktur komersil dalam bidang keuangan perusahaan, Kabag Keuangan membawahi dua Kepala Seksi (Kasi), yaitu Kepala Seksi Akuntansi dan Kepala Seksi Administrasi.

Tugas Kasi Akuntansi adalah:

- a. Mencatat utang piutang perusahaan.
- b. Mengatur administrasi kantor dan pembukuan.
- c. Mengaudit masalah perpajakan.

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Tugas Kasi Administrasi antara lain:

- a. Menghitung penggunaan uang perusahaan, mengamankan uang, dan membuat ramalan tentang keuangan masa depan.
- b. Mengadakan perhitungan tentang gaji dan insentif karyawan.

## 2. Kepala Bagian Pemasaran

Kepala bagian pemasaran bertanggung jawab kepada direktur komersil dalam bidang pemasaran produk dan pembelian alat dan bahan yang diperlukan untuk proses produksi, Kabag Pemasaran membawahi dua Kepala Seksi (Kasi), yaitu Kepala Seksi Penjualan dan Kepala Seksi Pembelian.

Tugas Kasi penjualan, antara lain:

- a. Merencanakan strategi penjualan hasil produksi.
- b. Mengatur distribusi hasil produksi.

Tugas Kasi Pembelian, antara lain:

- a. Melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan dalam kaitannya dengan proses produksi.
- b. Mengetahui pasar dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

## 3. Kepala Bagian Produksi

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi serta mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya. Kepala bagian produksi membawahi Kepala Seksi Proses, Kepala Seksi Pengendalian, dan Kepala Seksi Laboratorium.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

Tugas Kasi Proses adalah mengawasi jalannya proses produksi dan bertanggung jawab terhadap kelancaran proses.

Tugas Kasi Pengendalian adalah mengendalikan laju produksi pabrik sesuai dengan kebutuhan pasar dan bertanggungjawab terhadap kuantitas hasil produksi, serta jumlah pemakaian bahan baku dan bahan penunjang lainnya.

Tugas seksi laboratorium, antara lain:

- a. Mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu.
- b. Mengawasi dan menganalisa mutu produksi.
- c. Mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan buangan pabrik.
- d. Membuat laporan berkala kepada Kepala Bagian Produksi.

4. Kepala Bagian Teknik

Bertanggung jawab kepada direktur produksi dalam bidang peralatan dan utilitas. Kabag Teknik membawahi Kepala Seksi Pemeliharaan, Kepala Seksi Utilitas, dan Kepala Seksi K3 & Lingkungan.

Tugas Kasi Pemeliharaan, antara lain:

- a. Melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan pabrik.
- b. Memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

Tugas Kasi Utilitas, antara lain melaksanakan dan mengatur sarana utilitas untuk memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, udara tekan dan tenaga listrik.

Tugas Kasi K3 & Lingkungan antara lain:

- a. Mengatur, menyediakan, dan mengawasi hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan kerja.
- b. Melindungi pabrik dari resiko kecelakaan kerja.

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

#### 5. Kepala Bagian Sumber Daya Manusia

Bertanggung jawab kepada direktur SDM & Umum dalam bidang personalia dan pendidikan. Kabag SDM membawahi Kepala Seksi personalia dan Kepala Seksi Pendidikan & Pelatihan.

Tugas Kasi Personalia antara lain:

- a. Menciptakan suasana kerja yang baik antara pekerja, pekerjaan, dan lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya.
- b. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang tenang dan dinamis.
- c. Melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

Tugas Kasi Pendidikan & Pelatihan adalah mendidik dan melatih karyawan baru (*on the job training*) ataupun mahasiswa kerja praktek tentang perusahaan.

#### 6. Kepala Bagian Umum

Bertanggung jawab kepada direktur SDM & umum dalam bidang hubungan masyarakat, dan pelayanan umum. Kabag Umum membawahi Kepala Seksi Humas dan Kepala Seksi Pelayanan Umum.

Kasi Humas bertugas mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan, serta menjalin relasi atau kerja sama dengan instansi lain.

Kasi Pelayanan Umum bertugas menjaga keamanan dan kebersihan pabrik, serta memberikan pelayanan umum kepada pegawai.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

#### 5.4. Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik amonium sulfat ini direncanakan beroperasi selama 330 hari dalam satu tahun dan proses produksi berlangsung 24 jam per hari. Sisa hari yang bukan hari libur digunakan untuk perawatan, perbaikan, dan *shutdown* pabrik. Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan yaitu karyawan *shift* dan *non shift*.

##### 5.4.1. Karyawan *non shift* / harian

Karyawan *non shift* adalah karyawan yang tidak menangani proses produksi secara langsung. Yang termasuk karyawan harian adalah direktur, staf ahli, kepala bagian, kepala seksi serta karyawan yang berada di kantor.

Karyawan harian akan bekerja selama 5 hari dalam seminggu dan libur pada hari Sabtu, Minggu dan hari besar, dengan pembagian kerja sebagai berikut :

Jam kerja :

- Hari Senin – Kamis : Jam 08.00 – 17.00
- Hari Jum'at : Jam 08.00 – 17.00

Jam Istirahat :

- Hari Senin – Kamis : Jam 12.00 – 13.00
- Hari Jum'at : Jam 11.00 – 13.00

##### 5.4.2. Karyawan Shift / Ploog

Karyawan *shift* adalah karyawan yang secara langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian - bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi. Yang termasuk karyawan *shift* ini adalah operator produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

gudang dan bagian utilitas, pengendalian, laboratorium, dan bagian - bagian yang harus selalu siaga untuk menjaga keselamatan serta keamanan pabrik.

Para karyawan *shift* akan bekerja secara bergantian selama 24 jam, dengan pengaturan sebagai berikut :

- *Shift* Pagi : Jam 07.00 – 15.00
- *Shift* Sore : Jam 15.00 – 23.00
- *Shift* Malam : Jam 23.00 – 07.00

Untuk karyawan *shift* ini dibagi menjadi 4 kelompok (A / B / C / D) dimana dalam satu hari kerja, hanya tiga kelompok masuk, sehingga ada satu kelompok yang libur. Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah, kelompok yang bertugas tetap harus masuk. Jadwal pembagian kerja masing-masing kelompok ditampilkan dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel 5.1. Jadwal pembagian kelompok *shift*

Hari	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pagi	A	A	A	B	B	B	C	C	C	D	D	D
Sore	B	B	C	C	C	D	D	D	A	A	A	B
Malam	C	D	D	D	A	A	A	B	B	B	C	C

Jadwal untuk tanggal selanjutnya berulang ke susunan awal.

Kelancaran produksi dari suatu pabrik sangat dipengaruhi oleh faktor kedisiplinan para karyawannya dan akan secara langsung mempengaruhi kelangsungan dan kemajuan perusahaan. Untuk itu kepada seluruh karyawan perusahaan dikenakan absensi. Disamping itu masalah absensi digunakan oleh

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

pimpinan perusahaan sebagai salah satu dasar dalam mengembangkan karier para karyawan di dalam perusahaan (Djoko, 2003).

### **5.5. Status Karyawan dan Sistem Upah**

Pada pabrik amonium sulfat ini sistem upah karyawan berbeda - beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab, dan keahlian. Menurut status karyawan dapat dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut:

#### **1. Karyawan Tetap**

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan surat keputusan (SK) direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian, dan masa kerjanya.

#### **2. Karyawan Harian**

Yaitu karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi tanpa SK direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

#### **3. Karyawan Borongan**

Yaitu karyawan yang digunakan oleh pabrik bila diperlukan saja. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan.

### **5.6. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan, dan Gaji**

Jumlah karyawan harus ditentukan dengan tepat, sehingga semua pekerjaan dapat diselenggarakan dengan baik dan efektif. Penggolongan jabatan, jumlah karyawan dan gaji dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---



*commit to user*



*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---



*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---



*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## 5.7. Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial yang diberikan oleh perusahaan pada para karyawan, antara lain (Masud, 1989) :

### 1. Tunjangan

- Tunjangan yang berupa gaji pokok yang diberikan berdasarkan golongan karyawan yang bersangkutan.
- Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang karyawan.
- Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja diluar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja.

### 2. Pakaian Kerja

Diberikan kepada setiap karyawan setiap tahun sejumlah empat pasang.

### 3. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam satu tahun.
- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan dokter.
- Cuti hamil diberikan kepada karyawan yang hendak melahirkan, masa cuti berlaku selama 2 bulan sebelum melahirkan sampai 1 bulan sesudah melahirkan.

### 4. Pengobatan

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit yang diakibatkan oleh kecelakaan kerja, ditanggung oleh perusahaan sesuai dengan undang-undang.
- Biaya pengobatan bagi karyawan yang menderita sakit tidak disebabkan oleh kecelakaan kerja, diatur berdasarkan kebijaksanaan perusahaan.

#### 5. Asuransi Tenaga Kerja

Asuransi tenaga kerja diberikan oleh perusahaan bila jumlah karyawan lebih dari 10 orang atau dengan gaji karyawan lebih besar dari Rp. 1.000.000,00 per bulan.

### 5.8. Manajemen Perusahaan

Manajemen produksi merupakan salah satu bagian dari manajemen perusahaan yang fungsi utamanya adalah menyelenggarakan semua kegiatan untuk memproses bahan baku menjadi produk dengan mengatur penggunaan faktor - faktor produksi sedemikian rupa sehingga proses produksi berjalan sesuai dengan yang direncanakan.

Manajemen produksi meliputi manajemen perancangan dan pengendalian produksi. Tujuan perencanaan dan pengendalian produksi mengusahakan perolehan kualitas produk sesuai target dalam jangka waktu tertentu. Dengan meningkatnya kegiatan produksi maka selayaknya diikuti dengan kegiatan perencanaan dan pengendalian agar penyimpangan produksi dapat dihindari.

Perencanaan sangat erat kaitannya dengan pengendalian dimana perencanaan merupakan tolak ukur bagi kegiatan operasional sehingga

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

penyimpangan yang terjadi dapat diketahui dan selanjutnya dikembalikan pada arah yang sesuai.

### **5.8.1. Perencanaan Produksi**

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada direktur keuangan dan umum. Hal yang perlu dipertimbangkan yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal adalah kemampuan pabrik sedangkan faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan.

Dipengaruhi oleh keandalan dan kemampuan mesin yaitu jam kerja efektif dan beban yang diterima.

#### **1. Kemampuan Pasar**

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- Kemampuan pasar lebih kecil dari kemampuan pabrik.

Ada tiga alternatif yang dapat diambil :

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

*commit to user*

## 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya kemampuan pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain

- Bahan Baku

Dengan pemakaian yang memenuhi kualitas dan kuantitas, maka akan mencapai jumlah produk yang diinginkan.

- Tenaga kerja

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian, sehingga diperlukan pelatihan agar kemampuan kerja keterampilannya meningkat dan sesuai dengan yang diinginkan.

- Peralatan (Mesin)

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

### 5.8.2. Pengendalian Produksi

Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan, perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan baik. Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk dengan mutu sesuai dengan standard dan jumlah produk sesuai dengan rencana dalam jangka waktu sesuai jadwal.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

a. Pengendalian Kualitas

Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kerusakan alat, dan penyimpangan operasi. Hal - hal tersebut dapat diketahui dari monitor atau hasil analisis laboratorium.

b. Pengendalian Kuantitas

Penyimpangan kuantitas terjadi karena kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan bahan baku serta perbaikan alat yang terlalu lama. Penyimpangan perlu diketahui penyebabnya, baru dilakukan evaluasi. Kemudian dari evaluasi tersebut diambil tindakan seperlunya dan diadakan perencanaan kembali dengan keadaan yang ada.

c. Pengendalian Waktu

Untuk mencapai kuantitas tertentu perlu adanya waktu tertentu pula.

d. Pengendalian Bahan Proses

Bila ingin dicapai kapasitas produksi yang diinginkan maka bahan proses harus mencukupi sehingga diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan.

Tabel 5.2. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji

<b>NO</b>	<b>Gol.</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Kualifikasi</b>	<b>Gaji /bulan</b>
1	I.	Direktur Utama	1	Magister Ekonomi / Teknik Kimia	S2 pengalaman 10 tahun	50.000.000
2	II.	Direktur Komersil	1	Magister Ekonomi / Akuntansi	S2 pengalaman 10 tahun	30.000.000
3	II.	Direktur Teknik & Produksi	1	Magister Teknik Kimia	S2 pengalaman 10 tahun	30.000.000
4	II.	Direktur SDM & Umum	3	Magister Humas / Psikologi	S2 pengalaman 10 tahun	30.000.000
5	III.	Staf Ahli	2	Sarjana Teknik / Ekonomi	S1 pengalaman 5 tahun	20.000.000
6	IV.	Litbang	1	Sarjana Teknik / MIPA	S1 pengalaman 5 tahun	15.000.000
7	V.	Kepala Bagian Produksi	1	Sarjana Teknik Kimia	S1 pengalaman 3 tahun	10.000.000
8	V.	Kepala Bagian Teknik	1	Sarjana Teknik Kimia / Mesin	S1 pengalaman 3 tahun	10.000.000
9	V.	Kepala Bagian SDM	1	Sarjana Komunikasi / Psikologi	S1 pengalaman 3 tahun	10.000.000
10	V.	Kepala Bagian Umum	1	Sarjana Manajemen / Teknik	S1 pengalaman 3 tahun	10.000.000
11	V.	Kepala Bagian Keuangan	1	Sarjana Ekonomi / Akuntansi	S1 pengalaman 3 tahun	10.000.000
12	V.	Kepala Bagian Pemasaran	1	Sarjana Ekonomi / Teknik	S1 pengalaman 3 tahun	10.000.000
13	VI.	Kepala Seksi Proses	1	Sarjana Teknik Kimia	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
14	VI.	Kepala Seksi Pengendalian	1	Sarjana Teknik	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
15	VI.	Kepala Seksi Laboratorium	1	Sarjana Teknik / MIPA	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000



Tabel 5.2. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji (lanjutan)

<b>NO</b>	<b>Gol.</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Kualifikasi</b>	<b>Gaji /bulan</b>
16	VI.	Kepala Seksi K3 & Lingkungan	1	Sarjana Teknik Kimia / Lingkungan	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
17	VI.	Kepala Seksi Pemeliharaan	1	Sarjana Teknik Mesin	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
18	VI.	Kepala Seksi Utilitas	1	Sarjana Teknik Kimia / Mesin	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
19	VI.	Kepala Seksi Administrasi	1	Sarjana Ekonomi	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
20	VI.	Kepala Seksi Akuntansi	1	Sarjana Akuntansi	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
21	VI.	Kepala Seksi Pembelian	1	Sarjana Ekonomi	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
22	VI.	Kepala Seksi Penjualan	1	Sarjana Ekonomi	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
23	VI.	Kepala Seksi Personalia	1	Sarjana Komunikasi / Psikologi	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
24	VI.	Kepala Seksi Diklat	1	Sarjana Teknik	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
25	VI.	Kepala Seksi Humas	1	Sarjana Komunikasi	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
26	VI.	Kepala Seksi Pelayanan Umum	1	Sarjana Hukum / Psikologi	S1 pengalaman 2 tahun	7.500.000
27	VII.	Sekretaris	4	Sarjana / Akademi Sekretaris	S1/D3	3.500.000
28	VIII.	Karyawan Proses	75	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.000.000
29	VIII.	Karyawan Pengendalian	10	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	4.000.000
30	VIII.	Karyawan Laboratorium	10	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.000.000

Tabel 5.2. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji (lanjutan)

<b>NO</b>	<b>Gol.</b>	<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Kualifikasi</b>	<b>Gaji /bulan</b>
31	VIII.	Karyawan K3 & Lingkungan	8	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	4.000.000
32	VIII.	Karyawan Pemeliharaan	8	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	4.000.000
33	VIII.	Karyawan Utilitas	25	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.000.000
34	VIII.	Karyawan Administrasi	8	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.500.000
35	VIII.	Karyawan Akuntansi	7	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.500.000
36	VIII.	Karyawan Pembelian	8	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.500.000
37	VIII.	Karyawan Penjualan	8	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.500.000
38	VIII.	Karyawan Personalia	8	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.500.000
39	VIII.	Karyawan Diklat	8	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.500.000
40	VIII.	Karyawan Humas	8	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.500.000
41	VIII.	Karyawan Pelayanan umum	7	Sarjana / Ahli Madya	S1/D3	3.500.000
42	VIII.	Dokter	2	Sarjana	Dokter Umum	7.000.000
43	VIII.	Perawat	2	Akademi Keperawatan	D3	3.000.000
44	VIII.	Sopir dan Pesuruh	8	SLTA / Sederajat	SLTA / Sederajat	1.150.000
45	VIII.	Petugas Kebersihan dan Keamanan	14	SLTA / Sederajat	SLTA / Sederajat	1.150.000
		<b>Total</b>	<b>257</b>			

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## **BAB VI**

### **ANALISA EKONOMI**

Pada perancangan pabrik amonium sulfat ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang menguntungkan atau tidak. Komponen terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga alat - alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk estimasi analisa ekonomi. Analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang dapat menguntungkan atau tidak jika didirikan.

Untuk itu pada perancangan pabrik amonium sulfat ini, kelayakan investasi modal dalam sebuah pabrik dapat diperkirakan dan dianalisa yaitu (Donald, 1989) :

#### **1. Profitability**

Profitability adalah selisih antara total penjualan produk dengan total biaya produksi yang dikeluarkan.

$$\textit{Profitability} = \textit{Total penjualan produk} - \textit{Total biaya produksi}$$

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## 2. *Percent Profit on Sales* (% POS)

*Percent Profit on Sales* adalah rasio keuntungan dengan harga penjualan produk. POS digunakan untuk mengetahui besarnya tingkat keuntungan yang diperoleh.

$$POS = \frac{\text{profit}}{\text{harga jual produk}} * 100\%$$

## 3. *Percent Return On Investment* (% ROI)

*Percent Return On Investment* adalah rasio keuntungan tahunan dengan mengukur kemampuan perusahaan dalam mengembalikan modal investasi. ROI membandingkan laba rata - rata terhadap *Fixed Capital Investment* (Aries-Newton, 1954).

$$P_{rb} = \frac{P_b r_a}{I_F} \quad P_{ra} = \frac{P_a r_a}{I_F}$$

$P_{rb}$  = % ROI sebelum pajak

$P_{ra}$  = % ROI setelah pajak

$P_b$  = Keuntungan sebelum pajak

$P_a$  = Keuntungan setelah pajak

$r_a$  = *Annual production rate*

$I_F$  = *Fixed Capital Investment*

## 4. *Pay Out Time* (POT)

*Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang diperlukan untuk mengembalikan *Fixed Capital Investment* berdasarkan profit yang diperoleh (Aries-Newton, 1954).

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

$$D = \frac{I_F}{P_b r_a + 0,1I_F}$$

$D$  = Pay Out time, tahun

$P_b$  = Keuntungan sebelum pajak

$r_a$  = Annual production rate

$I_F$  = Fixed Capital Investment

#### 5. Break Even Point (BEP)

*Break Even Point* adalah titik impas, besarnya kapasitas produksi dapat menutupi biaya keseluruhan, dimana pabrik tidak mendapatkan keuntungan namun tidak menderita kerugian (Peters & Timmerhaus, 2003).

$$r_a = \frac{(F_a + 0,3R_a)Z}{S_a - V_a - 0,7R_a}$$

$r_a$  = Annual production rate

$F_a$  = Annual fixed expense at max production

$R_a$  = Annual regulated expense at max production

$S_a$  = Annual sales value at max production

$V_a$  = Annual variable expense at max production

$Z$  = Annual max production

#### 6. Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* adalah suatu titik dimana pabrik mengalami kerugian sebesar *Fixed Cost* yang menyebabkan pabrik harus tutup (Peters & Timmerhaus, 2003).

$$r_a = \frac{0,3R_a Z}{S_a - V_a - 0,7R_a} \text{ commit to user}$$

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## 7. Discounted Cash Flow (DCF)

*Discounted Cash Flow* adalah interest rate yang diperoleh ketika seluruh modal yang ada digunakan semuanya untuk proses produksi. DCF dari suatu pabrik dinilai menguntungkan jika melebihi satu setengah kali bunga pinjaman bank. DCF (i) dapat dihitung dengan metode *Present Value Analysis* dan *Future Value Analysis* (Peters & Timmerhaus, 2003).

*Present Value Analysis* :

$$(FC + WC) = \frac{C}{(1+i)} + \frac{C}{(1+i)^2} + \frac{C}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C}{(1+i)^n} + \frac{WC}{(1+i)^n} + \frac{SV}{(1+i)^n}$$

*Future Value Analysis* :

$$(FC + WC) (1+i)^n = (WC + SV) + [(1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + 1] \times C$$

dengan *trial solution* diperoleh nilai  $i = \%$

Untuk meninjau faktor - faktor di atas perlu dilakukan penafsiran terhadap beberapa faktor yaitu :

### 1. Penafsiran modal industri (*Total Capital Investment*)

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran - pengeluaran yang diperlukan untuk fasilitas - fasilitas produktif dan untuk menjalankannya.

*Capital Investment* meliputi :

#### a. *Fixed Capital Investment* (Modal tetap)

adalah investasi yang digunakan untuk mendirikan fasilitas produksi dan pembantunya.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

b. *Working Capital* (Modal Kerja)

adalah bagian yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal dalam operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu dalam harga lancar.

2. Penentuan biaya produksi total (*Production Costs*), yang terdiri dari :

a. Biaya pengeluaran (*Manufacturing Costs*)

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang bersangkutan dengan produk.

- *Direct Manufacturing Cost*

*Direct Manufacturing Cost* merupakan pengeluaran yang bersangkutan langsung dalam pembuatan produk.

- *Indirect Manufacturing Cost*

*Indirect Manufacturing Cost* adalah pengeluaran sebagai akibat pengeluaran tidak langsung dari operasi pabrik.

- *Fixed Manufacturing Cost*

*Fixed Manufacturing Cost* merupakan harga yang berkenaan dengan *fixed capital* dan pengeluaran yang bersangkutan dengan *fixed capital* dimana harganya tetap, tidak tergantung waktu maupun tingkat produksi

b. Biaya pengeluaran Umum (*General Expense*)

*General Expense* adalah pengeluaran yang tidak berkaitan dengan produksi tetapi berhubungan dengan operasional perusahaan secara umum

3. Total Pendapatan penjualan produk

Yaitu keuntungan yang didapat selama satu periode produksi.

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

### 6.1. Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan proses tiap alat tergantung pada kondisi ekonomi yang sedang terjadi. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangat sulit sehingga diperlukan suatu metoda atau cara untuk memperkirakan harga suatu alat dari data peralatan serupa tahun-tahun sebelumnya. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

Tabel 6.1. Indeks Harga Alat

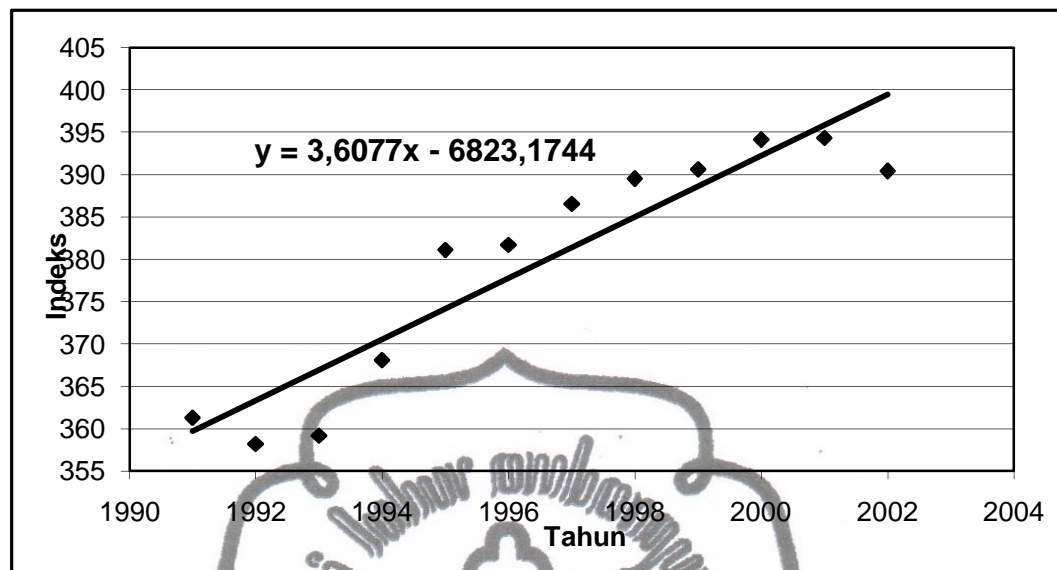
<i>Cost Indeks tahun</i>	<i>Chemical Engineering Plant Index</i>
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

Sumber : Tabel 6-2 Peters & Timmerhaus, ed.5, 2003

*commit to user*



Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun



Gambar 6.1. *Chemical Engineering Cost Index*

Dengan asumsi kenaikan indeks linear, maka dapat diturunkan persamaan *least square* sehingga didapatkan persamaan berikut:

$$Y = 3,6077 X - 6823,1744$$

Sehingga indeks tahun 2017 adalah 453,5309. Harga alat dan yang lainnya diperkirakan pada tahun evaluasi (2017) dan dilihat dari grafik pada referensi. Untuk mengestimasi harga alat tersebut pada masa sekarang digunakan persamaan (Peters & Timmerhaus, 2003) :

$$E_x = E_y \cdot \frac{N_x}{N_y}$$

$E_x$  = Harga pembelian pada tahun 2017

$E_y$  = Harga pembelian pada tahun 2007

$N_x$  = Indeks harga pada tahun 2017

$N_y$  = Indeks harga pada tahun 2007

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

## 6.2. Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi : 200.000 ton/tahun

Satu tahun operasi : 330 hari

Pabrik didirikan : 2017

Harga bahan baku

- Amonia : US \$ 120 / ton
- Karbondioksida : US \$ 50 / ton
- Gypsum : US \$ 33 / ton

## 6.3. Penentuan *Total Capital Investment (TCI)*

Asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pembangunan fisik pabrik akan dilaksanakan pada tahun 2015 dan pabrik dapat beroperasi secara komersial pada awal tahun 2017.
2. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.
3. Kapasitas produksi adalah 200.000 ton/tahun.
4. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun.
5. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 30 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
6. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan.
7. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 7 tahun (kecuali alat-alat tertentu (umur pompa dan tangki adalah 5 tahun).
8. Nilai rongsokan (*Salvage Value*) adalah nol.

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

9. Situasi pasar, biaya dan lain-lain diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi.
10. Upah buruh asing US\$ 8,5 per *man hour*.
11. Upah buruh local Rp 20.000,00 per *man hour*.
12. Satu *man hour* asing sama dengan dua *man hour* Indonesia.
13. Kurs rupiah yang dipakai Rp 9.512,00.
14. Semua produk amonium sulfat serta produk samping habis terjual.

#### 6.4. Hasil Perhitungan

##### 6.4.1 *Fixed Capital Investment (FCI)*

Tabel 6.2. *Fixed Capital Investment*

No	Jenis	US \$
1	Purchase equipment cost	8.630.748,22
2	Instalasi	1.605.493,83
3	Pemipaan	1.154.861,68
4	Instrumentasi	1.648.624,68
5	Isolasi	321.044,79
6	Listrik	751.046,48
7	Bangunan	1.842.864,39
8	Tanah dan perbaikan	1.718.156,93
9	Utilitas	1.704.995,10
<b><i>Physical plant cost</i></b>		<b>19.377.836,09</b>
10.	<i>Engineering &amp; construction</i>	3.875.567,22
<b><i>Direct plant cost</i></b>		<b>23.253.403,31</b>
11.	<i>Contractor's fee</i>	930.136,13
12.	<i>Contingency</i>	2.325.340,33
<b><i>Fixed capital investment (FCI)</i></b>		<b>26.508.879,78</b>

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

---

#### **6.4.2 Working Capital Investment (WCI)**

Tabel 6.3. *Working Capital Investment*

No.	Jenis	US \$
1.	<i>Raw material inventory</i>	2.196.101,40
2.	<i>Inprocess inventory</i>	1.430.781,36
3.	<i>Product inventory</i>	2.861.562,72
4.	<i>Extended Credit</i>	3.918.495,30
5.	<i>Available Cash</i>	2.861.562,72
<b><i>Working Capital Investment (WCI)</i></b>		<b>13.268.503,49</b>

#### **6.4.3 Total Capital Investment (TCI)**

$$\begin{aligned} \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\ &= \text{US \$ } 26.508.879,78 + \text{US \$ } 13.268.503,49 \\ &= \text{US \$ } 39.777.383,26 \end{aligned}$$

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

#### 6.4.4 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

Tabel 6.4. *Direct Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$
1.	Harga Bahan Baku	22.065.590,25
2.	Gaji Pegawai	348.191,76
3.	Supervisi	51.934,40
4.	<i>Maintenance</i>	1.590.532,79
5.	<i>Plant Supplies</i>	238.579,92
6.	<i>Royalty &amp; Patent</i>	431.034,48
7.	Utilitas	565.974,94
<b><i>Direct Manufacturing Cost</i></b>		<b>25.091.775,46</b>

#### 6.4.5 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

Tabel 6.5. *Indirect Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$
1.	<i>Payroll Overhead</i>	26.114,38
2.	<i>Laboratory</i>	17.409,59
3.	<i>Plant Overhead</i>	87.047,94
4.	<i>Packaging &amp; Shipping</i>	6.465.517,24
<b><i>Indirect Manufacturing Cost</i></b>		<b>6.596.089,15</b>

*commit to user*

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

#### 6.4.6 Fixed Manufacturing Cost (FMC)

Tabel 6.6. *Fixed Manufacturing Cost*

No.	Jenis	US \$
1.	Depresiasi	2.120.710,38
2.	<i>Property Tax</i>	265.088,80
3.	Asuransi	265.088,80
<b>Fixed Manufacturing Cost</b>		<b>2.650.887,98</b>

#### 6.4.7 Total Manufacturing Cost (TMC)

$$\begin{aligned}
 TMC &= DMC + IMC + FMC \\
 &= \text{US \$ } 25.091.775,46 + \text{US \$ } 6.596.089,15 + \text{US \$ } 2.650.887,98 \\
 &= \text{US \$ } 34.338.752,58
 \end{aligned}$$

#### 6.4.8 General Expense (GE)

Tabel 6.7. *General Expense*

No.	Jenis	US \$
1.	Administrasi	122.298,15
2.	<i>Sales</i>	862.068,97
3.	<i>Research</i>	862.068,97
4.	<i>Finance</i>	1.657.859,76
<b>General Expense (GE)</b>		<b>3.504.295,84</b>

#### 6.4.9 Total Production Cost (TPC)

$$TPC = TMC + GE$$

*Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
Dari CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, dan CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O dengan Proses Merseburg  
Kapasitas 200.000 Ton/Tahun*

$$= \text{US } \$ 34.338.752,58 + \text{US } \$ 3.504.295,84$$

$$= \text{US } \$ 37.843.048,42$$

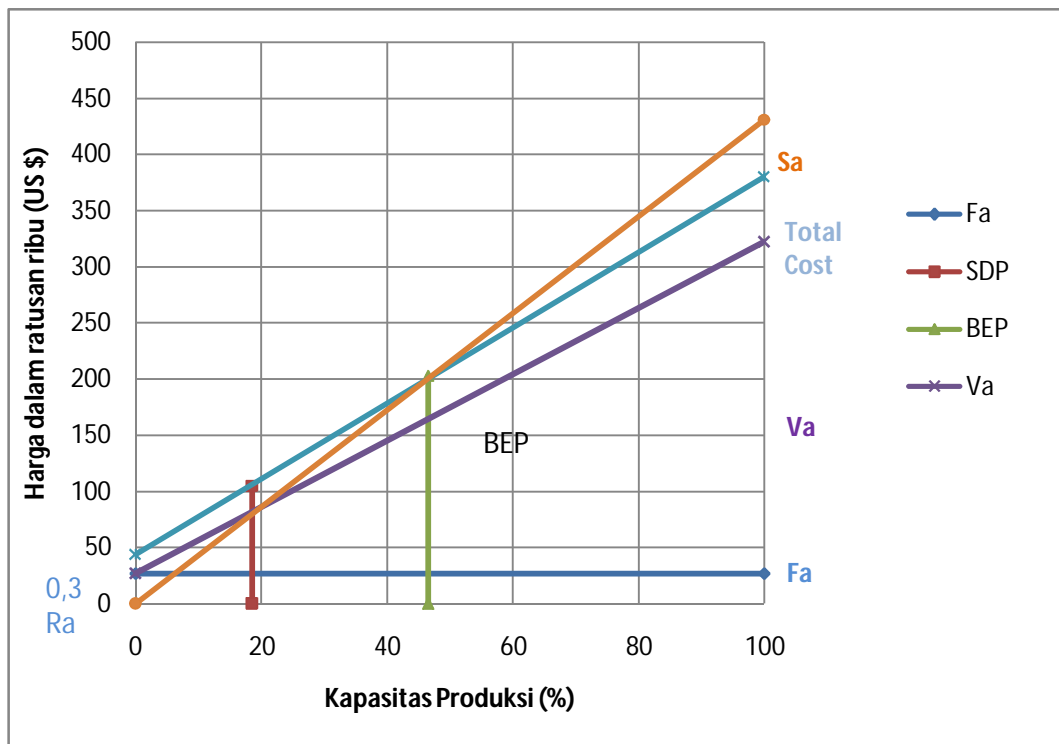
#### 6.4.10 Analisa Kelayakan

Tabel 6.8. Analisa Kelayakan

No.	Keterangan	Perhitungan	Batasan
	<i>Percent Return On Investment (% ROI)</i>		
1.	ROI sebelum pajak	19,84 %	min.11 %
	ROI setelah pajak	16,87 %	
	<i>Pay Out Time (POT), tahun</i>		
2.	POT sebelum pajak	3,59 tahun	max 5 tahun
	POT setelah pajak	4,02 tahun	
3.	<i>Break Even Point (BEP)</i>	47 %	40 - 60 %
4.	<i>Shut Down Point (SDP)</i>	18,58 %	
5.	<i>Discounted Cash Flow (DCF)</i>	22,43 %	20,25 %

*commit to user*

Prarancangan Pabrik Amonium Sulfat  
 Dari  $CO_2$ ,  $NH_3$ , dan  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  dengan Proses Merseburg  
 Kapasitas 200.000 Ton/Tahun



Gambar 6.2. Grafik analisa kelayakan

*commit to user*