

No: TK/TA/2019/ 009

**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM SULFAT  
DARI MAGNESIUM KARBONAT DAN ASAM SULFAT  
KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

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



**Oleh:**

**Nama : Tria Citra Hapsari  
No.Mahasiswa : 14521343**

**Nama : Giffari Muslim Alyaum  
No.Mahasiswa : 14521183**

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2019**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Tria Citra Hapsari

Nama : Giffari Muslim Alyaum

NIM : 14521343

NIM : 14521183

Yogyakarta, 19 Februari 2019

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

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



Tria Citra Hapsari  
NIM. 14521343

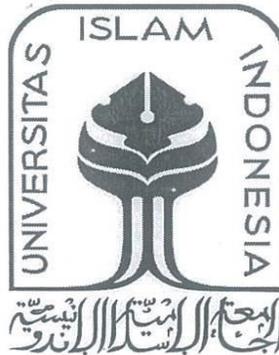


Giffari Muslim Alyaum  
NIM. 14521183

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM SULFAT  
DARI MAGNESIUM KARBONAT DAN ASAM SULFAT  
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**



Oleh :

Nama : Tria Citra Hapsari

Nama : Giffari Alyaum

No. Mahasiswa : 14521343

No. Mahasiswa : 14521183

Yogyakarta, Januari 2019

Pembimbing I,

Pembimbing II,

**Ir. Agus Taufiq, M.Sc.**  
NIP. 875210101

**Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng**  
NIP. 165210101

**LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**

**PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM SULFAT  
DARI MAGNESIUM KARBONAT DAN ASAM SULFAT  
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

Oleh :  
Nama : Tria Citra Hapsari Nama : Giffari Muslim Alyaum  
No. Mahasiswa : 14521343 No. Mahasiswa : 14521183

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

Yogyakarta, 19 Februari 2019

Tim Penguji,  
Ir. Agus Taufiq, M.Sc.  
Ketua

Dr. Arif Hidayat  
Anggota I

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

*Hidayat 25/02/2019*

*[Signature]*

Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi  
NIP. 845210102

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat, karunia dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir Perancangan Pabrik. Tidak lupa shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW., keluarganya, dan para shahabatnya, serta orang-orang yang memegang teguh kitab Allah dan sunnah Rasul-Nya.

Laporan Tugas Akhir Perancangan Pabrik yang berjudul “Pra Rancangan Pabrik Magnesium Sulfat Dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat Dengan Kapasitas 100.000 Ton/Tahun dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang wajib ditempuh untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari dukungan, bimbingan dan bantuan dari banyak pihak yang sangat berarti bagi penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala petunjuk dan pertolongan kepada hamba-Mu sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
2. Orang tua, yaitu Bapak Sutikno dan Ibu Sudarwati dan Bapak Tambat Ropianus dan Ibu Hermawati, serta keluarga tercinta atas kasih sayang,

perhatian, doa serta dukungan moril maupun materiil yang telah diberikan selama ini.

3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
4. Bapak Ir. Agus Taufiq, M.Sc. dan Ibu Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
5. Partner Tugas Akhir yang telah sama- sama menghadapi suka duka dalam menyusun proses skripsi yang Alhamdulillah akhirnya selesai juga.
6. Gelombang 8 : Nanda, Faridah, Adel, Gina, Qonita yang telah memberikan semangat dan bantuan dalam mengerjakan Tugas Akhir.
7. Serta semua pihak yang telah ikut serta memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu, saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Yogyakarta, 19 Februari 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNTATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK .....	xvii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Ketersediaan Bahan Baku .....	2
1.3 Kapasitas Perencanaan.....	2
1.4 Tinjauan Pustaka.....	4
1.4.1 Macam-macam Proses Produksi Magnesium Sulfat .....	4
1.4.2 Kegunaan Produk .....	5
BAB II.....	7
PERANCANGAN PRODUK .....	7
2.1 Spesifikasi Produk .....	7
2.1.1 Magnesium Sulfat.....	7
2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	7
2.2.1 Magnesium Karbonat.....	7
2.2.2 Asam Sulfat .....	8
2.3 Pengendalian Kualitas.....	9
2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku.....	9
2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk.....	12
2.3.3 Pengendalian Waktu Produksi.....	12
BAB III.....	13
PERANCANGAN PROSES .....	13
3.1 Uraian Proses.....	13
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	15
3.2.1 Tangki H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (T-01).....	15
3.2.2 Silo (S-01).....	15
3.2.3 Silo (S-02).....	16
3.2.4 Mixer (M-01).....	17
3.2.5 Reaktor (R-01).....	18
3.2.6 Evaporator (Ev-01).....	19
3.2.7 <i>Crystallizer</i> (Cr-01) .....	19
3.2.9 Rotary Dryer (Rd-01).....	20
3.3 PERENCANAAN PRODUKSI .....	26
3.3.1 Kapasitas Perancangan.....	26

3.3.2	Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses.....	27
BAB IV	.....	30
PERANCANGAN PABRIK	.....	30
4.1	Lokasi Pabrik.....	30
4.1.1	Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	31
4.1.2	Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	34
4.2	Tata Letak Pabrik.....	36
4.2.1	Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium.....	37
4.2.2	Area Proses dan Ruang Kontrol .....	38
4.2.3	Area Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi.....	38
4.2.4	Area Utilitas dan Power Station .....	38
4.3	Tata Letak Alat Proses .....	40
4.4	Alir Proses dan Material .....	43
4.4.1	Neraca Massa .....	43
4.2	Neraca Panas.....	46
4.5	Perawatan ( <i>Maintenance</i> ).....	52
4.6	Utilitas .....	53
4.6.1	Unit Penyediaan dan Pengolahan Air ( <i>Water Treatment System</i> ).....	54
4.6.2	Unit Pembangkit <i>Steam</i> ( <i>Steam Generation System</i> ) .....	64
4.6.3	Unit Pembangkit Listrik ( <i>Power Plant System</i> ) .....	65
4.6.4	Unit Penyediaan Udara Tekan.....	68
4.6.5	Unit Penyediaan Bahan Bakar.....	68
4.7	Organisasi Perusahaan .....	68
4.7.1	Bentuk Perusahaan .....	68
4.7.2	Struktur Organisasi .....	70
4.7.3	Tugas dan Wewenang .....	75
4.7.4	Status Karyawan.....	81
4.7.5	Ketenagakerjaan .....	82
4.7.6	Fasilitas Karyawan .....	85
4.7.7	Penggolongan Jabatan dan Keahlian .....	87
4.8	Evaluasi Ekonomi.....	88
4.8.1	Harga Alat .....	90
4.8.2	Dasar Perhitungan.....	96
4.8.3	Perhitungan Biaya.....	97
4.8.4	Analisis Keuntungan.....	100
4.8.5	Analisis Kelayakan .....	101
BAB V	.....	107
PENUTUP	.....	107
5.1	Kesimpulan.....	107
5.2	Saran .....	108
DAFTAR PUSTAKA	.....	2

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Impor Magnesium Sulfat di Indonesia .....	2
Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik .....	39
Tabel 4. 2 Neraca Massa Total .....	43
Tabel 4. 3 Neraca Massa Mixer .....	44
Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R-01).....	44
Tabel 4. 5 Neraca Massa Evaporator .....	44
Tabel 4. 5 Neraca Massa Crystallizer .....	45
Tabel 4. 5 Neraca Massa Centrifuge.....	45
Tabel 4. 5 Neraca Rotary Dryer.....	45
Tabel 4. 6 Neraca Panas <i>Mixer</i> .....	46
Tabel 4. 7 Neraca Panas <i>Heater</i> .....	46
Tabel 4. 8 Neraca Panas Reaktor.....	46
Tabel 4. 9 Neraca Panas Evaporator .....	47
Tabel 4. 10 Neraca Panas <i>Cooler</i> .....	47
Tabel 4. 11 Neraca Panas Crystallizer .....	48
Tabel 4. 12 Neraca Panas <i>Centrifuge</i> .....	48
Tabel 4. 13 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> .....	49
Tabel 4. 14 Kebutuhan air pembangkit <i>steam</i> .....	62
Tabel 4. 15 Kebutuhan air proses pendinginan .....	62
Tabel 4. 16 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga .....	63

Tabel 4. 17 Kebutuhan Listrik Alat Proses .....	66
Tabel 4.18 Kebutuhan Listrik Utilitas .....	66
Tabel 4. 19 Gaji karyawan .....	83
Tabel 4. 20 Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i> .....	85
Tabel 4. 21 Jabatan dan keahlian.....	88
Tabel 4. 22 Harga indeks .....	91
Lanjutan Tabel 4. 23 Harga indeks.....	92
Tabel 4. 24 Harga Alat Proses.....	94
Tabel 4. 25 Harga Alat Utilitas.....	95
Tabel 4. 26 <i>Physical Plant Cost (PPC)</i> .....	97
Tabel 4. 27 <i>Direct Plant Cost (DPC)</i> .....	97
Tabel 4. 28 <i>Capital Investment (FCI)</i> .....	98
Tabel 4. 29 <i>Total Working Capital Investment (WCI)</i> .....	98
Tabel 4. 30 <i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i> .....	99
Tabel 4. 31 <i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i> .....	99
Tabel 4. 32 <i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i> .....	99
Tabel 4. 33 Total Manufacturing Cost (TMC) .....	100
Tabel 4. 34 <i>General Expense (GE)</i> .....	100
Tabel 4. 35 <i>Total Production Cost (TPC)</i> .....	100
Tabel 4. 36 <i>Annual Fixed Cost (Fa)</i> .....	102
Tabel 4. 37 <i>Annual Variable Cost (Va)</i> .....	103
Tabel 4. 38 <i>Annual Regulated Cost (Ra)</i> .....	103

Tabel 4. 39 *Annual Sales Cost* (Sa) ..... 103

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Lokasi Cilegon, Banten.....	31
Gambar 4. 2 Lokasi didirikan pabrik .....	32
Gambar 4. 3 Tata Letak Pabrik (Skala 1 : 1000).....	40
Gambar 4. 4 Tata letak Alat Proses .....	42
Gambar 4. 5 Diagram Alir Kualitatif.....	50
Gambar 4. 6 Diagram Alir Kuantitatif.....	51
Gambar 4. 7 Struktur Organisasi .....	74
Gambar 4. 8 Tahun vs indeks harga .....	92
Gambar 4. 9 Grafik BEP .....	106

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A Reaktor	A-1
Lampiran B PEFD	B-1

## ABSTRAK

Magnesium sulfat heptahidrat banyak dibutuhkan di industri Indonesia, namun belum adanya pabrik yang memproduksi bahan kimia tersebut di Indonesia. Bahan baku yang sudah tersedia di Indonesia yaitu dolomit dan asam sulfat mendukung untuk didirikannya pabrik tersebut. Untuk mengurangi impor magnesium sulfat heptahidrat direncanakan akan didirikan pabrik magnesium sulfat heptahidrat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun. Proses pembuatan magnesium sulfat heptahidrat ini membutuhkan magnesium karbonat sebanyak 57.731,63ton/tahun dan asam sulfat sebanyak 66.006,5 ton/tahun sebagai bahan baku. Proses ini menghasilkan produk magnesium sulfat heptahidrat dengan kemurnian 98%. Direncanakan, pembangunan pabrik dimulai pada tahun 2022 di daerah Cilegon, Banten. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari dengan pekerja sebanyak 100 orang. Berdasarkan analisa kelayakan diperoleh Break Event Point (BEP) sebesar 47,81% dan Shut Down Poin (SDP) pada angka 29,84% serta Discounted Cash Flow Rate (DCFR) sebesar 12,44% dibandingkan dengan bunga deposito bank di Indonesia sebesar 6,0%. Return On Investment sesudah pajak ( $ROI_a$ ) sebesar 33,0% (batas minimum sebesar 11%) dan Pay Out Time setelah pajak ( $POT_a$ ) sekitar 2 tahun 9 bulan (batas maksimum 5 tahun). Berdasarkan hasil analisa tersebut maka pabrik magnesium sulfat heptahidrat yang akan didirikan dapat dikatakan layak untuk didirikan dan dapat dikatakan menarik untuk berinvestasi.

Kata- kata Kunci : Magnesium Sulfat, Magnesium Karbonat, Asam Sulfat.

## ABSTRACT

Demand for magnesium sulfate heptahydrate is significant in Indonesian industry, but there is no plant to produce this particular chemical in Indonesia, yet. Raw materials, namely magnesium carbonate and sulfuric acid, that exist in Indonesia are contributing factors to establish such plant. To reduce magnesium sulfate heptahydrate import, a magnesium sulfate heptahydrate plant with 100.000 tons per year capacity is planned to be built. Magnesium sulfate heptahydrate production process requires 57.731,63 tons/year of magnesium carbonate and 66.006,5 tons / year of sulfuric acid as raw material. This process produces magnesium sulfate heptahydrate with chemical purity of 98%. Plant producing is planned to start in 2022 at Cilegon, Banten. The factory is planned to operate for 330 days with 100 workers. Based on feasibility study obtains Break-Even Point (BEP) of 47,81%, Shut-Down Point (SDP) of 29.84%, and Discounted Cash Flow Rate (DCFR) of 12.44% compared to Indonesian bank deposit interest rate of 6.0%. After-tax Return of Investment (RoIa) of 33.0% (minimum limit of 11%) and after-tax Pay- Out Time (POTa) of 2 years and 9 months (maximum limit of 5 year). Based on the analytical results, the magnesium sulfate heptahydrate plant to be built can be considered feasible to be built and can be considered attractive for investment.

*Keywords : Magnesium Sulphate, Magnesium Carbonate, Sulphate Acid.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang di dunia yang sedang giat melaksanakan pembangunan nasional dalam berbagai bidang. Salah satu bidang yang sedang dikembangkan dan perlu ditingkatkan adalah bidang perekonomian pada sektor industri. Sampai saat ini, pembangunan industri di Indonesia terus mengalami peningkatan terutama pembangunan industri kimia, baik yang menghasilkan produk jadi maupun produk untuk diolah lebih lanjut. Pembangunan industri kimia ini sangat penting karena dapat mengurangi pengeluaran devisa negara akan banyaknya impor bahan kimia dari industri luar negeri. Salah satunya industri yang perlu didirikan adalah pabrik Magnesium Sulfat.

Magnesium sulfat adalah suatu senyawa kimia garam anorganik yang mengandung magnesium, sulfur dan oksigen dengan rumus kimia  $MgSO_4$ . Magnesium sulfat berupa padatan kristal berwarna putih yang banyak digunakan di berbagai bidang, seperti industri tekstil sebagai bahan celupan, industri pengolahan air sebagai koagulan, industri obat sebagai bahan analgesik dan bahan purgatif, industri pertanian sebagai pupuk dan lain sebagainya.

## 1.2 Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama dan penunjang yang digunakan pada proses pembuatan Magnesium Sulfat adalah :

### 1. Magnesium Karbonat ( $MgCO_3$ )

Magnesium karbonat didapatkan dengan cara impor dari industri luar negeri yaitu PT. Xiamen Ditai Chemical Co.,Ltd., China, karena belum adanya pabrik yang memproduksi di Indonesia.

### 2. Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ )

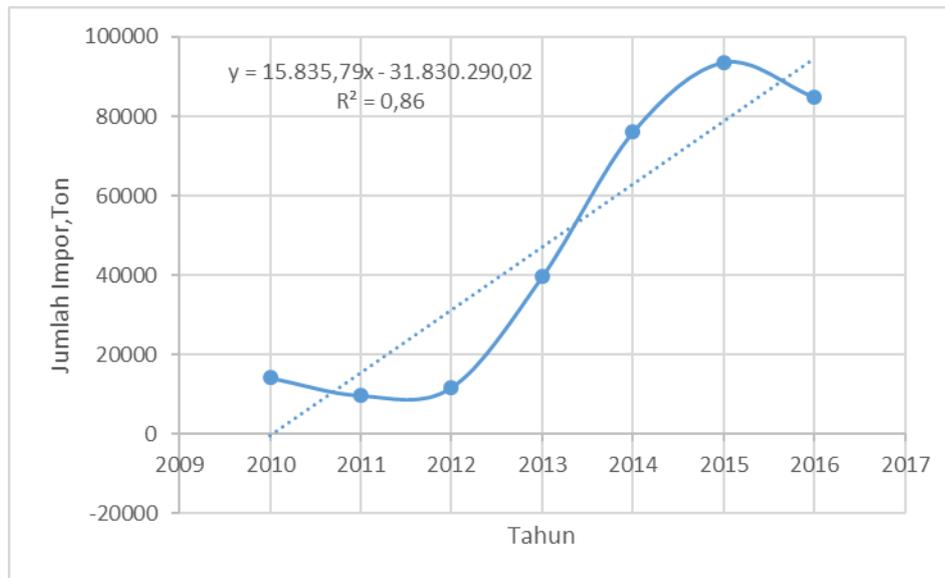
Asam sulfat didapatkan dari PT. Indonesian Acids Industry dengan kapasitas produksi 182.500 ton/tahun.

## 1.3 Kapasitas Perencanaan

Magnesium sulfat merupakan garam anorganik yang dibutuhkan di Indonesia. Hingga saat ini Indonesia masih mengimpor magnesium sulfat dari luar negeri.

**Tabel 1.1 Impor Magnesium Sulfat di Indonesia**

Tahun	Berat (Kg)	Berat (Ton)
2010	14291319	14291.319
2011	9793067	9793.067
2012	11826325	11826.325
2013	39716723	39716.723
2014	76104462	76104.462
2015	93599653	93599.653
2016	84794949	84794.949



Gambar 1.1 Gambar Impor Magnesium Sulfat di Indonesia

Berdasarkan grafik diatas, didapatkan persamaan garis lurus :  $y = 15.836x - 31,830,290$  dimana  $y$  adalah kebutuhan dan  $x$  adalah tahun. Dari persamaan tersebut, maka dapat diketahui kebutuhan impor magnesium sulfat di Indonesia pada tahun 2022 adalah :

$$y = 15,836x - 31,830,290$$

$$y = 15,836 (12) - 31,830,290$$

$$y = 174,226 \text{ ton}$$

Berdasarkan pertimbangan di atas dan berbagai persaingan yang akan tumbuh pada tahun 2022 maka kapasitas pabrik magnesium sulfat yang direncanakan sebesar 57% dari 174.226 yaitu 100.000. Sehingga kapasitas perancangan pabrik magnesium sulfat adalah sebesar 100.000 Ton/Tahun.

## 1.4 Tinjauan Pustaka

### 1.4.1 Macam-macam Proses Produksi Magnesium Sulfat

Ada tiga macam proses yang dilakukan untuk produksi Magnesium Sulfat yang biasanya digunakan pada skala industri, yaitu:

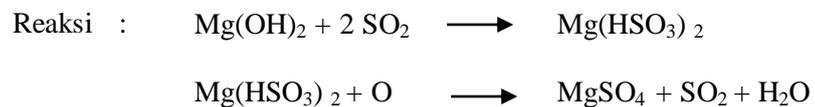
#### 1.4.1.1 Reaksi Magnesium Karbonat dengan Asam Sulfat

Magnesium karbonat direaksikan dengan asam sulfat di dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada kondisi  $T = 65^{\circ}\text{C}$  dan  $P = 1 \text{ atm}$ , maka terbentuk larutan  $\text{MgSO}_4$ . Larutan yang terbentuk difiltrasi untuk menghilangkan impuritas, kemudian dimasukkan ke dalam *evaporator* untuk memekatkan dan memurnikan cairan  $\text{MgSO}_4$  sebelum dimasukkan ke *crystallizer* untuk pembentukan kristal  $\text{MgSO}_4$ .



#### 1.4.1.2 Reaksi Magnesium Hidroksida dengan Sulfur Dioksida

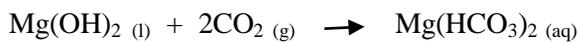
Magnesium hidroksida direaksikan dengan gas  $\text{SO}_2$  sehingga membentuk magnesium bisulfit, kemudian dilanjutkan dengan mengoksidasi magnesium bisulfit pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  dengan menggunakan katalis metal logam. Hasil oksidasi magnesium bisulfit kemudian di kristalkan untuk pembentukan kristal  $\text{MgSO}_4$ .



(Kirk-Othmer, 1998).

### 1.4.1.3 Reaksi Magnesium Hidroksida dengan Kalsium Sulfat

Proses ini menggunakan bahan baku magnesium hidroksida ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ) dan kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ). Kedua bahan baku ini diatur perbandingan komposisinya didalam *weighing tank* sebelum diumpankan kedalam *feed tank*. Suspensi ini akan dipompa dan dikarbonasi dengan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) didalam reaktor yang bertujuan untuk membentuk magnesium karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ), dengan reaksi :



Reaksi karbonasi ini berlangsung pada  $P = 3,5 - 5 \text{ atm}$ , dan  $T = 75 \text{ }^\circ\text{C}$ , sehingga diperoleh larutan magnesium bikarbonat *aqueous*, kemudian akan difiltrasi untuk menghasilkan magnesium karbonat tak larut. Selanjutnya, magnesium karbonat yang terbentuk direaksikan dengan gypsum ( $\text{CaSO}_4$ ) untuk menghasilkan magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ). Keluaran dari reaktor ini akan diumpankan ke *heating tank* pada  $T = 80-100 \text{ }^\circ\text{C}$  dan dilakukan proses pemanasan untuk menghilangkan gas karbondioksida yang tersisa. Kemudian dilakukan filtrasi untuk memisahkan endapan kapur ( $\text{CaCO}_3$ ). Filtrat yang terbentuk akan dipisahkan didalam *consentrator*, lalu difilter kembali dan dilanjutkan dengan proses kristalisasi di *crystallizer*. Kristal yang terbentuk akan difiltrasi kembali dan di keringkan untuk memperoleh produk magnesium sulfat.

### 1.4.2 Kegunaan Produk

Berbagai kegunaan Magnesium Sulfat adalah sebagai berikut:

1. Dalam skala besar digunakan dalam industri tekstil yaitu sebagai bahan celupan dengan warna anilin, pada pakaian dari bahan katun.

2. Digunakan sebagai koagulan dan bahan pengendap pada proses pengolahan air, baik air minum maupun air buangan.
3. Digunakan sebagai bahan analgesik yaitu suatu obat yang dapat menghilangkan rasa nyeri.
4. Dalam pertanian garam Epsom dapat digunakan sebagai pupuk. (Nurhaida, 1997).
5. Sebagai bahan purgatif yaitu dapat digunakan sebagai obat pencahar atau obat pencuci perut.

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan Magnesium Sulfat dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Magnesium Sulfat

Rumus kimia	: $\text{MgSO}_4$
Bentuk	: padatan
Warna	: putih
Berat molekul	: 120,367 gr/mol
Densitas	: 2,66 gr/cm <sup>3</sup>
Indeks bias	: 1,433
Suhu dekomposisi	: >700 °C
Titik leleh	: 1124°C
Specific Gravity	: 1,76 gr/cm <sup>3</sup>
Kapasitas panas, Cp	: 23 kal/degree mol
$\Delta H_f^\circ$	: -304,94 kkal/mol
$\Delta G_f^\circ$	: -277,7 kkal/mol
Kemurnian	: 98%
Impurities	: 2 % H <sub>2</sub> O

#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

##### 2.2.1 Magnesium Karbonat

Rumus kimia	: $\text{MgCO}_3$
Bentuk	: padatan serbuk
Warna	: putih

Berat molekul	: 84,31 gr/mol
Densitas	: 2,958 gr/cm <sup>3</sup>
Indeks bias	: 1,717
Titik dekomposisi	: 350°C
Titik didih	: 651°C
Kapasitas panas, Cp	: 18,05 cal/degree mol
$\Delta H_{fo}$	: -261,7 kkal/mol
$\Delta G_{fo}$	: -241,7 kkal/mol
Kemurnian	: 98%
Impurities	: 2% (1% H <sub>2</sub> O ; 0,6% SiO <sub>2</sub> ; 0,4% CaCO <sub>3</sub> )

### 2.2.2 Asam Sulfat

Rumus kimia	: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Bentuk	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 98,078 gr/mol
Densitas	: 1,84 gr/cm <sup>3</sup>
Titik didih	: 337°C
Titik beku	: -35°C
Titik dekomposisi	: >400°C (>752°F)
Tekanan uap	: <0,3 mmHg (25°C)
Densitas uap (udara = 1)	: 3,4
Kelarutan dalam air	: dapat larut
Viskositas	: 26,7 cP (20 °C)
Kapasitas panas, Cp	: 0,3404 kkal/mol.K
$\Delta H_{fo}$	: -194,56 kkal/gmol
$\Delta G_{fo}$	: -164,93 kkal/mol
Kemurnian	: 98% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; 2% H <sub>2</sub> O

### 2.2.2 Air

Rumus kimia	: H <sub>2</sub> O
Bentuk	: cairan
Warna	: tidak berwarna
Berat molekul	: 18,015 gr/mol
Densitas	: 1 gr/ml (1 atm)
Titik didih	: 100°C
Titik beku	: 0°C
pH	: 7
Tekanan uap	: 14 mmHg (20°C)
Densitas uap (udara = 1)	: 0,7
Kapasitas panas, Cp	: 4,192 kJ/Kg.K
$\Delta H_f^\circ$	: -68,3174 kkal/mol
$\Delta G_f^\circ$	: -56,6899 kkal/mol

## 2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan mulai dari bahan baku sampai menjadi produk. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik Magnesium Sulfat ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

### 2.3.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standar dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta

waktu yang tepat sesuai jadwal. Penyimpangan kualitas terjadi karena mutu bahan baku tidak baik, kesalahan operasi dan kerusakan alat. Penyimpangan dapat diketahui dari hasil *monitoring* atau analisis pada bagian laboratorium pemeriksaan. Pengendalian kualitas (*quality control*) pada pabrik Magnesium Sulfat ini meliputi:

1. Pengendalian kualitas bahan baku

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

2. Pengendalian kualitas produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap produksi Magnesium Sulfat.

3. Pengendalian kualitas produk pada waktu pemindahan (dari satu tempat ke tempat lain).

Pengendalian kualitas yang dimaksud disini adalah pengawasan produk terutama Magnesium Sulfat pada saat akan dipindahkan dari tangki penyimpanan sementara ke tangki penyimpanan tetap (*storage tank*), dari *storage tank* ke mobil truk dan ke kapal.

### **2.3.2. Pengendalian Kualitas Proses**

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan. Pengendalian dilakukan setiap tahapan proses mulai dari bahan

baku hingga menjadi produk. Pengendalian ini meliputi pengawasan terhadap mutu bahan baku, bahan pembantu, produk setengah jadi maupun produk penunjang mutu proses. Semua pengawasan mutu dapat dilakukan dengan analisis bahan di laboratorium maupun penggunaan alat kontrol.

Pengendalian dan pengawasan terhadap proses produksi dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat pada *control room*, dengan fitur otomatis yang menjaga semua proses berjalan dengan baik dan kualitas produk dapat diseragamkan. Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kendali terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun suhu.

Alat control yang harus diatur pada kondisi tertentu antara lain:

a. *Level Controller*

*Level Controller* merupakan alat yang dipasang pada bagian dinding tangki berfungsi sebagai pengendalian volume cairan tangki / *vessel*.

b. *Flow Rate Controller*

*Flow Rate Controller* merupakan alat yang dipasang untuk mengatur aliran, baik itu aliran masuk maupun aliran keluar proses.

c. *Temperature Controller*

Alat ini mempunyai *set point* / batasan nilai suhu yang dapat diatur. Ketika nilai suhu aktual yang diukur melebihi *set point*-nya maka outputnya akan bekerja. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian

mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standart dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

### **2.3.2 Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap kemurnian produk Magnesium Sulfat. Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan.

### **2.3.3 Pengendalian Waktu Produksi**

Pengendalian waktu dibutuhkan agar waktu yang digunakan selama proses produksi berlangsung dapat diminimalkan.

## BAB III

### PERANCANGAN PROSES

#### 3.1 Uraian Proses

Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang disimpan di tangki merupakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat yaitu 98% sehingga perlu dilakukan pengenceran dengan mixer (M-01) menjadi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 18% untuk meringankan beban pada alat agar tidak cepat korosi dan agar tidak mengoksidasi bahan. Larutan ini diumpankan ke dalam reactor (R-01) dan bereaksi dengan Magnesium Karbonat. Reaktor bekerja pada suhu 65°C, tekanan 1 atm, dan waktu tinggal 60 menit. Reaktor terdiri dari RATB disusun seri sebanyak 2 buah. Reaksi dalam reactor:



Reaksi bersifat irreversible dan eksotermis. Hasil dari reaksi pada reactor ke-2 (R-01) yang berupa slurry dialirkan menuju evaporator (EV-01) untuk dipekatkan lalu dikristalkan pada suhu 30°C dan tekanan vakum sehingga terbentuk kristal MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O yang tidak terlarut. Kristal yang terbentuk kemudian dipisahkan dari mother liquor di dalam centrifuge (C-01). Hasil cair pemisahan di centrifuge dikeringkan dengan rotary dryer (RD-01) sehingga didapat produk MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O. Produk kemudian disimpan untuk kemudian dijual.

##### 3.1.1 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika ditujukan untuk mengetahui sifat reaksi dan arah reaksi. Maka dari itu perlu adanya peninjauan terhadap  $\Delta H^{\circ}$  dan energi gibbs ( $\Delta G^{\circ}$ ).

Tabel 1.3 Harga  $\Delta H_f$  masing-masing komponen (Yaws, 1999)

No	Komponen	$\Delta H_f^{298}$ (kkal/mol)	$\Delta G_{298}$ (kkal/mol)
1	MgCO <sub>3</sub>	-261,7	-241900
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-212,03	-164930
3	MgSO <sub>4</sub>	-325,4	-2777
4	H <sub>2</sub> O	-68,7134	-56687,1
5	CO <sub>2</sub>	-94,052	-94260,1

$$\Delta H^{\circ}f = \Delta H^{\circ}f \text{ produk} - \Delta H^{\circ}f \text{ reaktan} \dots \dots \dots (1)$$

$$\Delta H = (\Delta H^{\circ}f + (2x\Delta H^{\circ}f) + (2x\Delta H^{\circ}f)) - (\Delta H^{\circ}f_{MgCO_3} + (2x\Delta H^{\circ}f_{H_2SO_4}))$$

$$f = -562478.5531 \text{ kkal/kmol}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa reaksi antara magnesium karbonat dan asam sulfat menghasilkan magnesium sulfat adalah reaksi eksotermis karena  $\Delta H^{\circ}f$  negatif. Sedangkan kesetimbangan kimia dipengaruhi oleh energi *Gibbs*.

Perubahan energi *Gibbs* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\Delta G^{\circ}_{298} = \Sigma \Delta G^{\circ} \text{ Produk} - \Sigma \Delta G^{\circ} \text{ Reaktan} \dots \dots \dots (2)$$

$$\begin{aligned} &= \{(\text{MgSO}_4 + \text{CaSO}_4 + 2(\text{H}_2\text{O}) + 2(\text{CO}_2) - \\ &(\text{MgCO}_3 + 2(\text{H}_2\text{SO}_4))\} \\ &= \{(-2777 + (-315930) + 2(-68315,0754) + 2(- \\ &94260,1) - \\ &(241900) + 2(-164930)\} \\ &= -48841,4 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

### 3.1 Spesifikasi Alat Proses

Spesifikasi alat pada pabrik Magnesium Sulfat dirancang dengan pertimbangan efisiensi dan optimasi proses. Adapun spesifikasi masing-masing alat yang digunakan pada pabrik ini meliputi:

#### 3.2.1 Tangki H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (T-01)

Fungsi	: Tempat Menyimpan Asam Sulfat 98%
Jenis	: Tangki Silinder tegak dengan atap berbentuk <i>torispherical head</i>
Bahan	: <i>Stainless steel SA-302 Grade B</i>
Jumlah	: 1 unit
Fase	: Cair
Kondisi Operasi	: Suhu = 30°C Tekanan = 1 atm Waktu tinggal = 7 hari
Dimensi Tangki	: Volume = 186,511 m <sup>3</sup> Diameter Tangki = 9,144 m Tinggi Tangki = 18,288 m Tinggi Head = 4,427 m Tebal Silinder = 0,1875 in
Harga	: \$554.000

#### 3.2.2 Silo (S-01)

Fungsi	: Tempat Menyimpan Magnesium Karbonat
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal dengan <i>conical bottom</i>
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>

Jumlah	: 1 unit	
Fase	: Padat	
Kondisi Operasi	: Suhu	= 30°C
	Tekanan	= 1 atm
	Waktu tinggal	= 7 hari
Dimensi Silo	: Volume	= 1214,465 m <sup>3</sup>
	Diameter Silo	= 8,7763 m
	Tinggi Silo	= 13,164 m
	Tinggi conical	= 1,081 m
	Tebal Silinder	= 1,5 in
Harga	: \$21.600	

### 3.2.3 Silo (S-02)

Fungsi	: Tempat penyimpanan produk $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	
Jenis	: Tangki Silinder Vertikal dengan <i>conical bottom</i>	
Bahan	: <i>Carbon steel SA-283 Grade C</i>	
Jumlah	: 1 unit	
Fase	: Serbuk	
Kondisi Operasi	: Suhu	= 30°C
	Tekanan	= 1 atm
	Waktu tinggal	= 7 hari
Dimensi Silo	: Volume	= 698,271 m <sup>3</sup>
	Diameter Silo	= 7,298 m
	Tinggi Silo	= 10,9467 m

Tinggi conical = 0,7115 m

Tebal Silinder = 1,5 in

Harga : \$19.000

### 3.2.4 Mixer (M-01)

Fungsi : Untuk mengencerkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 98% menjadi 18%

Jenis : Tangki silinder vertikal berpengaduk

Bahan : *Stainless steel SA-316 Grade C*

Jumlah : 1 unit

Jenis *Head* : *Torispherical Dished head dan bottom*

Fase : Cair

Kondisi Operasi : Suhu = 30°C

Tekanan = 1 atm

Spesifikasi tangki : Kapasitas = 36462,29 kg/jam

Diameter dalam = 0,89535 m

Diameter Luar = 0,91440 m

Tinggi tangki = 1,93975 m

Tebal Silinder = 0,1875 in

Tebal *head* = 0,1875 in

Pengaduk : Jenis = *Standart Three-Bladed Marine*

*Propeller*

Jumlah *baffle* = 4 buah

Daya Motor = 0,13 HP

Harga : \$ 60.093,86

### 3.2.5 Reaktor (R-01)

Fungsi	: Tempat terjadinya proses reaksi agar menghasilkan $MgSO_4$
Jenis	: Tangki silinder vertikal berpengaduk
Bahan	: <i>Stainless steel SA-316 Grade C</i>
Jumlah	: 2 unit
Jenis Head	: <i>Torispherical dished head</i> dan <i>flat bottom</i>
Fase	: Cair
Kondisi Operasi	: Suhu = 65°C Tekanan = 1 atm Waktu tinggal( $\tau$ ) = 70 menit
Spesifikasi tangki	: Kapasitas = 48178,52kg/jam Diameter Luar = 2,286 m Diameter dalam = 2,261 m Tinggi tangki = 5,279m Tebal Silinder = 0,5 in Tebal <i>head</i> = 0,1875 in
Pengaduk	: Jenis = <i>Standart Three-Bladed Marine Propeller</i>
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Daya Motor	: 0,150 HP
Jaket pendingin	: Diameter jaket = 10,02 in Tinggi jaket = 3,6 m
Harga	: \$623.445,56

### 3.2.6 Evaporator (Ev-01)

Fungsi	: Memekatkan larutan	
Tipe	: <i>Vertical Long Tube</i>	
Jenis	: <i>Shell and Tube</i>	
Jumlah	: 1 unit	
Suhu Masuk	: 65°C	
Suhu Keluar	: 105°C	
Luas penampang	: 633,49 ft <sup>2</sup>	
Beban panas	: 826885,7918 watt	
Spesifikasi alat	Diameter Luar	: 2,286 m
	Diameter Dalam	: 2,273 m
	Tinggi Evaporator	: 6,218 m
Harga	: \$95.712,46	

### 3.2.7 Crystallizer (Cr-01)

Fungsi	: Membentuk kristal MgSO <sub>4</sub>	
Jenis	: <i>Continuos Stirred Tank Crystallizer</i>	
Kondisi Operasi	Suhu	= 30°C
	Tekanan	= 1 atm
Kapasitas	: 10,758 m <sup>3</sup>	
Dimensi	: Diameter = 2,454 m ; Tinggi : 2,454 m	
	Tinggi head = 22,8894 m	
	Tebal konis = 1/4 in = 0,01 m	
	Tebal shell = 1/4 in = 0,01 m	

Tebal head =  $5/16$  in = 0,01 m

Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Jenis pengaduk	: <i>6 flat blades turbine</i>
Jumlah <i>buffle</i>	: 4 buah
Fase	: Padat-Cair
Daya aktual	: 3,7 Hp
Daya motor	: 5,00 Hp
Jumlah	: 1 buah
Harga	: \$ 151.810,01

### 3.2.8 Centrifuge (Ce-01)

Fungsi	: Memisahkan pati menggunakan gaya sentrifugal
Jumlah	: 1 unit
Jenis	: <i>Solid Bowl</i>
$P_{\text{operasi}}$	: 1 atm
$T_{\text{operasi}}$	: 30 °C
Kecepatan putar	: 4000 rpm
Diameter <i>bowl</i>	: 14 in
Daya Motor	: 0,05 HP
Harga	: \$101.400

### 3.2.9 Rotary Dryer (Rd-01)

Fungsi	: Mengurangi kadar cairan di kristal $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Jenis	: <i>Direct contact counter current rotary dryer</i>
Jumlah	: 1 buah

Kondisi Operasi	: Tekanan	= 1 atm
	Suhu masuk	= 30°C
	Suhu keluar	= 110°C
Dimensi	: Diameter	= 4,063 m
	Panjang	= 21,84 m
	Tebal shell	= 0,25 in
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>	
Kecepatan putar	: 6,1161	
Motor Penggerak	: 30 Hp	
Harga	: \$151.810	

### 3.2.10 Pompa (P-01)

Fungsi	: Mengalirkan H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 98% dari tangka penyimpanan menuju <i>mixer</i> (MT-01)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	: <i>Stainless Steel</i>
Jumlah	: 1 unit
Laju alir volumetrik	: 12695,264 L/jam
Spesifikasi pipa	: Diameter dalam (ID) = 1,61 in
	Diameter luar (OD) = 1,9 in
	Panjang pipa total = 7,713 m
<i>Head</i>	: 5,097 m
Tenaga pompa	: 0,657 Hp
Tenaga motor	: 1 Hp

Putaran spesifik : 1356,093 rpm

Harga : \$9.204

### 3.2.11 Pompa (P-02)

Fungsi : Mengalirkan air dari utilitas menuju Mixer (MT-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Carbon Steel*

Jumlah : 1 unit

Laju alir volumetrik : 135900,7 L/jam

Spesifikasi pipa : Diameter dalam (ID) = 6,065 in

Diameter luar (OD) = 6,625 in

Panjang pipa total = 7,493 m

*Head* : 4,259 m

Tenaga pompa : 2,977 Hp

Tenaga motor : 5 Hp

Putaran spesifik : 5077,248 rpm

Harga : \$24.618

### 3.2.12 Pompa (P-03)

Fungsi : Mengalirkan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 18% dari Mixer (MT-01) menuju ke Heater (HE-01)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Bahan : *Stainless Steel*

Jumlah : 1 unit

Laju alir volumetrik	: 81559,8 L/jam	
Spesifikasi pipa	: Diameter dalam (ID)	= 4,026 in
	Diameter luar (OD)	= 4,5 in
	Panjang pipa total	= 5,493 m
<i>Head</i>	: 4,5074 m	
Tenaga pompa	: 3,733 Hp	
Tenaga motor	: 5 Hp	
Putaran spesifik	: 3769,3629 rpm	
Harga	: \$9.204	

### 3.2.13 Heater (HE-01)

Fungsi	: Untuk menaikkan temperature setelah keluar dari Mixer (MT-01)
Jenis	: <i>1-1 Shell and Tube</i>
Jumlah	: 1 unit
Diameter tube	: 1/2 in
Jenis tube	: 20 BWG
Panjang tube	: 16 ft
Pitch	: <i>0,9375 triangular pitch</i>
Harga	: \$64.300

### 3.2.14 Heater (HE-02)

Fungsi	: Untuk memanaskan udara bebas menuju Rotary Dryer (RD-01)
--------	--

Jenis	: <i>1-1 Shell and Tube</i>
Jumlah	: 1 unit
Diameter tube	: 1/2 in
Jenis tube	: 20 BWG
Panjang tube	: 16 ft
Pitch	: 0,9375 <i>triangular pitch</i>
Harga	: \$64.300

### 3.2.15 Cooler (HE-03)

Fungsi	: Untuk menurunkan temperature setelah keluar dari Evaporator (EV-03)
Jenis	: <i>1-1 Shell and Tube</i>
Jumlah	: 1 unit
Diameter tube	: 3/4 in
Jenis tube	: 18 BWG
Panjang tube	: 16 ft
Pitch	: 1 <i>triangular pitch</i>
Harga	: \$20.300

### 3.2.16 Screw Conveyor (SC-01)

Fungsi	: Mengangkut Magnesium Karbonat dari Silo (S-01) ke reaktor
Jenis	: Helicoid Screw Conveyor
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm

	Suhu	= 30°C
Kondisi Fisik	: Panjang screw	= 4,5 m
	Kecepatan	= 40 rpm
	Daya motor	= 1,5 Hp
Harga	: \$3.800	

### 3.2.17 Screw Conveyor (SC-02)

Fungsi	: Mengangkut bahan dari crystallizer ke centrifuge (CE-01)	
Jenis	: Helicoid Screw Conveyor	
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>	
Kondisi Operasi	: Tekanan	= 1 atm
	Suhu	= 30°C
Kondisi Fisik	: Panjang screw	= 4,5 m
	Kecepatan	= 40 rpm
	Daya motor	= 1,5 Hp
Harga	: \$3.800	

### 3.2.18 Screw Conveyor (SC-03)

Fungsi	: Mengangkut bahan dari centrifuge (CE-01) ke rotary dryer (RD-01)
Jenis	: Helicoid Screw Conveyor
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Kondisi Operasi	: Tekanan = 1 atm

	Suhu	= 30°C
Kondisi Fisik	: Panjang screw	= 4,5 m
	Kecepatan	= 40 rpm
	Daya motor	= 1,5 Hp
Harga	: \$3.800	

### 3.2.19 Screw Conveyor (SC-04)

Fungsi	: Mengangkut bahan dari rotary dryer (RD-01) ke silo (S-03)	
Jenis	: Helicoid Screw Conveyor	
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>	
Kondisi Operasi	: Tekanan	= 1 atm
	Suhu	= 30°C
Kondisi Fisik	: Panjang screw	= 4,5 m
	Kecepatan	= 40 rpm
	Daya motor	= 1,5 Hp
Harga	: \$3.800	

## 3.3 PERENCANAAN PRODUKSI

### 3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan dan impor magnesium sulfat di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Impor magnesium sulfat dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia.

Diperkirakan kebutuhan magnesium sulfat akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri-industri yang menggunakan magnesium sulfat sebagai bahan baku dan bahan tambahan. Untuk mengantisipasi hal tersebut dan mengurangi impor magnesium sulfat, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 100.000 ton/ tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan Magnesium Sulfat di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

- a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Dapat menghemat devisa negara yang karena laju impor magnesium sulfat dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan magnesium sulfat adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik.

### **3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses**

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal

adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

#### 1. Kemampuan Pasar

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
  - 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.
  - 2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
  - 3) Mencari daerah pemasaran.

#### 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

##### a. Material ( bahan baku )

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

##### b. Manusia ( tenaga kerja )

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

c. Mesin ( peralatan )

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

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

Tata letak peralatan dan fasilitas merupakan salah satu bagian terpenting untuk memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik dalam suatu perancangan pabrik yang meliputi fasilitas bangunan, jenis dan jumlah peralatan, desain sarana pemipaan dan kelistrikan. Hal ini akan memberikan informasi yang dapat diandalkan terhadap biaya bangunan dan tanah sehingga dapat diperoleh perhitungan biaya lebih terperinci sebelum mendirikan suatu pabrik.

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Pemilihan dan penentuan letak suatu pabrik sangat penting dalam perencanaan pabrik dan akan mempengaruhi kemajuan serta kelangsungan suatu industri. Hal tersebut menyangkut faktor produksi dan besarnya keuntungan yang dihasilkan serta perluasan di masa yang akan datang. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi pabrik yang tepat karena akan memberikan kontribusi yang sangat penting baik dalam segi teknis maupun segi ekonomis. Faktor utama adalah pabrik tidak hanya dibangun dengan *production cost* dan *operating cost* yang minimum, tetapi tersedianya ruang untuk perluasan pabrik juga menjadi hal yang dipertimbangkan.

Lokasi pabrik harus menjamin biaya transportasi dan produksi yang seminimal mungkin, disamping beberapa faktor lain yang harus diperhatikan diantaranya adalah pengadaan bahan baku, utilitas, dan faktor penunjang lain-lain. Oleh karena itu pemilihan dan penentuan lokasi pabrik yang tepat merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam suatu perencanaan pabrik.

#### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

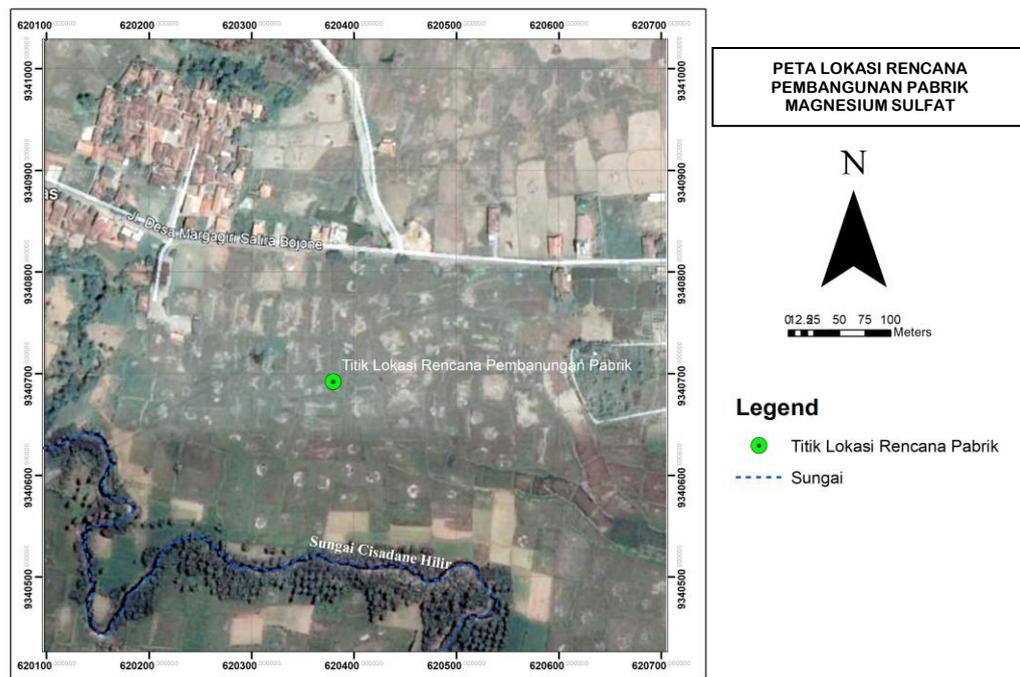
Faktor yang secara langsung dapat mempengaruhi proses produksi dan distribusi. Faktor primer yang berpengaruh secara langsung dalam pemilihan lokasi pabrik meliputi :

1. Ketersediaan bahan baku
2. Sarana utilitas yang cukup dan memadai
3. Transportasi dan distribusi yang lancar
4. Pemasaran yang cukup potensial
5. Penyediaan sumber daya manusia (tenaga kerja)
6. Keadaan iklim yang stabil

Dengan memperhatikan faktor-faktor yang dipertimbangkan di atas, maka lokasi yang tepat dan memenuhi syarat untuk lokasi pendirian pabrik Magnesium Sulfat direncanakan dibangun di daerah Cilegon, Banten (Gambar 4.1). Dan lokasi Pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.1 Lokasi Cilegon, Banten



Gambar 4.2 Lokasi didirikan pabrik Magnesium Sulfat

Daerah Cilegon merupakan lokasi terbaik untuk mendirikan pabrik Magnesium Sulfat, hal ini dipertimbangkan karena beberapa hal berikut :

#### 1. Ketersediaan Bahan Baku

Suatu pabrik sebaiknya berada di daerah yang dekat dengan sumber bahan baku dan daerah pemasaran sehingga transportasi dapat berjalan dengan lancar dan biaya transportasi dapat diminimalisir. Pabrik juga sebaiknya dekat dengan pelabuhan laut jika ada bahan baku atau produk yang dikirim dari atau ke luar negeri.

Bahan baku Magnesium karbonat didapatkan dengan cara impor dari industri luar negeri yaitu PT. Xiamen Ditai Chemical Co.,Ltd., China, karena belum adanya pabrik yang memproduksi di Indonesia. Sedangkan bahan baku

Asam sulfat didapatkan dari PT. Indonesian Acids Industry dengan kapasitas produksi 182.500 ton/tahun.

## 2. Utilitas

Dalam pendirian suatu pabrik, tenaga listrik dan bahan bakar adalah faktor penunjang yang paling penting. Tenaga listrik tersebut didapat dari PLN dan tenaga listrik sendiri. Pembangkit listrik utama untuk pabrik adalah menggunakan generator *diesel* yang bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina. Lokasi pabrik dekat dengan Sungai, maka keperluan air (air proses, air pendingin/penghasil *steam*, perumahan dan lain-lain) dapat diperoleh dengan mudah.

## 3. Transportasi

Sarana Transportasi dari dan ke lokasi pabrik haruslah lancar dan memadai. Pembelian bahan baku dan penjualan produk dapat dilakukan melalui jalan darat maupun laut. Pendirian pabrik di kawasan industri cilegon dilakukan dengan pertimbangan kemudahan sarana transportasi darat dan laut yang mudah dijangkau karena Cilegon berada dalam jalur transportasi Merak-Jakarta yang merupakan pintu gerbang pulau Jawa dan Sumatera, sehingga transportasi darat dari sumber bahan baku dan pasar tidak lagi menjadi masalah. Bandara Soekarno-Hatta juga dapat dijangkau dengan mudah, sehingga semakin mempermudah pengiriman produk. Angkutan darat dengan jalan raya yang cukup lancar dapat dilalui oleh kendaraan besar dan kecil. Pelabuhan PT Indonesia II cabang Banten yang ada cukup memadai untuk pengangkutan melalui laut, sehingga dapat mengangkut bahan baku maupun produk. Dengan ketersediaan sarana tersebut akan menjamin kelangsungan produksi pabrik.

#### 4. Pemasaran

Pemasaran produk mudah dijangkau karena tersedianya sarana transportasi yang memadai. Pemasaran produk dapat dilakukan melalui jalur darat maupun jalur laut. Pemasaran jalur laut dapat dilakukan melalui pelabuhan PT Indonesia II cabang Banten. Pemasaran produk diharapkan tidak hanya di dalam negeri melainkan dapat juga untuk di ekspor.

#### 5. Sumber Daya Manusia (Tenaga Kerja)

Sebagai kawasan industri, daerah ini merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Tenaga kerja yang dibutuhkan mudah untuk didapatkan, baik tenaga berpendidikan tinggi, menengah maupun tenaga terampil yang siap pakai, karena dari tahun ke tahun tenaga kerja semakin meningkat.

#### 6. Keadaan Iklim

Daerah Cilegon, Banten merupakan suatu daerah yang terletak di daerah kawasan industri dan cukup dekat dengan pesisir pantai yang memiliki daerah alam yang sangat menunjang. Daerah Cilegon dan sekitarnya telah direncanakan oleh pemerintah sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah produksi industri. Temperatur udara normal daerah tersebut sekitar 25-30°C, sehingga kemungkinan operasi pabrik dapat berjalan dengan lancar.

#### **4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor sekunder tidak secara langsung berperan dalam proses operasional pabrik. Akan tetapi berpengaruh dalam kelancaran proses operasional dari pabrik itu sendiri. Faktor-faktor sekunder meliputi :

1. Perluasan Areal Unit

Pendirian pabrik harus mempertimbangkan rencana perluasan pabrik tersebut dalam jangka waktu 10 atau 20 tahun ke depan, karena apabila suatu saat nanti akan memperluas area pabrik tidak kesulitan dalam mencari lahan perluasan.

2. Biaya dan Perizinan Tanah

Sesuai dengan kebijakan pemerintah tentang kebijakan pengembangan industri, daerah Cilegon telah dijadikan sebagai daerah kawasan industri. Sehingga memudahkan perijinan dalam pendirian pabrik.

Adapun faktor-faktor lain meliputi :

- Segi keamanan kerja terpenuhi.
- Tanah yang tersedia untuk lokasi pabrik masih cukup luas dan dalam harga yang terjangkau.
- Pengoperasian, pengontrolan, pengangkutan, pemindahan maupun perbaikan semua peralatan proses dapat dilakukan dengan mudah dan aman.
- Pemanfaatan areal tanah seefisien mungkin.
- Transportasi yang baik dan efisien.

3. Lingkungan masyarakat sekitar

Sikap masyarakat sekitar cukup terbuka dan mendukung dengan berdirinya pabrik baru. Hal ini disebabkan akan tersedianya lapangan pekerjaan bagi mereka, sehingga terjadi peningkatan kesejahteraan

masyarakat setelah pabrik-pabrik didirikan. Selain itu pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keselamatan dan keamanan masyarakat di sekitarnya karena dampak dan faktor-faktornya sudah dipertimbangkan sebelum pabrik berdiri.

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

Tata letak pabrik adalah tempat kedudukan dari bagian-bagian pabrik yang meliputi tempat bekerjanya karyawan, tempat peralatan, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, dan sarana lain seperti utilitas, taman dan tempat parkir.

Desain yang rasional harus memasukkan unsur lahan proses, *storage* (persediaan) dan lahan alternatif (areal *handling*) dalam posisi yang efisien dan dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut (Peter & Timmerhaus, 2004).

- a) Urutan proses produksi.
- b) Pengembangan lokasi baru atau penambahan/perluasan lokasi yang belum dikembangkan pada masa yang akan datang.
- c) Distribusi ekonomis pada pengadaan air, *steam* proses, tenaga listrik dan bahan baku.
- d) Pemeliharaan dan perbaikan.
- e) Keamanan (*safety*) terutama dari kemungkinan kebakaran dan keselamatan kerja.
- f) Bangunan yang meliputi luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.

- g) Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik dengan mempertimbangkan kemungkinan perubahan dari proses/mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
- h) Masalah pembuangan limbah cair.
- i) *Service area*, seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah, dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti (Peters and Timmerhaus, 2004) :

- 1) Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produksi, sehingga mengurangi *material handling*.
- 2) Memberikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak atau *di-blowdown*.
- 3) Mengurangi ongkos produksi.
- 4) Meningkatkan keselamatan kerja.
- 5) Mengurangi kerja seminimum mungkin.
- 6) Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

Secara garis besar *layout* pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu :

#### **4.2.1 Area Administrasi/Perkantoran dan Laboratorium**

Area administrasi merupakan pusat kegiatan administrasi pabrik yang mengatur kelancaran operasi. Laboratorium sebagai pusat pengembangan, pengendalian kualitas dan kuantitas bahan yang akan diproses serta produk yang

akan yang dijual. Fasilitas – fasilitas bagi karyawan seperti poliklinik, mess, kantin, aula dan masjid.

#### **4.2.2 Area Proses dan Ruang Kontrol**

Merupakan area tempat alat-alat proses diletakkan untuk kegiatan produksi dan proses berlangsung. Ruang kontrol sebagai pusat pengendalian berlangsungnya proses.

#### **4.2.3 Area Pergudangan, Umum, Bengkel, dan Garasi**

Merupakan area tempat menyimpan alat-alat dan bahan kimia, tempat kegiatan umum, reparasi transportasi, dan parkir kendaraan.

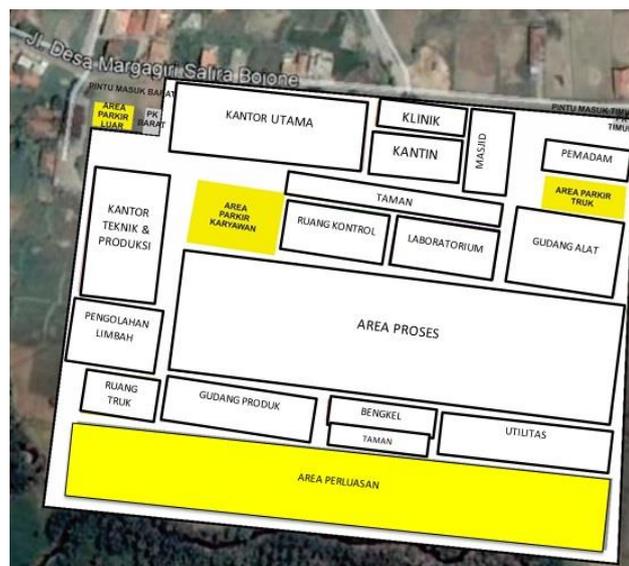
#### **4.2.4 Area Utilitas dan Power Station**

Merupakan area dimana kegiatan penyediaan air, *steam*, air pendingin dan tenaga listrik dipusatkan guna menunjang jalannya proses serta unit pemadam kebakaran..

Pendirian pabrik Magnesium Sulfat ini direncanakan di bangun pada lahan seluas 1,9 ha dengan ukuran 477 m x 370 m. Adapun tata letak pabrik dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan perincian luas tanah sebagai bangunan pabrik dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Perincian Luas Tanah dan Bangunan Pabrik

No	Bangunan	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Kantor Utama	600
2	Pos Keamanan	25
3	Mess	576
4	Parkir Tamu	264
5	Parkir Truk	224
6	Ruang Timbang Truk	50
7	Kantor Teknik dan Produksi	252
8	Klinik	120
9	Masjid	192
10	Kantin	180
11	Bengkel	240
12	Unit Pemadam Kebakaran	224
13	Gudang Alat	200
14	Laboratorium	224
15	Utilitas	500
16	Area Proses	2100
17	<i>Control Room</i>	300
18	Kontrol Utilitas	100
19	Jalan dan Taman	1500
20	Perluasan Pabrik	5000
21	Luas Tanah	12871
22	Luas Bangunan	6371
	<b>Total</b>	<b>19242</b>



Gambar 4.3 Tata Letak Pabrik (Skala 1 : 1000)

### 4.3 Tata Letak Alat Proses

Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

#### 1. Aliran bahan baku dan produk

Jalannya aliran bahan baku dan produk yang tepat akan memberikan keuntungan ekonomis yang besar, serta menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

#### 2. Aliran udara

Aliran udara di dalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan kelancarannya. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan pekerja, selain itu perlu memperhatikan arah hembusan angin.

#### 3. Pencahayaan

Penerangan seluruh pabrik harus memadai. Pada tempat-tempat proses yang berbahaya atau beresiko tinggi harus diberi penerangan tambahan.

#### 4. Lalu lintas manusia dan kendaraan

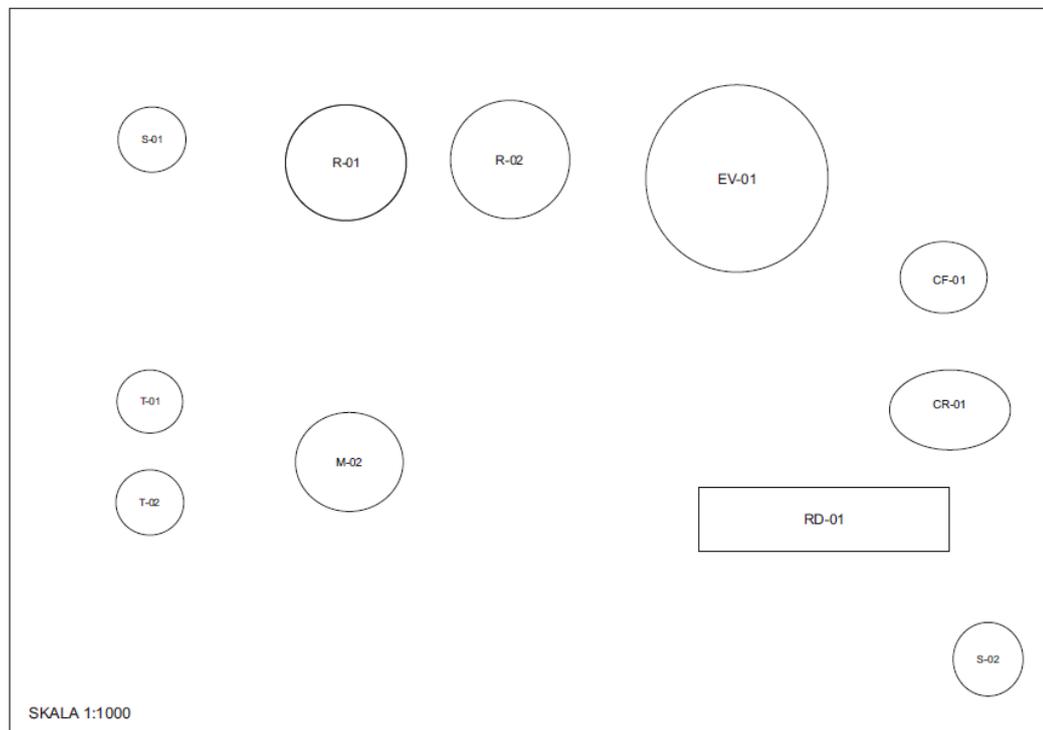
Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar apabila terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugasnya perlu diprioritaskan.

#### 5. Pertimbangan Ekonomi

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan agar dapat menekan biaya operasi dan menjamin kelancaran serta keamanan produksi pabrik sehingga dapat menggantungkan dari segi ekonomi.

#### 6. Jarak antar alat proses

Untuk alat proses yang mempunyai suhu dan tekanan operasi tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga apabila terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya.



Gambar 4. 4 Tata letak Alat Proses

Keterangan

- T – 01 : Tangki penyimpanan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- T – 02 : Tangki penyimpanan air
- S – 01 : Gudang penyimpanan MgSO<sub>4</sub>
- M – 01 : *Mixer*
- R – 01 : Reaktor
- EV – 01 : Evaporator
- CR – 01 : *Crystallizer*
- CE – 01 : *Centrifuge*
- RD – 01 : *Rotary Dryer*

#### 4.4 Alir Proses dan Material

##### 4.4.1 Neraca Massa

##### 4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4. 2 Neraca Massa Total

Komponen	No. Arus (kg/jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MgCO <sub>3</sub>	5657,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1131,5	0,0	1131,5	1131,5	1131,5	0,0	0,0	0,0
SiO <sub>2</sub>	34,6	0,0	0,0	0,0	0,0	34,6	0,0	34,6	34,6	34,6	0,0	0,0	0,0
CaCO <sub>3</sub>	23,1	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	0,0	23,1	23,1	23,1	0,0	0,0	0,0
CO <sub>2</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0	2370,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgSO <sub>4</sub> (aq)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6465,9	0,0	6465,9	264,1	264,1	0,0	0,0	0,0
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12592,4	0,0	12592,4	0,0	12592,4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0	6468,6	0,0	6468,6	0,0	1188,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H <sub>2</sub> O	57,7	132,0	35804,7	35936,7	0,0	36964,3	18482,2	18482,2	12032,4	10829,1	1203,2	1169,4	33,8
<b>TOTAL</b>	<b>5773,2</b>	<b>6600,7</b>	<b>35804,7</b>	<b>42405,4</b>	<b>2370,8</b>	<b>45807,7</b>	<b>18482,2</b>	<b>26137,4</b>	<b>26078,2</b>	<b>12282,5</b>	<b>13795,7</b>	<b>1169,4</b>	<b>12626,3</b>

#### 4.4.1.2 Neraca Massa per Alat

##### 1. Neraca Massa Mixer

Tabel 4. 3 Neraca Massa Mixer

Komponen	Input (Kg/mol)		Output(Kg/mol)
	Arus 2	Arus 3	Arus 4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6468,64	0,00	6468,64
H <sub>2</sub> O	132,01	35804,70	35936,72
Total	42405,36		42405,36

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

Tabel 4. 4 Neraca Massa Reaktor (R-01)

Komponen	Input (Kg/mol)		Output (Kg/mol)	
	Arus 1	Arus 4	Arus 5	Arus 6
MgCO <sub>3</sub>	5657,703695	0	0	1131,54
SiO <sub>2</sub>	34,63900222	0	0	34,64
CaCO <sub>3</sub>	23,09266814	0	0	23,09
CO <sub>2</sub>	0	0	2370,847263	0,00
MgSO <sub>4</sub> (aq)	0	0	0	6465,95
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	6468,641225	0	1188,12
H <sub>2</sub> O	57,73167036	35936,71569	0	36964,34
Total	48178,52395		48178,52395	

##### 3. Neraca Massa Evaporator

Tabel 4. 5 Neraca Massa Evaporator

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)
	Arus 6	Arus 8	Arus 7
MgCO <sub>3</sub>	1131,5407	1131,5407	0,0000
SiO <sub>2</sub>	34,6390	34,6390	0,0000
CaCO <sub>3</sub>	23,0927	23,0927	0,0000
MgSO <sub>4</sub>	6465,9471	6465,9471	0,0000
H <sub>2</sub> O	36964,3394	18482,1697	18482,1697
Total	70756,9481		18482,1697

## 4. Neraca Massa Crystallizer

Tabel 4. 6 Neraca Massa Crystallizer

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
	Arus 8	Arus 9
MgCO <sub>3</sub>	1131,5407	1131,5407
SiO <sub>2</sub>	34,6390	34,6390
CaCO <sub>3</sub>	23,0927	23,0927
MgSO <sub>4</sub>	6465,9471	264,1120
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,0000	12592,4319
H <sub>2</sub> O	18482,1697	12032,3875
Total	26137,3892	26078,2039

## 5. Neraca Massa Centrifuge

Tabel 4. 7 Neraca Massa Centrifuge

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)	
	Arus 9	Arus 11	Arus 10
MgCO <sub>3</sub>	1131,540739	0	1131,540739
SiO <sub>2</sub>	34,63900222	0	34,63900222
CaCO <sub>3</sub>	23,09266814	0	23,09266814
MgSO <sub>4</sub>	264,1120067	0	264,1120067
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	12592,43194	12592,43194	0
H <sub>2</sub> O	12032,3875	1203,23875	10829,14875
TOTAL	26078,20386	26078,20386	

## 6. Neraca Massa Rotary Dryer

Tabel 4. 8 Neraca Rotary Dryer

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)	
	Arus 11	Arus 13	Arus 12
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	12592,43194	12592,43194	0
H <sub>2</sub> O	1203,23875	33,83068782	1169,408062
Total	13795,67069	12626,26263	1169,408062

## 4.2 Neraca Panas

### 1. Mixer (MT-1)

Tabel 4. 9 Neraca Panas Mixer

Komponen	Q in (kJ/jam)			Q out (kJ/jam)
	Arus 2	Arus 3		Arus 4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	46314,01024			46314,01024
H <sub>2</sub> O	2768,507902	750877,0906		753645,5985
q serap			1,86265E-09	
<b>Total</b>	<b>799959,6088</b>			<b>799959,6088</b>

### 2. Heater (HE-01)

Tabel 4. 10 Neraca Panas Heater

Komponen	Q in (kJ/jam)		Q out (kJ/jam)
	Arus 4		Arus 4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	47362,74775		374152,8996
H <sub>2</sub> O	776238,4871		6008628,92
Steam Jenuh		5559180,585	
<b>Total</b>	<b>6382781,82</b>		<b>6382781,82</b>

### 3. Reaktor

Tabel 4. 11 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Q in (kJ/jam)			Q out (kJ/jam)	
	Arus 1	Arus 4		Arus 5	Arus 6
MgCO <sub>3</sub>	1610,5				322,1
SiO <sub>2</sub>	329,6				329,6
CaCO <sub>3</sub>	224,2				224,2
CO <sub>2</sub>				25266,6872	
MgSO <sub>4</sub>					2035,5
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		374152,8996			
H <sub>2</sub> O		6008628,92			6180447,9

Kebutuhan Panas					176334,6
Panas reaksi			14,4		
Total	6384960,5			6384960,5	

#### 4. Evaporator

Tabel 4. 12 Neraca Panas Evaporator

Komponen	Q in (kJ/jam)	Q out (kJ/jam)	
	Arus 6	Arus 8	Arus 7
MgCO <sub>3</sub>	360,2	355,4	
SiO <sub>2</sub>	645,4	605,0	
CaCO <sub>3</sub>	441,6	413,9	
MgSO <sub>4</sub>	2276,2	2246,1	
H <sub>2</sub> O	12364750,7	5794199,3	5794199,3
Total	12368474,1	11592019,2	

#### 7. Cooler

Tabel 4. 13 Neraca Panas Cooler

Komponen	Q in (kJ/jam)		Q out (kJ/jam)
	Arus 8		Arus 8
MgCO <sub>3</sub>	355,4		295,1
SiO <sub>2</sub>	605,0		141,1
CaCO <sub>3</sub>	413,9		88,3
MgSO <sub>4</sub>	2246,1		1865,1
H <sub>2</sub> O	5794199,3		906168,2
Cooling water		-4889261,9	
Total	908557,9		908557,9

## 8. Crystallizer

Tabel 4. 14 Neraca Panas Crystallizer

Komponen	Q in (kJ/jam)		Q out (kJ/jam)
	Arus 8		Arus 9
MgCO <sub>3</sub>	295,1		295,1
SiO <sub>2</sub>	141,1		141,1
CaCO <sub>3</sub>	88,3		88,3
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,0		5906,2
MgSO <sub>4</sub>	1865,1		76,2
H <sub>2</sub> O	906168,2		589939,8
q serap		-312111,2	
Total	596446,7		596446,7

## 9. Centrifuge

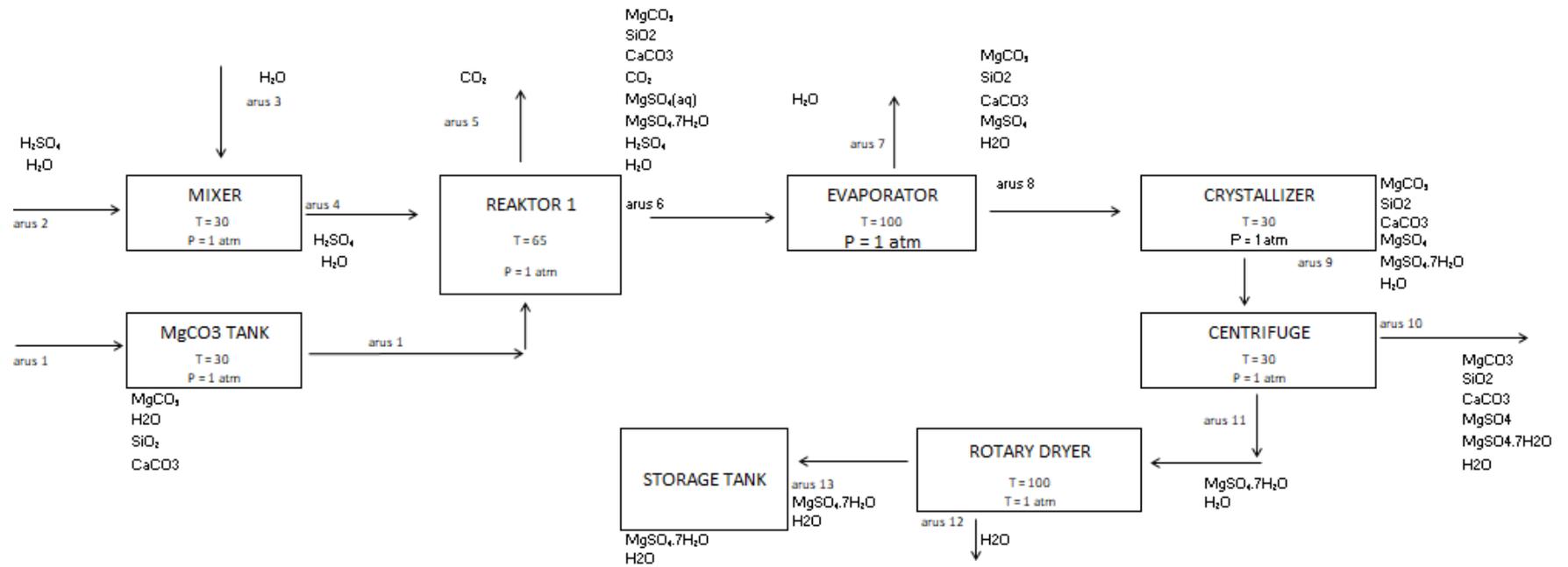
Tabel 4. 15 Neraca Panas Centrifuge

Komponen	Q in (kJ/jam)	Q out (kJ/jam)	
	Arus 9	Arus 10	Arus 11
MgCO <sub>3</sub>	295,1	295,1	
SiO <sub>2</sub>	141,1	141,1	
CaCO <sub>3</sub>	88,3	88,3	
MgSO <sub>4</sub>	76,2	76,2	
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	5906,2		5906,2
H <sub>2</sub> O	589939,8	530945,8	58994,0
Total	596446,7	596446,7	

**10. Rotary Dryer**Tabel 4. 16 Neraca Panas *Rotary Dryer*

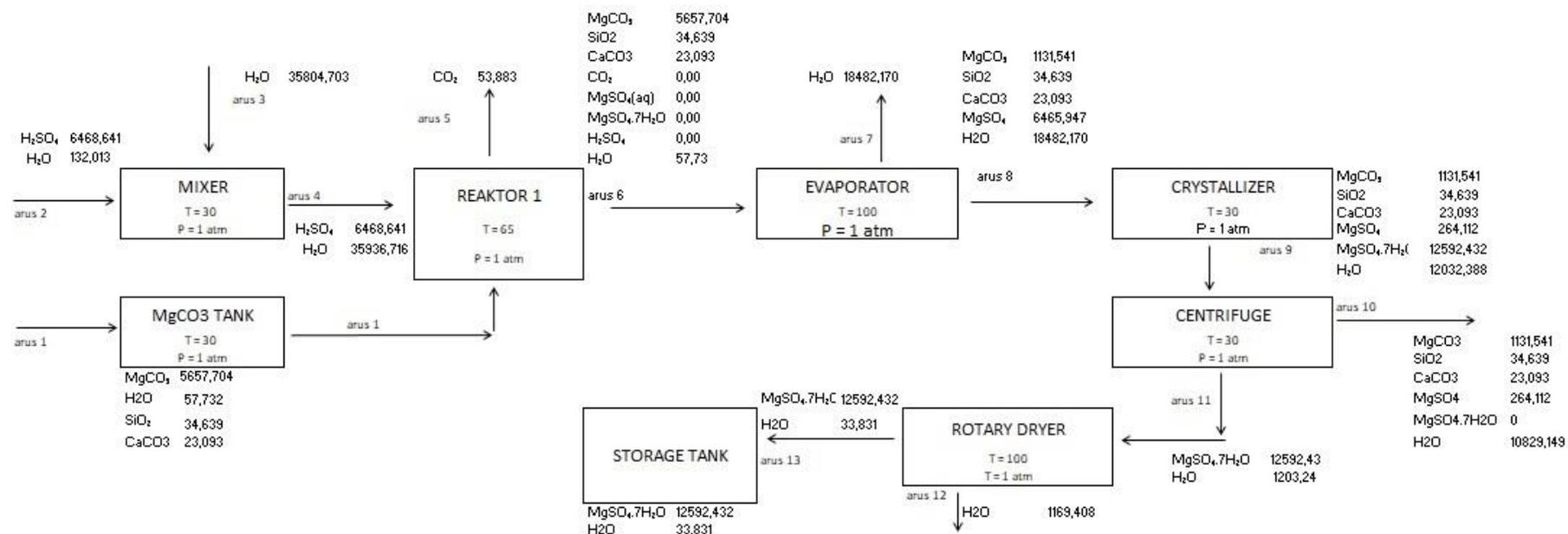
Komponen	Q in (kJ/jam)	Q out (kJ/jam)	
	Arus 11	Arus 12	Arus 13
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	7112,8		7112,8
H <sub>2</sub> O	377217,9	366611,9	10606,0
Total	384330,7	384330,7	

### Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4. 5 Diagram Alir Kualitatif

### Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 4. 6 Diagram Alir Kuantitatif

#### 4.5 Perawatan (*Maintenance*)

*Maintenance* berguna untuk menjaga sarana atau fasilitas peralatan pabrik dengan cara pemeliharaan dan perbaikan alat agar produksi dapat berjalan dengan lancar dan produktifitas menjadi tinggi sehingga akan tercapai target produksi dan spesifikasi produk yang diharapkan.

Perawatan preventif dilakukan setiap hari untuk menjaga dari kerusakan alat dan kebersihan lingkungan alat. Sedangkan perawatan periodik dilakukan secara terjadwal sesuai dengan buku petunjuk yang ada. Penjadwalan tersebut dibuat sedemikian rupa sehingga alat-alat mendapat perawatan khusus secara bergantian. Alat-alat berproduksi secara kontinyu dan akan berhenti jika terjadi kerusakan.

Perawatan alat-alat proses dilakukan dengan prosedur yang tepat. Hal ini dapat dilihat dari penjadwalan yang dilakukan pada setiap alat. Perawatan mesin tiap-tiap alat meliputi :

1. *Over head* 1 x 1 tahun

Merupakan perbaikan dan pengecekan serta *leveling* alat secara keseluruhan meliputi pembongkaran alat, pergantian bagian-bagian alat yang sudah rusak, kemudian kondisi alat dikembalikan seperti kondisi semula.

2. *Repairing*

Merupakan kegiatan *maintenance* yang bersifat memperbaiki bagian-bagian alat. Hal ini biasanya dilakukan setelah pemeriksaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi *maintenance*:

a. Umur alat

Semakin tua umur alat semakin banyak pula perawatan yang harus diberikan yang menyebabkan bertambahnya biaya perawatan.

b. Bahan baku

Penggunaan bahan baku yang kurang berkualitas akan menyebabkan kerusakan alat sehingga alat akan lebih sering dibersihkan.

c. Tenaga manusia

Pemanfaatan tenaga kerja terdidik, terlatih dan berpengalaman akan menghasilkan pekerjaan yang baik pula.

#### 4.6 Utilitas

Untuk mendukung proses dalam suatu pabrik diperlukan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang merupakan sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan.

Salah satu faktor yang menunjang kelancaran suatu proses produksi didalam pabrik yaitu penyediaan utilitas. Penyediaan utilitas ini meliputi :

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)

Unit ini berfungsi menyediakan air pendingin, air umpan *boiler* dan air sanitasi untuk air perkantoran dan air untuk perumahan.

2. Unit Pembangkit *Steam* (*Steam Generation System*)

Unit ini berfungsi menyediakan panas yang digunakan di *heat exchanger* dan *reboiler*.

### 3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)

Unit ini berfungsi menyediakan tenaga penggerak untuk peralatan proses, keperluan pengolahan air, peralatan-peralatan elektronik atau listrik AC, dan penerangan. Listrik diperoleh dari PLN dan Generator Set sebagai cadangan apabila PLN mengalami gangguan.

### 4. Unit Penyedia Udara Instrumen (*Instrument Air System*)

Unit ini berfungsi menyediakan udara tekan untuk menjalankan sistem instrumentasi. Udara tekan diperlukan untuk alat kontrol *pneumatic*.

### 5. Unit Penyediaan Bahan Bakar

Unit ini berfungsi menyediakan bahan bakar untuk *Boiler* dan Generator.

## **4.6.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)**

### **4.6.1.1 Unit Penyediaan Air**

Dalam memenuhi kebutuhan air suatu industri, pada umumnya menggunakan air sumur, air sungai, air danau maupun air laut sebagai sumber untuk mendapatkan air. Dalam perancangan pabrik Magnesium Sulfat ini, sumber air yang digunakan berasal air sungai yang terdekat dengan pabrik. Pertimbangan menggunakan air sungai sebagai sumber untuk mendapatkan air adalah :

- Air sungai merupakan sumber air yang kontinuitasnya relatif tinggi, sehingga kendala kekurangan air dapat dihindari.

- Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan biaya pengolahan relatif murah dibandingkan dengan proses pengolahan air laut yang lebih rumit dan biaya pengolahannya umumnya lebih besar.
- Letak sungai berada dekat dengan pabrik.
- Jumlah air sungai lebih banyak dibanding dari air sumur

Air yang diperlukan pada pabrik ini adalah :

a. Air pendingin

Pada umumnya air digunakan sebagai media pendingin karena faktor-faktor berikut :

- Air merupakan materi yang dapat diperoleh dalam jumlah besar.
- Mudah dalam pengolahan dan pengaturannya.
- Dapat menyerap jumlah panas yang relatif tinggi persatuan volume.
- Tidak mudah menyusut secara berarti dalam batasan dengan adanya perubahan temperatur pendingin.
- Tidak terdekomposisi.

b. Air Umpan *Boiler* (*Boiler Feed Water*)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan *boiler* adalah sebagai berikut :

- Zat-zat yang dapat menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam *boiler* disebabkan air mengandung larutan-larutan asam, gas-gas terlarut seperti O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S dan NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub> masuk karena aerasi maupun kontak dengan udara luar.

- Zat yang dapat menyebabkan kerak (*scale forming*)

Pembentukan kerak disebabkan adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam-garam karbonat dan silika. Kerak dalam *boiler* dapat menyebabkan isolasi terhadap proses perpindahan panas terhambat dan kerak yang terbentuk dapat pecah sehingga dapat menimbulkan kebocoran.

- Zat yang menyebabkan *foaming*

Air yang diambil kembali dari proses pemanasan bisa menyebabkan *foaming* pada *boiler* karena adanya zat-zat organik yang tak larut dalam jumlah besar. Kesulitan yang dihadapi dengan adanya *foaming* diantaranya adalah kesulitan dalam pembacaan tinggi *liquid* dalam *boiler* dan juga buih ini dapat menyebabkan percikan yang kuat serta dapat mengakibatkan penempelan padatan yang menyebabkan terjadinya korosi apabila terjadi pemanasan lanjut. Untuk mengatasi hal-hal di atas maka diperlukan pengontrolan terhadap kandungan lumpur, kerak, dan alkalinitas air umpan *boiler*. Efek pembusaan terutama terjadi pada alkalinitas tinggi.

c. Air sanitasi

Air sanitasi adalah air yang akan digunakan untuk keperluan sanitasi.

Air ini antara lain untuk keperluan perumahan, perkantoran laboratorium, masjid. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

- Syarat fisika, meliputi:

Suhu : Di bawah suhu udara

Warna : Jernih

Rasa : Tidak berasa

Bau : Tidak berbau

- Syarat kimia, meliputi:

Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut dalam air.

Air sanitasi tidak mengandung bakteri terutama bakteri patogen yang dapat merubah sifat fisis air.

#### **4.6.1.2 Unit Pengolahan Air**

Dalam perancangan pabrik Magnesium Sulfat ini, kebutuhan air diambil dari air sungai yang terdekat dengan pabrik. Adapun tahap-tahap proses pengolahan air yang dilakukan meliputi :

##### **1. Penyaringan Awal / *screening***

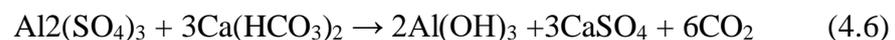
Sebelum mengalami proses pengolahan, air dari sungai harus mengalami pembersihan awal agar proses selanjutnya dapat berlangsung dengan lancar. Air sungai dilewatkan *screen* (penyaringan awal) berfungsi untuk menahan kotoran-kotoran yang berukuran besar seperti kayu, ranting, daun, sampah dan sebagainya. Kemudian dialirkan ke bak pengendap.

##### **2. Bak pengendap (BU-01)**

Air sungai setelah melalui filter dialirkan ke bak pengendap awal. Untuk mengendapkan lumpur dan kotoran air sungai yang tidak lolos dari penyaring awal (*screen*). Kemudian dialirkan ke bak pengendap yang dilengkapi dengan pengaduk.

### 3. *Premix Tank* (TU-01)

Air setelah melalui bak pengendap awal kemudian dialirkan ke bak penggumpal untuk menggumpalkan koloid-koloid tersuspensi dalam cairan (larutan) yang tidak mengendap di bak pengendap dengan cara menambahkan senyawa kimia. Umumnya flokulan yang biasa digunakan adalah Tawas atau alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) dan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Adapun reaksi yang terjadi dalam bak penggumpal adalah :



### 4. *Clarifier* (CLU)

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

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

- a.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4).18\text{H}_2\text{O}$  yang berfungsi sebagai koagulan.
- b.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang berfungsi sebagai flokulan.

Pada *clarifier* lumpur dan partikel padat lain diendapkan dengan diinjeksi alum ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4).18\text{H}_2\text{O}$ ) sebagai koagulan yang membentuk flok.

Selain itu ditambahkan NaOH sebagai pengatur pH. Air baku dialirkan ke bagian tengah *clarifier* untuk diaduk. Selanjutnya air bersih akan keluar melalui pinggiran *clarifier* sebagai *overflow*, sedangkan flok yang terbentuk atau *sludge* akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dengan waktu yang telah ditentukan. Air baku yang belum di proses memiliki *turbidity* sekitar 42 ppm. Setelah keluar *clarifier* kadar *turbidity* akan turun menjadi kurang dari 10 ppm.

#### 5. Penyaring pasir ( FU )

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

#### 6. Bak Penampung Sementara (BU-02)

Air setelah keluar dari bak penyaring dialirkan ke tangki penampung yang siap akan distribusikan sebagai air perumahan/perkantoran, air umpan *boiler* dan air pendingin.

#### 7. Tangki Klorinator (TU-02)

Air setelah melalui bak penampung dialirkan ke tangki Klorinator (TU-02). Air harus ditambahkan dengan klor atau kaporit untuk

membunuh kuman dan mikroorganisme seperti *amoeba*, ganggang dan lain-lain yang terkandung dalam air sehingga aman untuk dikonsumsi.

#### 8. *Kation exchanger* (KEU)

Air dari bak penampung (BU-02) berfungsi sebagai *make up boiler*, selanjutnya air diumpankan ke *kation exchanger* (KEU). Tangki ini berisi resin pengganti kation-kation yang terkandung dalam air diganti ion  $H^+$  sehingga air yang akan keluar dari *kation exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion  $H^+$ .

#### 9. *Anion exchanger* (AEU)

Air yang keluar dari tangki *kation exchanger* (KEU) kemudian diumpankan *anion exchanger* (AEU). AEU berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $CO_3^{2-}$ ,  $Cl^-$ , dan  $SO_4^{2-}$  akan terikat dengan resin. Dalam waktu tertentu, anion resin akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH.

#### 10. Unit Deaerator (DAU)

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan *boiler* dari gas-gas yang dapat menimbulkan korosi pada *boiler* seperti oksigen ( $O_2$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Air yang telah mengalami demineralisasi (*kation exchanger* dan *anion exchanger*) dipompakan menuju deaerator. Pada pengolahan air untuk (terutama) *boiler* tidak boleh mengandung gas terlarut dan padatan terlarut, terutama yang dapat menimbulkan korosi. Unit deaerator ini berfungsi menghilangkan gas  $O_2$  dan  $CO_2$  yang dapat

menimbulkan korosi. Di dalam deaerator diinjeksikan bahan kimia berupa hidrazin ( $N_2H_2$ ) yang berfungsi untuk mengikat  $O_2$  sehingga dapat mencegah terjadinya korosi pada *tube boiler*. Air yang keluar dari deaerator dialirkan dengan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*).

#### 11. Bak Air Pendingin (BU-03)

Pendingin yang digunakan dalam proses sehari-hari berasal dari air yang telah digunakan dalam pabrik kemudian didinginkan dalam *cooling tower*. Kehilangan air karena penguapan, terbawa udara maupun dilakukannya *blowdown* diganti dengan air yang disediakan di bak air bersih. Air pendingin harus mempunyai sifat-sifat yang tidak korosif, tidak menimbulkan kerak, dan tidak mengandung mikroorganisme yang bisa menimbulkan lumut.

Untuk mengatasi hal tersebut diatas, maka kedalam air pendingin diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut:

- a. Fosfat, berguna untuk mencegah timbulnya kerak.
- b. Klorin, untuk membunuh mikroorganisme.
- c. Zat dispersant, untuk mencegah timbulnya penggumpalan

#### 4.6.1.3 Kebutuhan Air

##### a. Kebutuhan air pembangkit *steam*

Tabel 4. 17 Kebutuhan air pembangkit *steam*

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
Heater-1	9082,45
Heater-2	8401,63
Evaporator	18586,30
Jumlah	36504,28

Air pembangkit *steam* 80% dimanfaatkan kembali, maka *make up* yang diperlukan 20%, sehingga

$$\begin{aligned} \text{Blowdown pada boiler} &= 15\% \times 7300,857 \text{ kg/jam} \\ &= 1095,1 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Steam trap} &= 5\% \times 7300,857 \text{ kg/jam} \\ &= 365,04 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Makeup water for steam} &= \text{Blowdown} + \text{Steam trap} \\ &= (1091,1 + 365,04) \text{ kg/jam} \\ &= \mathbf{1460,71 \text{ kg/jam}} \end{aligned}$$

##### b. Air Proses Pendinginan

Tabel 4. 18 Kebutuhan air proses pendinginan

Nama alat	Jumlah (kg/jam)
Cooler	117023,98
Coil	181,91
<b>Total</b>	<b>117205,89</b>

$$\begin{aligned}
 \text{make up water} &= W_e + W_d + W_b \\
 &= (1793,25 + 175,81 + 448,31) \text{ kg/jam} \\
 &= \mathbf{2417,37 \text{ kg/jam}}
 \end{aligned}$$

c. Air untuk perkantoran dan rumah tangga

Dianggap 1 orang membutuhkan air = 100 L/hari

Jumlah karyawan = 100 orang

Tabel 4. 19 Kebutuhan air untuk perkantoran dan rumah tangga

No	Pengguna	Kebutuhan (kg/hari)
1.	Karyawan	12787.77
2.	Bengkel	200
3.	Poliklinik	300
4.	Laboratorium	500
5.	Kantin, Mushola dan taman	5000
6.	Mess	80000
	Jumlah	104787,7700

Jumlah kebutuhan air domestik = **1417 kg/jam**

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan air total} &= \text{Make up water} + \text{Make up steam} + \text{Water} \\
 &\quad \text{Domestic} + \text{Water Process} \\
 &= (325,38 + 34,58 + 4366,16 + 56528,16) \text{ kg/jam} \\
 &= 61554,515 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diambil angka keamanan 10\%} &= 1,1 \times 61554,515 \text{ kg/jam} \\
 &= 67709,96 \text{ kg/jam}
 \end{aligned}$$

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

Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (*boiler*) dengan spesifikasi:

Kapasitas	: 144,06 kg/jam
Jenis	: <i>Water Tube Boiler</i>
Jumlah	: 1 buah

*Boiler* tersebut dilengkapi dengan sebuah unit *economizer safety valve sistem* dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis.

Air dari *water treatment plant* yang akan digunakan sebagai umpan *boiler* terlebih dahulu diatur kadar silika, O<sub>2</sub>, Ca dan Mg yang mungkin masih terikut dengan jalan menambahkan bahan-bahan kimia ke dalam *boiler feed water tank*. Selain itu juga perlu diatur pH nya yaitu sekitar 10,5–11,5 karena pada pH yang terlalu tinggi korosivitasnya tinggi.

Sebelum masuk ke *boiler*, umpan dimasukkan dahulu ke dalam *economizer*, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran batubara yang keluar dari *boiler*. Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 140<sup>0</sup>C, kemudian diumpankan ke *boiler*.

Di dalam *boiler*, api yang keluar dari alat pembakaran (*burner*) bertugas untuk memanaskan lorong api dan pipa - pipa api. Gas sisa pembakaran ini masuk ke *economizer* sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam *boiler* menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, uap air yang terbentuk terkumpul sampai mencapai tekanan 10 bar,

baru kemudian dialirkan ke *steam header* untuk didistribusikan ke area-area proses.

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

Kebutuhan listrik pada pabrik ini dipenuhi oleh 2 sumber, yaitu PLN dan generator diesel. Selain sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, diesel juga dimanfaatkan untuk menggerakkan power - power yang dinilai penting antara lain *boiler* , kompresor, pompa. Spesifikasi diesel yang digunakan adalah :

Kapasitas	: 102,7447 kW
Jenis	: Generator Diesel
Jumlah	: 1 buah

Prinsip kerja dari diesel ini adalah solar dan udara yang terbakar secara kompresi akan menghasilkan panas. Panas ini digunakan untuk memutar poros engkol sehingga dapat menghidupkan generator yang mampu menghasilkan tenaga listrik. Listrik ini didistribusikan ke panel yang selanjutnya akan dialirkan ke unit pemakai. Pada operasi sehari-hari digunakan listrik PLN 100%. Tetapi apabila listrik padam, operasinya akan menggunakan tenaga listrik dari diesel 100%. Kebutuhan listrik untuk alat proses terdapat pada tabel 4.17

Tabel 4. 20 Kebutuhan Listrik Alat Proses

<b>Nama Alat</b>	<b>Power pompa (Hp)</b>
Pompa-01	0.7500
Pompa-02	1,000
Pompa-03	0.500
Total	3.8000

Kebutuhan listrik untuk keperluan alat proses = 3.8 Hp

maka total power yang dibutuhkan = 6.5621 kW

Kebutuhan listrik untuk utilitas terdapat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Kebutuhan Listrik Utilitas

<b>Nama Alat</b>	<b>Power (hp)</b>
PU-01	0.5
PU-02	3.0
PU-03	0.5
PU-04	0.3
PU-05	0.33
PU-06	0.33
PU-07	0.33
PU-08	0.5
PU-09	0.1
PU-10	0.1

CT	3.0
TF	5.0
KU	6.0
PU-11	0.1
PU-12	0.2

Jumlah kebutuhan listrik utilitas 137,7830 Hp, Jumlah kebutuhan listrik untuk alat proses dan utilitas 128,4310 Hp, Angka keamanan diambil 10 % sehingga dibutuhkan 172,2288 Hp. Kebutuhan listrik alat instrumentasi dan kontrol jumlah kebutuhan listrik untuk alat instrumentasi dan kontrol diperkirakan sebesar 5 % dari kebutuhan alat proses dan utilitas 6,4563 Hp.

Kebutuhan Listrik Laboratorium, Rumah Tangga, Perkantoran dan lain-lain jumlah kebutuhan listrik untuk laboratorium, rumah tangga perkantoran dan lain-lain diperkirakan sebesar 25 % dari kebutuhan alat proses dan utilitas 2,200 Hp.

Kebutuhan Listrik Total

Jumlah kebutuhan listrik total = 32,9043 Hp

Faktor daya diperkirakan 80 % = 26,3234 Hp = 19,6373 kW

atau sekitar 471,2949 kWh.

Energi listrik diperoleh dari PLN, namun disediakan generator sebagai cadangan sebesar 671,2949 kWh.

#### **4.6.4 Unit Penyediaan Udara Tekan**

Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat *pneumatic control*. Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 56,0736 m<sup>3</sup>/jam.

#### **4.6.5 Unit Penyediaan Bahan Bakar**

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada generator dan *boiler*. Bahan bakar yang digunakan untuk generator adalah solar (*Industrial Diesel Oil*). Sedangkan bahan bakar yang dipakai pada *boiler* adalah fuel oil. Dibutuhkan bahan bakar sebanyak 13,1245 kg/jam untuk memanaskan air dengan kapasitas 172,8788 kg/jam

### **4.7 Organisasi Perusahaan**

#### **4.7.1 Bentuk Perusahaan**

Bentuk perusahaan yang direncanakan pada perancangan pabrik Magnesium Sulfat ini yaitu Perseroan Terbatas (PT). Perseroan Terbatas (PT) 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 oleh perusahaan atau PT tersebut dan orang yang memiliki saham berarti telah menyetorkan modal keperusahaan, yang berarti pula ikut memiliki perusahaan. Dalam Perseroan Terbatas (PT) pemegang saham hanya bertanggung jawab menyetor penuh jumlah yang disebutkan dalam tiap saham.

Untuk perusahaan-perusahaan skala besar, biasanya menggunakan bentuk Perseroan Terbatas (PT/korporasi), Perseroan Terbatas (PT) merupakan asosiasi

pemegang saham yang diciptakan berdasarkan hukum dan dianggap sebagai badan hukum.

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan (PT) ini adalah didasarkan beberapa faktor sebagai berikut :

1. Mudah mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
2. Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.
3. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh berhentinya pemegang saham, direksi beserta stafnya atau karyawan perusahaan.
4. Efisiensi dari manajemen  
Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai dewan komisaris dan direktur yang cukup cakap dan berpengalaman.
5. Lapangan usaha lebih luas  
Suatu PT dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.
6. Merupakan badan usaha yang memiliki kekayaan tersendiri yang terpisah dari kekayaan pribadi.
7. Mudah mendapatkan kredit dari bank dengan jaminan perusahaan.
8. Mudah bergerak di pasar global.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah :

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan undang- undang hukum dagang.
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham.
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham–saham.
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham.
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang - undang pemburuhan.

#### **4.7.2 Struktur Organisasi**

Dalam menjalankan segala aktivitas suatu proses pabrik secara efisien dan efektif, di suatu perusahaan diperlukan suatu manajemen atau organisasi yang memiliki pembagian tugas dan wewenang yang baik. Struktur organisasi dari suatu perusahaan dapat bermacam-macam sesuai dengan bentuk dan kebutuhan dari masing-masing perusahaan. Dengan adanya struktur yang baik maka para atasan dan para karyawan dapat memahami posisi masing-masing. Struktur organisasi suatu perusahaan dapat menggambarkan bagian, posisi, tugas, kedudukan, wewenang dan tanggung jawab dari masing-masing personil dalam perusahaan tersebut.

Untuk mendapatkan suatu sistem organisasi yang terbaik maka perlu diperhatikan beberapa azas yang dapat dijadikan pedoman antara lain:

1. Perumusan tujuan perusahaan dengan jelas
2. Pendelegasian wewenang

3. Pembagian tugas kerja yang jelas
4. Kesatuan perintah dan tanggung jawab
5. Sistem pengontrol atas pekerjaan yang telah dilaksanakan
6. Organisasi perusahaan yang fleksibel

Dengan berpedoman terhadap azas-azas tersebut, maka diperoleh bentuk struktur organisasi yang baik, yaitu sistem *line* dan staf. Pada sistem ini, garis kekuasaan sederhana dan praktis. Demikian pula kebaikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional, sehingga seorang karyawan hanya bertanggung jawab pada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf ahli akan memberi bantuan pemikiran dan nasehat pada tingkat pengawas demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada dua kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

1. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang menjalankan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
2. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Manfaat adanya struktur organisasi tersebut adalah sebagai berikut :

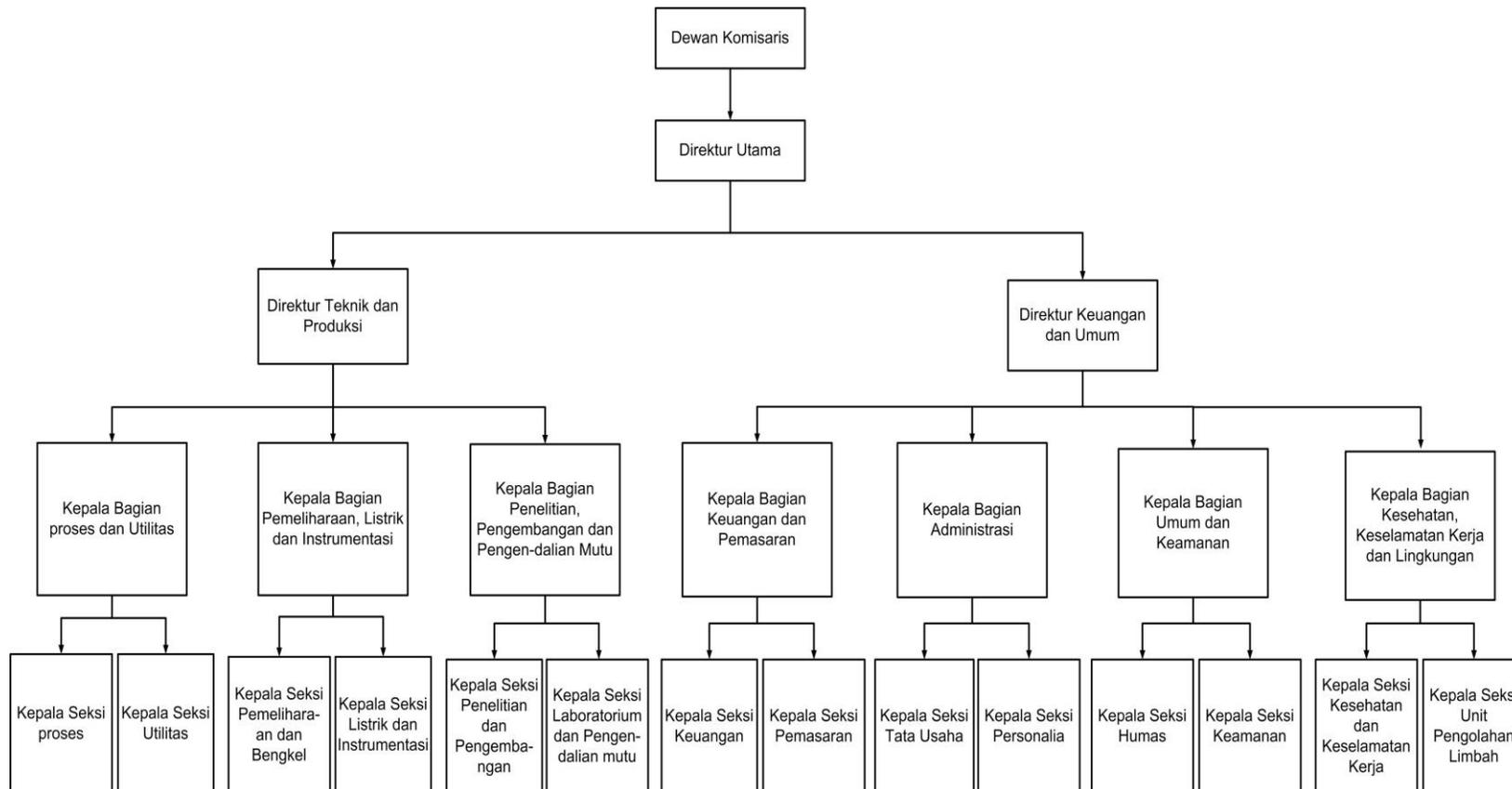
1. Menjelaskan mengenai pembatasan tugas, tanggung jawab dan wewenang
2. Sebagai bahan orientasi untuk pejabat
3. Penempatan pegawai yang lebih tepat
4. Penyusunan program pengembangan manajemen
5. Mengatur kembali langkah kerja dan prosedur kerja yang berlaku bila terbukti kurang lancar

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan, dalam pelaksanaan tugas sehari-harinya diwakili oleh seorang Dewan Komisaris, sedangkan tugas menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh seorang Direktur Utama yang dibantu oleh Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum. Dimana Direktur Teknik dan Produksi membawahi bidang produksi, pengendalian, utilitas dan pemeliharaan. Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum membawahi bidang pembelian dan pemasaran, administrasi, keuangan dan umum, serta penelitian dan pengembangan. Direktur ini membawahi beberapa kepala bagian yang bertanggung jawab atas bawahannya sebagai bagian dari pendelegasian wewenang dan tanggung jawab. Masing-masing kepala bagian akan membawahi beberapa seksi yang dikepalai oleh kepala seksi dan masing-masing seksi akan membawahi dan mengawasi para karyawan perusahaan pada masing-masing bidangnya. Karyawan perusahaan akan dibagi dalam beberapa

kelompok regu yang dipimpin oleh masing-masing kepala regu, dimana kepala regu akan bertanggung jawab kepada pengawas pada masing-masing seksi.

Untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk staf ahli yang terdiri dari orang-orang yang ahli di bidangnya. Staf ahli akan memberikan bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Berikut gambar struktur organisasi pabrik Magnesium Sulfat dari magnesium karbonat dan asam sulfat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun.



Gambar 4. 7 Struktur Organisasi

### **4.7.3 Tugas dan Wewenang**

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

Pemegang saham (pemilik perusahaan) adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi tersebut. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas (PT) adalah Rapat Umum Pemegang Saham (RUPS). Pada RUPS tersebut para pemegang saham berwenang:

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

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

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggung jawab terhadap pemilik saham. Tugas-tugas Dewan Komisaris meliputi:

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

#### **3. Direktur Utama**

Direktur 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 kebijaksanaan yang diambil sebagai pimpinan perusahaan. Direktur Utama membawahi Direktur Teknik dan Produksi serta Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Utama antara lain:

1. Tugas kebijakan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya pada pemegang saham pada akhir masa jabatannya.
2. Menjaga stabilitas organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan.
3. Mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham.
4. Mengkoordinir kerjasama dengan Direktur Teknik dan Produksi serta Administrasi, Keuangan dan Umum.

Tugas Direktur Teknik dan Produksi antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang produksi dan teknik.
2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

Tugas Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum antara lain:

1. Bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam bidang administrasi, keuangan dan umum, pembelian dan pemasaran, serta penelitian dan pengembangan.

2. Mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala-kepala bagian yang menjadi bawahannya.

#### **4. Staff Ahli**

Staff ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Staff ahli bertanggung jawab kepada Direktur Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing.

Tugas dan wewenang:

1. Memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan.
2. Memperbaiki proses dari pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi.
3. Mempertinggi efisiensi kerja.

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

Secara umum tugas Kepala Bagian adalah mengkoordinir, mengatur dan mengawasi pelaksanaan pekerjaan dalam lingkungan bagiannya sesuai dengan garis-garis yang diberikan oleh pimpinan perusahaan. Kepala bagian dapat juga bertindak sebagai staff direktur. Kepala bagian ini bertanggung jawab kepada direktur masing-masing. Kepala bagian terdiri dari :

### **a. Kepala Bagian Produksi**

Tugas kepala bagian produksi yaitu mengkoordinasikan kegiatan pabrik yang berhubungan dengan bidang produksi operasi dan laboratorium. Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang mutu dan kelancaran produksi.

Kepala Bagian Produksi membawahi:

- Seksi Proses

Tugas Seksi Proses yaitu menjalankan tindakan seperlunya pada peralatan produksi yang mengalami kerusakan, sebelum diperbaiki oleh seksi yang berwenang serta mengawasi jalannya proses produksi.

- Seksi Pengendalian

Tugas Seksi Pengendalian yaitu menangani hal-hal yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan mengurangi potensi bahaya yang ada.

- Seksi Laboratorium

Tugas Seksi Laboratorium yaitu mengawasi dan menganalisa mutu bahan baku dan bahan pembantu, mengawasi dan menganalisa produk serta mengawasi kualitas buangan pabrik.

### **b. Kepala Bagian Teknik**

Tugas Kepala Bagian Teknik yaitu Bertanggung jawab kepada Direktur Teknik dan Produksi dalam bidang utilitas dan pemeliharaan. Mengkoordinir kepala-kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Kepala Bagian Teknik membawahi:

- Seksi Pemeliharaan

Tugas Seksi Pemeliharaan yaitu melaksanakan pemeliharaan fasilitas gedung dan peralatan *table* pabrik serta memperbaiki kerusakan peralatan pabrik.

- Seksi Utilitas

Tugas Seksi Utilitas yaitu melaksanakan dan mengatur sarana utilitas memenuhi kebutuhan proses, air, *steam*, dan tenaga listrik.

#### **c. Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi**

Tugas Kepala Bagian Pemeliharaan, Listrik dan Instrumentasi yaitu bertanggung jawab terhadap kegiatan pemeliharaan dan fasilitas penunjang kegiatan produksi.

#### **d. Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran**

Tugas Kepala Bagian Pembelian dan Pemasaran yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang pengadaan bahan baku dan pemasaran hasil produksi.

Kepala bagian pembelian dan pemasaran membawahi:

- Seksi Pembelian

Tugas Seksi Pembelian yaitu melaksanakan pembelian barang dan peralatan yang dibutuhkan perusahaan. Mengetahui harga pemasaran dan mutu bahan baku serta mengatur keluar masuknya bahan dan alat dari gudang.

- Seksi Pemasaran

Tugas Seksi Pemasaran yaitu merencanakan strategi penjualan hasil produksi dan mengatur distribusi barang dari gudang.

**e. Kepala Bagian Keuangan, Administrasi, dan Umum**

Tugas Kepala Bagian Administrasi, Keuangan dan Umum yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang administrasi dan keuangan, personalia dan humas, serta keamanan.

Kepala bagian administrasi, keuangan dan umum membawahi:

- Seksi Administrasi dan Keuangan

Tugas Seksi Administrasi dan Keuangan yaitu menyelenggarakan pencatatan hutang piutang, administrasi persediaan kantor dan pembukuan serta masalah pajak.

- Seksi Personalia

Tugas Seksi Personalia yaitu membina tenaga kerja dan menciptakan suasana kerja yang sebaik mungkin antara pekerja dan pekerjaannya serta lingkungannya supaya tidak terjadi pemborosan waktu dan biaya. Mengusahakan disiplin kerja yang tinggi dalam menciptakan kondisi kerja yang dinamis serta melaksanakan hal-hal yang berhubungan dengan kesejahteraan karyawan.

- Seksi Humas

Tugas Seksi Humas yaitu mengatur hubungan antara perusahaan dengan masyarakat di luar lingkungan perusahaan.

- Seksi Keamanan

Tugas Seksi Keamanan yaitu menjaga semua bangunan pabrik dan fasilitas yang ada di perusahaan. Mengawasi keluar masuknya orang-orang baik karyawan maupun bukan ke dalam lingkungan perusahaan

#### **f. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan**

Tugas Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan yaitu bertanggung jawab kepada Direktur Administrasi, Keuangan dan Umum dalam bidang penelitian dan pengembangan produksi. Kepala Bagian Penelitian dan Pengembangan membawahi seksi penelitian dan seksi pengembangan.

### **6. Kepala Seksi**

Kepala seksi adalah pelaksana pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing agar diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi. Setiap kepala seksi bertanggung jawab terhadap kepala bagian masing-masing sesuai dengan seksinya.

#### **4.7.4 Status Karyawan**

Sistem upah karyawan dibuat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggung jawab dan keahlian. Menurut status karyawan ini dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut:

a. Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja.

b. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan.

c. Karyawan Borongan

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

#### **4.7.5 Ketenagakerjaan**

##### **1. Cuti Tahunan**

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun. Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu.

##### **2. Hari Libur Nasional**

Bagi karyawan harian (*non shift*), hari libur nasional tidak masuk kerja. Karyawan *shift*, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*).

##### **3. Kerja Lembur (*Overtime*)**

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian.

#### 4. Sistem Gaji Karyawan

Gaji karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1 setiap bulan. Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya.

Tabel 4. 22 Gaji karyawan

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji/orang/bulan</b>	<b>Gaji total/tahun</b>
Direktur utama	1	40.000.000,00	480.000.000,00
Direktur	2	30.000.000,00	720.000.000,00
Kepala Bagian	6	12.000.000,00	900.000.000,00
Kepala Seksi	13	8.000.000,00	1.248.000.000,00
Staff Ahli	1	7.000.000,00	84.000.000,00
Sekretaris	5	5.000.000,00	300.000.000,00
Medis	2	5.000.000,00	120.000.000,00
Perawat	3	5.000.000,00	180.000.000,00
Karyawan	101	5.000.000,00	6.540.000.000,00
Sopir	6	4.500.000,00	324.000.000,00
Cleaning Service	5	4.000.000,00	240.000.000,00
Satpam	4	4.000.000,00	11.328.000,00
<b>Jumlah</b>	<b>149</b>		<b>9.852.600.000,00</b>

## 5. Jam Kerja Karyawan

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

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

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

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

Sabtu : 07:00 – 12:00

Minggu : Libur, termasuk hari libur nasional

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

*Shift I* : 08.00 - 16.00

*Shift II* : 16.00 - 24.00

*Shift III* : 24.00- 08.00

Jadwal kerja terbagi menjadi empat minggu dan empat kelompok.

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

Berikut adalah jadwal kerja karyawan *shift*:

Tabel 4. 23 Jadwal Kerja Karyawan *Shift*

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

#### 4.7.6 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan. Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar. Sehubungan dengan hal tersebut, maka

perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan.

Adapun fasilitas yang diberikan perusahaan adalah :

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisiensi produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh. Oleh karena itu perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat.

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahun, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja.

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan.

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya.

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang hari raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji.

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan.

g. Masjid dan Kegiatan kerohanian

Perusahaan membangun tempat ibadah (masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya.

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transport tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulan.

i. Hak Cuti

- Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun.

- Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja.

#### **4.7.7 Penggolongan Jabatan dan Keahlian**

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawab. Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjana S-1 sampai lulusan SLTA. Perinciannya sebagai berikut:

Tabel 4. 24 Jabatan dan keahlian

<b>Jabatan</b>	<b>Pendidikan</b>
Direktur utama	S-2
Direktur	S-2
Kepala Bagian	S-1
Kepala Seksi	S-1
Staff Ahli	S-1
Sekretaris	S-1
Dokter	S-1
Paramedis	D-3/S-1
Karyawan	D-3/S-1
Sopir	SLTA
<i>Cleaning Service</i>	SLTP
Satpam	SLTA

#### 4.8 Evaluasi Ekonomi

Dalam pra rancangan pabrik diperlukan analisa ekonomi untuk mendapatkan perkiraan (*estimation*) 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 dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh. Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui keuntungan yang diperoleh tergolong besar atau tidak sehingga dapat

dikategorikan apakah pabrik tersebut potensial didirikan atau tidak maka dilakukan analisis kelayakan.

Dalam evaluasi ekonomi ini faktor - faktor yang ditinjau adalah:

a. *Return On Investment (ROI)*

*Return on Investment* merupakan perkiraan laju keuntungan tiap tahun yang dapat mengembalikan modal yang diinvestasikan.

b. *Pay Out Time (POT)*

*Pay Out Time* adalah jumlah tahun yang telah berselang sebelum didapatkan sesuatu penerimaan melebihi investasi awal atau jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *capital investment* dengan profit sebelum dikurangi depresiasi.

c. *Break Even Point (BEP)*

*Break Even Point* adalah titik impas dimana tidak mempunyai suatu keuntungan/kerugian.

d. *Shut Down Point (SDP)*

Suatu titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain *Variable Cost* yang terlalu tinggi, atau bisa juga karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

e. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Analisis kelayakan ekonomi dengan menggunakan "*Discounted Cash Flow*" merupakan perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun didasarkan pada jumlah investasi yang tidak kembali pada setiap tahun

selama umur ekonomi. *Rated of return based on discounted cash flow* adalah laju bunga maksimal di mana suatu pabrik atau proyek dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik.

Sebelum dilakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

- a. Modal (*Capital Investment*)
  - Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - Modal kerja (*Working Capital Investment*)
- b. Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)
  - a. Biaya produksi langsung (*Direct Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya produksi tak langsung (*Indirect Manufacturing Cost*)
- c. Pengeluaran Umum (*General Cost*)
- d. Pendapatan Modal

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap :

- Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- Biaya variabel (*Variable Cost*)
- Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

#### **4.8.1 Harga Alat**

Harga peralatan akan berubah setiap saat tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Untuk mengetahui harga peralatan yang pasti setiap tahun sangatlah sulit. Sehingga diperlukan suatu metode atau cara untuk

memperkirakan harga alat pada tahun tertentu dan perlu diketahui terlebih dahulu harga indeks peralatan operasi pada tahun tersebut.

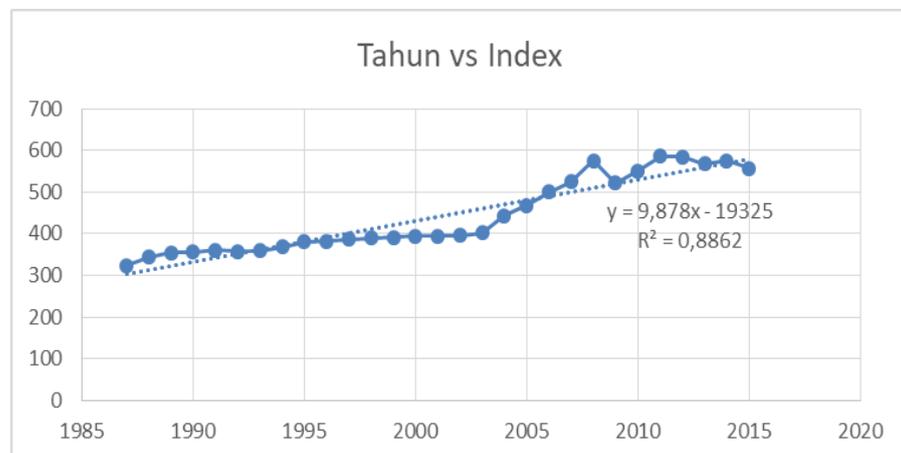
Tabel 4. 25 Harga indeks

No	(Xi)	Indeks (Yi)
1	1987	324
2	1988	343
3	1989	355
4	1990	356
5	1991	361,3
6	1992	358,2
7	1993	359,2
8	1994	368,1
9	1995	381,1
10	1996	381,7
11	1997	386,5
12	1998	389,5
13	1999	390,6
14	2000	394,1
15	2001	394,3
16	2002	395,6
17	2003	402
18	2004	444,2
19	2005	468,2

Lanjutan Tabel 4. 26 Harga indeks

20	2006	499,6
21	2007	525,4
22	2008	575,4
23	2009	521,9
24	2010	550,8
25	2011	585,7
26	2012	584,6
27	2013	567,3
28	2014	576,1
29	2015	556,8

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



Gambar 4. 8 Tahun vs indeks harga

Berdasarkan data tersebut, maka persamaan regresi linear yang diperoleh adalah  $y = 9,878x - 19325$ . Pabrik Magnesium Sulfat kapasitas 100.000 ton/tahun akan dibangun pada tahun 2022, maka dari persamaan regresi Linear diperoleh indeks sebesar 648,32.

Untuk memperkirakan harga alat, ada dua persamaan pendekatan yang dapat digunakan. Harga alat pada tahun pabrik didirikan dapat ditentukan berdasarkan harga pada tahun referensi dikalikan dengan rasio index harga. (Aries dan Newton, 1955)

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

Dimana :

- $E_x$  : Harga alat pada tahun x
- $E_y$  : Harga alat pada tahun y
- $N_x$  : Index harga pada tahun x
- $N_y$  : Index harga pada tahun y

Apabila suatu alat dengan kapasitas tertentu ternyata tidak ada spesifikasi di referensi, maka harga alat dapat diperkirakan dengan persamaan: (Peters dan Timmerhaus, 1980)

$$E_b = E_a \left[ \frac{C_b}{C_a} \right]^{0.6}$$

Dimana:

- $E_a$  : Harga alat a
- $E_b$  : Harga alat b
- $C_a$  : Kapasitas alat a
- $C_b$  : Kapasitas alat b

Tabel 4. 27 Harga Alat Proses

Nama Alat	Kode Alat	Jumlah	Harga
Silo MgCO <sub>3</sub>	S-01	1	\$24.307,63
Tangki H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	T-01	1	\$370.128,68
Reaktor RATB	R-01	2	\$623.445,69
Mixer	MT-01	1	\$60.093,86
Evaporator	EV-01	1	\$395.449,13
Cyrstallizer	CR-01	1	\$151.810,15
Centrifuge	CF-01	1	\$101.731,93
Rotary Dryer	RD-01	1	\$151.810,15
Heater 1	HE-01	1	\$13.054,10
Heater 2	HE-02	1	\$13.054,10
Cooler 1	HE-03	1	\$14.800,54
Heater 3	HE-04	1	\$12.716,49
Screw Conveyor	SC-01	1	\$4.276,34
Screw Conveyor	SC-02	1	\$4.276,34
Screw Conveyor	SC-03	1	\$4.276,34
Pompa 1	P-01	1	\$24.618,74
Pompa 2	P-02	1	\$9.204,49
Pompa 3	P-03	1	\$9.204,49
Silo MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	S-02	1	\$112.197,72
<b>Total</b>		<b>18</b>	<b>\$2.100.456,92</b>

Tabel 4. 28 Harga Alat Utilitas

No.	Nama alat	Kode	Jumlah	Harga Total
1	Bak Pengendap	BU-01	1	\$ 7,091.89
2	Tangki Kesadahan	TU-01	1	\$ 6,819.13
3	<i>Clarifier</i>	CLU	1	\$12,001.67
4	<i>Sand Filter</i>	FU	1	\$ 46,260.97
5	Bak Penampung Sementara	BU-02	1	\$ 7,091.89
6	Tangki Klorinator	TU-02	1	\$ 9,274.01
7	<i>Kation Exchanger</i>	KEU	1	\$ 3,001.55
8	<i>Anion Exchanger</i>	AEU	1	\$ 1,765.62
9	Daerator	DAU	1	\$ 1,765.62
10	Tangki <i>Feed Boiler</i>	TU-03	1	\$ 1,636.59
11	<i>Compressor</i>	CU	1	\$ 4,909.77
12	<i>Boiler</i>	BLU	1	\$ 40,369.24
13	Tangki Bahan Bakar	TU-04	1	\$ 37,096.06
14	<i>Generator</i>	GU	1	\$ 13,092.73
15	Tangki Penyimpanan Air	TU-05	1	\$ 3,273.18
16	Tangki Penyimpanan Dowtherm	TU-06	1	\$ 6,546.36
17	Pompa 1	PU-01	2	\$ 4,268.00
18	Pompa 2	PU-02	2	\$ 4,268.00
19	Pompa 3	PU-03	2	\$ 4,268.00
20	Pompa 4	PU-04	2	\$ 4,268.00
21	Pompa 5	PU-05	2	\$ 4,268.00

22	Pompa 6	PU-06	2	\$ 4,268.00
23	Pompa 7	PU-07	2	\$ 4,268.00
24	Pompa 8	PU-08	2	\$ 4,268.00
25	Pompa 9	PU-09	2	\$ 4,268.00
26	Pompa 10	PU-10	2	\$ 4,268.00
27	Pompa 11	PU-11	2	\$ 4,268.00
28	Pompa 12	PU-12	2	\$ 4,268.00

#### 4.8.2 Dasar Perhitungan

Kapasitas produksi	= 100,000 ton/tahun
Pabrik beroperasi	= 330 hari
Umur pabrik	= 10 tahun
Pabrik didirikan pada tahun	= 2022
Kurs mata uang	= 1 US\$ = Rp 15,200,-
Upah pekerja asing	= \$ 20/ <i>man hour</i>
Upah pekerja Indonesia	= Rp 12,000/ <i>man hour</i>
1 man hour asing	= 2 <i>man hour</i> Indonesia
5% tenaga asing	= 95% tenaga Indonesia

### 4.8.3 Perhitungan Biaya

#### 4.8.3.1 Modal (*Capital Investment*)

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran–pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas–fasilitas pabrik beserta kelengkapannya dan untuk mengoperasikan pabrik.

Capital *investment* terdiri dari:

##### a. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas – fasilitas pabrik.

Tabel 4. 29 *Physichal Plant Cost (PPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	Rp36.094.764.494	\$2.374.656
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	Rp9.023.691.124	\$593.664
3	Instalasi cost	Rp5.414.214.674	\$356.198
4	Pemipaan	Rp19.355.817.460	\$1.273.409
5	Instrumentasi	Rp4.466.727.106	\$293.864
6	Insulasi	Rp1.308.435.213	\$86.081
7	Listrik	Rp2.444.899.247	\$160.849
8	Bangunan	Rp36.855.000.000	\$2.424.671
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	Rp138.710.000.000	\$9.125.658
<b><i>Physical Plant Cost (PPC)</i></b>		<b>Rp253.673.549.319</b>	<b>\$16.689.049</b>

Tabel 4. 30 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	Rp50.734.709.864	\$3.337.810
<b><i>Total (DPC + PPC)</i></b>		<b>Rp304.408.259.182</b>	<b>\$20.026.859</b>

Tabel 4. 31 *Capital Investment (FCI)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Capital Investment</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	Total DPC + PPC	Rp304.408.259.182	\$20.026.859
2	Kontraktor	Rp15.220.412.959	\$2.002.686
3	Biaya tak terduga	Rp30.440.825.918	\$2.002.686
<b><i>Fixed Capital Investment (FCI)</i></b>		<b>Rp350.069.498.060</b>	<b>\$24.032.231</b>

b. *Working Capital Investment*

*Working Capital Investment* adalah biaya yang diperlukan untuk menjalankan usaha atau modal untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

Tabel 4. 32 *Total Working Capital Investment (WCI)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw Material Inventory</i>	Rp165.093.314.656	\$10.861.402
2	<i>In Process Inventory</i>	Rp92.916.556.976	\$6.112.931
3	<i>Product Inventory</i>	Rp185.833.113.953	\$12.225.863
4	<i>Extended Credit</i>	Rp221.090.909.091	\$14.545.455
5	<i>Available Cash</i>	Rp185.833.113.953	\$12.225.863
<b><i>Working Capital (WC)</i></b>		<b>Rp850.767.008.628</b>	<b>\$55.971.514</b>

#### 4.8.3.1 **Biaya Produksi (*Manufacturing Cost*)**

*Manufacturing Cost* merupakan jumlah *Direct*, *Indirect* dan *Fixed Manufacturing Cost*, yang bersangkutan dalam pembuatan produk.

Menurut Aries dan Newton, 1955 *Manufacturing Cost* meliputi :

a. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

*Direct Manufacturing Cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk

Tabel 4. 33 *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Raw Material</i>	Rp1.816.026.461.216	\$119.475.425
2	<i>Labor</i>	Rp1.053.000.000	\$69.276
3	<i>Supervision</i>	Rp105.300.000	\$6.928
4	<i>Maintenance</i>	Rp21.004.169.884	\$526.618
5	<i>Plant Supplies</i>	Rp3.150.625.483	\$78.993
6	<i>Royalty and Patents</i>	Rp24.320.000.000	\$1.600.000
7	<i>Utilities</i>	Rp38.265.740.530	\$2.517.483
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>Rp1.903.925.297.112</b>	<b>\$124.274.722</b>

b. *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

*Indirect Manufacturing Cost* adalah pengeluaran–pengeluaran sebagai tidak langsung akibat dari pembuatan suatu produk.

Tabel 4. 34 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Payroll Overhead</i>	Rp157.950.000	\$10.391
2	<i>Laboratory</i>	Rp105.300.000	\$6.928
3	<i>Plant Overhead</i>	Rp526.500.000	\$34.638
4	<i>Packaging and Shipping</i>	Rp121.600.000.000	\$2.940.000
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>Rp122.389.750.000</b>	<b>\$2.991.957</b>

c. *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

*Fixed Manufacturing Cost* adalah pengeluaran tetap yang tidak bergantung waktu dan tingkat produksi.

Tabel 4. 35 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	<i>Type of Expense</i>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	Rp10.847.816.405	\$713.672
2	<i>Property taxes</i>	Rp3.500.694.981	\$230.309
3	<i>Insurance</i>	Rp3.500.694.981	\$230.309
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>Rp17.849.206.366</b>	<b>\$1.174.290</b>

Tabel 4. 36 Total Manufacturing Cost (TMC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Direct Manufacturing Cost (DMC)	Rp1.903.925.297.112	\$124.274.722
2	Indirect Manufacturing Cost (IMC)	Rp122.389.750.000	\$2.991.957
3	Fixed Manufacturing Cost (FMC)	Rp17.849.206.366	\$1.174.290
<b>Manufacturing Cost (MC)</b>		<b>Rp2.044.164.253.479</b>	<b>\$128.440.969</b>

#### 4.8.3.3 General Expense

*General Expense* atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*.

Tabel 4. 37 General Expense (GE)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Administration	Rp61.324.927.604	\$4.034.535
2	Sales expense	Rp102.208.212.674	\$6.724.225
3	Research	Rp71.545.748.872	\$4.706.957
4	Finance	Rp36.025.095.201	\$2.370.072
<b>General Expense (GE)</b>		<b>Rp271.103.984.351</b>	<b>\$17.835.788</b>

Tabel 4. 38 Total Production Cost (TPC)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Manufacturing Cost (MC)	Rp2.044.164.253.479	\$128.440.969
2	General Expense (GE)	Rp271.103.984.351	\$17.835.788
<b>Total Production Cost (TPC)</b>		<b>Rp2.315.268.237.829</b>	<b>\$146.276.758</b>

#### 4.8.4 Analisis Keuntungan

##### a. Keuntungan Sebelum Pajak

Total penjualan : Rp 2.432.000.000.000

Total biaya produksi : Rp 2.315.268.237.829

Keuntungan : Total penjualan - Total biaya produksi  
: Rp 116.731.762.171

b. Keuntungan Sesudah Pajak

Pajak : 50 % x Rp 116.731.762.171  
: Rp 58.365.881.085

Keuntungan : Keuntungan sebelum pajak – pajak  
: Rp 58.365.881.085

#### 4.8.5 Analisis Kelayakan

##### 1. Return on Investment (ROI)

*Return on investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang telah dikeluarkan

$$\text{ROI} = \frac{\text{Profit}}{\text{Fixed Capital Investment (FCI)}} \times 100\%$$

a. ROI sebelum pajak (ROI<sub>b</sub>)

Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan risiko rendah minimum adalah 11%. (Aries & Newton, 1955).

$$\text{ROI}_b = 33,35 \% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

b. ROI setelah pajak (ROI<sub>a</sub>)

$$\text{ROI}_a = 16,67 \% \quad (\text{pabrik memenuhi kelayakan})$$

##### 2. Pay Out Time (POT)

*Pay out time* adalah lama waktu pengembalian modal yang berdasarkan keuntungan yang dicapai.

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

a. POT sebelum pajak (POT<sub>b</sub>)

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

$$POT_b = 2,74 \text{ tahun (pabrik memenuhi kelayakan)}$$

b. POT setelah pajak (POT<sub>a</sub>)

$$POT_a = 5,06 \text{ tahun (pabrik memenuhi kelayakan)}$$

### 3. *Break Even Point (BEP)*

*Break even point* adalah titik yang menunjukkan pada suatu tingkat dimana biaya dan penghasilan jumlahnya sama. Dengan *break even point* kita dapat menentukan tingkat harga jual dan jumlah unit yang dijual secara minimum dan berapa harga perunit yang dijual agar mendapatkan keuntungan. Nilai BEP pabrik kimia pada umumnya adalah 40 – 60 %.

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

Tabel 4. 39 *Annual Fixed Cost (Fa)*

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	Rp10.847.816.405	\$713.672
2	<i>Property taxes</i>	Rp3.500.694.981	\$230.309
3	<i>Insurance</i>	Rp3.500.694.981	\$230.309
<b><i>Fixed Cost (Fa)</i></b>		<b>Rp17.849.206.366</b>	<b>Rp1.174.290</b>

Tabel 4. 40 Annual Variable Cost (Va)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Raw material	Rp1.816.026.461.216	\$119.475.425
2	Packaging & shipping	Rp121.600.000.000	\$8.000.000
3	Utilities	Rp38.265.740.530	\$2.517.483
4	Royalties and Patents	Rp24.320.000.000	\$1.600.000
<b>Variable Cost (Va)</b>		<b>Rp2.000.212.201.746</b>	<b>Rp131.592.908</b>

Tabel 4. 41 Annual Regulated Cost (Ra)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Labor cost	Rp1.053.000.000	\$69.276
2	Plant overhead	Rp526.500.000	\$34.638
3	Payroll overhead	Rp105.300.000	\$10.391
4	Supervision	Rp157.950.000	\$6.928
5	Laboratory	Rp105.300.000	\$6.928
6	General Expense	Rp271.103.984.351	\$17.835.788
7	Maintenance	Rp21.004.169.884	\$1.381.853
8	Plant supplies	Rp3.150.625.483	\$207.278
<b>Regulated Cost (Ra)</b>		<b>Rp297.206.829.717</b>	<b>Rp19.553.081</b>

Tabel 4. 42 Annual Sales Cost (Sa)

No	Type of Expense	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Annual Sales Cost	Rp 2.432.000.000.000	\$ 160.000.000
<b>Annual Sales Cost (Sa)</b>		<b>Rp 2.432.000.000.000</b>	<b>\$ 160.000.000</b>

Dari hasil perhitungan di dapatkan BEP sebesar 47,83%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40%–60%, sehingga pabrik memenuhi kelayakan.

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

*Shut down point* adalah titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi harus dihentikan. Karena biaya untuk melanjutkan operasi

pabrik akan lebih mahal dari pada biaya untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*.

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

$$SDP = 39,85 \%$$

### 5. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)*

*Discounted cash flow rate of return* adalah laju bunga maksimum dimana pabrik dapat membayar pinjaman beserta bunganya kepada bank selama umur pabrik. Analisa kelayakan ekonomi dengan menggunakan DCFRR dibuat dengan mempertimbangkan nilai uang yang berubah dan didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada akhir tahun selama umur pabrik (10 Tahun).

Umur pabrik (n)	: 10 tahun
<i>Fixed Capital Investment (FCI)</i>	: Rp 350.069.498.060
<i>Working Capital Investment (WCI)</i>	: Rp 850.767.008.628
<i>Salvage value (SV) = Depresiasi</i>	: Rp 10.847.816.405
<i>Cash flow (CF)</i>	: Rp 65.588.217.722

*Discounted cash flow* dihitung secara *trial & error* dimana nilai R harus sama dengan S.

Persamaan untuk menentukan DCFR:

$$\frac{(WC + FCI) \times (1 + i)^{10}}{CF} = [(1 + i)^9 + (1 + i)^8 + \dots + (1 + i) + 1] + \frac{(WC + SV)}{CF}$$

$$R = S$$

Dengan *trial & error* diperoleh nilai  $i : 0,1250$

DCFR : 12,44 %

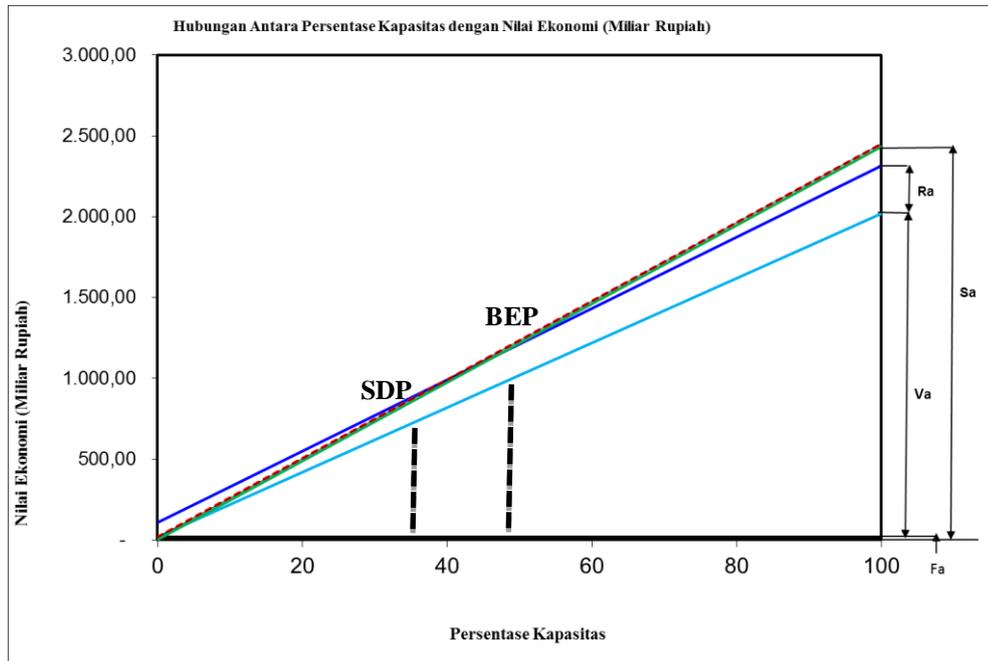
Minimum nilai DCFR : 1.5 x bunga pinjaman bank (Aries Newton)

Bunga bank : 6 %

Kesimpulan : Memenuhi syarat ( $1,5 \times 6\% = 9\%$ )

(Didasarkan pada suku bunga pinjaman di bank saat ini adalah 6%  
berlaku mulai 17 Januari 2019)

Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank  
yaitu sekitar  $1.5 \times$  suku bunga pinjaman bank ( $1.5 \times 6\% = 9\%$ ).



Gambar 4. 9 Grafik BEP

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Pra rancangan pabrik Magnesium Sulfat dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pabrik Magnesium Sulfat digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah karena prosesnya berlangsung pada kondisi operasi (suhu dan tekanan) standar.
2. Pabrik Magnesium Sulfat didirikan dengan pertimbangan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, mengurangi ketergantungan impor, memberikan lapangan pekerjaan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi.
3. Pabrik akan didirikan di kawasan industri Cilegon, dengan pertimbangan mudah mendapatkan bahan baku, tenaga kerja, ketersediaan air dan listrik, serta mempunyai prospek pemasaran yang baik karena berlokasi di kawasan industri.
4. Berdasarkan hasil analisis ekonomi adalah sebagai berikut :
  - a. Keuntungan yang diperoleh yaitu keuntungan sebelum pajak Rp 116 Milyar/tahun, dan keuntungan setelah pajak (50%) sebesar Rp 58 Milyar/tahun.

b. *Return On Investment (ROI)* :

Presentase ROI sebelum pajak sebesar 33,35 %, dan ROI setelah pajak sebesar 16,67 %. Syarat ROI sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah >11 % (Aries & Newton, 1955).

c. *Pay Out Time (POT)* :

POT sebelum pajak selama 2,74 tahun dan POT setelah pajak selama 5,06 tahun. Syarat POT sebelum pajak untuk pabrik kimia dengan resiko rendah maksimal adalah 5 tahun (Aries & Newton, 1955).

d. *Break Event Point (BEP)* pada 47,83%, dan *Shut Down Point (SDP)* pada 31,98%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya adalah 40–60%.

e. *Discounted Cash Flow Rate (DCFR)* sebesar 12,44%. Syarat minimum DCFR adalah di atas suku bunga pinjaman bank yaitu sekitar 1,5 x suku bunga pinjaman bank.

Dari hasil analisis ekonomi di atas dapat disimpulkan bahwa pabrik Magnesium Sulfat dari Magnesium Karbonat dan Asam Sulfat dengan kapasitas 100.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

## 5.2 Saran

Perancangan suatu pabrik kimia memerlukan pemahaman konsep-konsep dasar agar dapat meningkatkan kelayakan pendirian pabrik tersebut. Contohnya adalah optimasi pemilihan alat proses atau alat penunjang dan bahan baku sehingga dapat memperoleh keuntungan yang lebih. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan pada masa mendatang didirikan pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abali, Y., Copur, M., & Yavuz, M., 2006, “*Determination of the optimum conditions for dissolution of magnesite with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solutions*”.
- Aries, R.S., and Newton, R.D., 1955, ‘*Chemical Engineering Cost Estimation*’, McGraw Hill Handbook Co., Inc., New York
- Baba, A. A., Omipidan, A. O., Adekola, F. A., Job, O., Alabi, A. G., Baral, A., & Samal, R. ,2014, ‘*Optimization study of a Nigerian dolomite ore dissolution by hydrochloric acid*’. *J. of Chem. Tech. and Metallurgy*, 49, 280-287.
- Brown, G.G., 1978, “*Unit Operation*”, John Willey and Sons Inc., New York.
- Brownell, L.E. and Young, E.H., 1959, “*Process Equipment Design*”, John Willey and Sons Inc., New York.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1989, “*Chemical Engineering*”, vol 6., Pergamon Press, Oxford.
- Geankoplis, Cristie. J., 1993, “*Transport Processes Unit Operation*”, Prentice-Hall International, Inc.
- Kawamura Y, Rao M., 2007, Magnesium sulfate: chemical and technical assessment. Compendium of Food Additive Specifications, Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.
- Kern, D.Q., 1965, “*Process Heat Transfer*”, McGraw Hill Book Company Inc., New York. 153

McCabe, W.L. and Smith, J.C., 1985, "*Unit Operations of Chemical Engineering*",  
Mc.Graw Hill Book Co., New York.

Perry, R.H. and Green, D.W., 1984, "*Perry's Chemical Engineers Hand Book*", 8 ed.,  
Mc.Graw Hill Book Company Inc., Singapore.

Peter, M.S. and Timmerhause, K.D., 1981, "*Plants Design and Economics for  
Chemical Engineers*", 3 ed., McGraw Hill Book Company, Kogakusha, Ltd.,  
Tokyo.

Rase, H.F., 1977, "*Chemical Reactor Design for Process Plant* ", John Willey and  
Sons Inc., New York.

Smith, J.M., Van Ness, H.C., Abbott M., 1997, *Intrduction to Chemical Engineering  
Thermodynamics*, 6ed, McGraw-Hill, Int. ed., New York.

Ulrich, G.D., 1984, "*A Guide to Chemical Engineering Process Design and  
Economics*", John Willey and Sons, New York.

**L****AMPIRAN****PERHITU****NGAN****REAKTO****R**

Jenis : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Fungsi : Tempat terjadinya proses

reaksi pembentukan

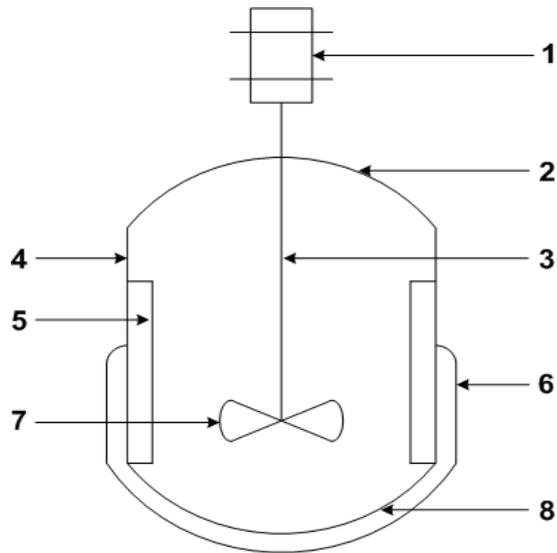
$\text{MgSO}_4$  dan  $\text{CaSO}_4$

Kondisi Operasi : Suhu =  $65^\circ\text{C}$

Tekanan = 1 atm Waktu tinggal( $\tau$ ) = 60 menit

Bahan : Stainless steel SA-316

GambarReaktor :



Keterangan Gambar

- |                    |              |
|--------------------|--------------|
| 3. Power pengaduk  | 5. Buffle    |
| 4. Head            | 6. Pendingin |
| 5. Batang pengaduk | 7. Impeller  |
| 6. Shell           | 8. Bottom    |

Langkah-langkah dalam perancangan Reaktor (R-01) adalah :

### 1. Menghitung Neraca Massa di Sekitar Reaktor (R-01)

Aliran massa masuk reaktor (R-01) adalah :

Aliran 2 yaitu aliran massa dari *Ball Mill* (BM-01) dan aliran 5 yaitu aliran massa dari *Mixing Tank* (MT-01).

Reaksi yang terjadi di reaktor adalah :



Tabel L.1 Neraca Massa  
Reaktor

Komponen	Input (Kg/mol)		Output (Kg/mol)	
	Arus 1	Arus 4	Arus 5	Arus 6
MgCO <sub>3</sub>	5657,703695	0	0	1131,54
SiO <sub>2</sub>	34,63900222	0	0	34,64
CaCO <sub>3</sub>	23,09266814	0	0	23,09
CO <sub>2</sub>	0	0	2370,847263	0,00
MgSO <sub>4</sub> (aq)	0	0	0	6465,95
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0	6468,641225	0	1188,12
H <sub>2</sub> O	57,73167036	35936,71569	0	36964,34
Total	48178,52395		48178,52395	

## 2. Menghitung Neraca Panas di Sekitar Reaktor (R-01)

Reaksi yang terjadi pada Reaktor :



Tabel L.2 Panas reaksi pembentukan

Komponen	$\Delta H_f$ (kcal/mol)
MgCO <sub>3</sub>	-261.7
CaCO <sub>3</sub>	-289.5
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-212.03
MgSO <sub>4</sub>	-325.4
H <sub>2</sub> O	-68.7134
CO <sub>2</sub>	-94.052

Panas reaksi pada keadaan standar :

$$\Delta H_r^o = (\Delta H_r^o_{MgSO_4} + \Delta H_r^o_{H_2O} + \Delta H_r^o_{CO_2}) - (\Delta H_r^o_{MgCO_3} + \Delta H_r^o_{H_2SO_4})$$

$$\Delta H_r^o = -23.266 \text{ kJ/jam}$$

Panas reaksi pada suhu operasi reaktor :

$$\Delta H_{r,383,15}^o = \Delta H_r^o + (Q_{out} - Q_{in})$$



$$\Delta H_{r,383,15} = -2580433.957 \text{ kJ/jam}$$

Tabel L.3 Neraca Panas Reaktor

Komponen	Q in (kJ/jam)			Q out (kJ/jam)	
	Arus 1	Arus 4		Arus 5	Arus 6
MgCO <sub>3</sub>	1610,5				322,1
SiO <sub>2</sub>	329,6				329,6
CaCO <sub>3</sub>	224,2				224,2
CO <sub>2</sub>				25266,6872	
MgSO <sub>4</sub>					2035,5
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		374152,8996			
H <sub>2</sub> O		6008628,92			6180447,9
Kebutuhan Panas					176334,6
Panas reaksi			14,4		
Total	6384960,5			6384960,5	

Reaksi didalam reaktor bersifat eksotermis atau menghasilkan panas sehingga membutuhkan pendingin agar reaktor tetap berada pada suhu operasi yang telah dikontrol.

### 3. Menghitung Volume Reaktor (R-01)

- Laju alir massa : 48120,79 kg/jam
- $\tau$  (waktu tinggal proses reaksi): 1 jam atau 60 menit

- Densitas campuran larutan :  $2,938 \text{ kg/dm}^3$
- Laju alir volumetrik :  $\frac{48120,79 \text{ kg/jam}}{2,938 \text{ kg/dm}^3}$   
 $= 16657,202 \text{ dm}^3/\text{jam}$   
 $= 16,657 \text{ m}^3/\text{jam}$

- $V_t = V_o \times \tau$

$$= 16,657 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} = 16,657 \text{ m}^3$$

- a. Untuk menentukan volume desain reaktor digunakan *safety factor* 20% (Peter and Timmerhaus, 1991).

Volume desain reaktor ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$V_{\text{reaktor}} = 1,2 \times V_t$$

$$V_{\text{reaktor}} = 1,2 \times 16,657 \text{ m}^3$$

$$= 21,988 \text{ m}^3$$

- b. Menentukan diameter dan tinggi reaktor

$$V_t = \frac{\pi D^2 H}{4} \quad (\text{Brownell and Young, 1959. page 41})$$

$$H = 2 D$$

$$V_t = \frac{\pi D^2 (2D)}{4}$$

$$31,988 \text{ m}^3 = \frac{3,14 D^2 (2D)}{4}$$

$$D^3 = 31,988 \times 0,6369$$

$$D = \sqrt[3]{20,374}$$

$$D = 2,731 \text{ m}$$

$$D = 8,961 \text{ ft}$$

$$H = 2D$$

$$H = 2 \times 2,731 \text{ m}$$

$$H = 5,462 \text{ m}$$

$$H = 17,922 \text{ ft}$$

- **Menentukan tekanan desain reaktor**

- $P_{\text{operasi}} = 1 \text{ atm} = 14,7 \text{ psi}$

- $P_{\text{hidrostatik}} = \rho_{\text{mix}} \times g/gc \times h$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 2,938 \times 9,8/9,8 \times 4,552 \text{ m}$$

$$P_{\text{hidrostatik}} = 13,376 \text{ Pa} = 0,00194 \text{ psi}$$

1. Tekanan desain diambil 20% di atas tekanan kerja normal.

$$P_{\text{desain}} = 1,2 \times (P_{\text{operasi}} + P_{\text{hidrostatik}})$$

$$P_{\text{desain}} = 1,2 \times (14,7 + 0,00194) \text{ psi}$$

$$P_{\text{desain}} = 17,637 \text{ psi}$$

Keterangan:

$P_{\text{operasi}}$  = tekanan operasi

$P_{\text{hidrostatik}}$  = tekanan hidrostatik

$P_{\text{desain}}$  = tekanan desain

$g$  = konstanta gravitasi =  $9,80665 \text{ m/s}^2$

$g_c$  =  $32,2 \text{ ft/s}^2$  tetapan (page 132, brown)

$\rho_{\text{mix}}$  = densitas campuran ( $\text{kg/m}^3$ )

$h$  = tinggi cairan dalam reaktor (m)

- **Menentukan bahan konstruksi**

Bahan yang digunakan untuk reaktor adalah stainless steel SA-316 grade

C. Dasar pemilihan bahan:

- Tahan korosi.
- **Menentukan tebal *shell***

$$t_s = \frac{P \times r}{(f \times E) - (0,6 \times P)} + C \quad (\text{Brownell and Young, eq.13.1})$$

P = Tekanan operasi (psi)

ts = Tebal *shell* tangki (in)

r = jari-jari (in)

D = Diameter tangki (ft)

f = *maximum allowable stress*

E = Efisiensi maksimum (%) (Brownell and young, 1959.

Tabel 13.2 page 254)

c = Faktor koreksi (in)

$$t_s = \frac{17,637\text{psi} \times 53,637\text{in}}{(100000\text{psi} \times 0,8) - (0,6 \times 17,637 \text{psi})} + 0,05 \text{ in}$$

$$t_s = 0,0619 \text{ in}$$

$t_s = 0,3125 \text{ in}$  (tebal standar, Brownell and Young, 1959. Tabel. 5.4) OD

tangki = D + 2.ts

$$= 108,155 \text{ in}$$

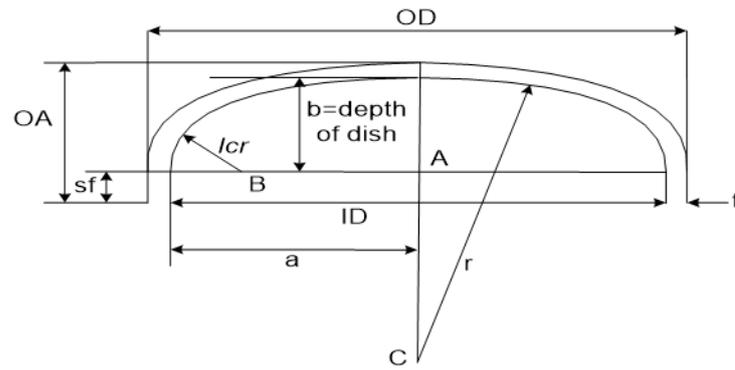
OD<sub>standard</sub> = 192 in (Brownell and Young, 1959. Tabel. 5.7  
page 90)

ID = OD – 2.ts

$$= 192 \text{ in} - 2 \cdot 0,3125 \text{ in}$$

$$= 191,375 \text{ in}$$

- Merancang *Head* Reaktor



### 1. Tebal head

Jenis : *Torispherical dished head*

$$t_h = \frac{pr_c W}{2fE - 0,2p} + c$$

(Brownell and Young, 1959. Eq.7.77)

Dimana :  $t_h$  = tebal *head* tangki (in)  
 $r_c$  = jari-jari luar tangki (in)  
 $f$  = *maximum allowable stress*  
 $E$  = Efisiensi maksimum (%)  
 $c$  = Faktorkoreksi (in)  
 $W$  = *stress intensification factor*  
 $r_1$  = knucle radius (icr)

$$w = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{r_c}{r_1}} \right)$$

$$w = \frac{1}{4} \left( 3 + \sqrt{\frac{96 \text{ in}}{5,875 \text{ in}}} \right)$$

$$W = 1,76$$

$$t_h = \frac{17,637 \text{ psi} \times 96 \text{ in} \times 5,875}{2 \times 100000 \text{ psix } 0,8 - (0,2 \times 17,637 \text{ Psi})} + 0,05 \text{ in}$$

$$t_h = 0,0686 \text{ in}$$

Digunakan tebal standar 3/16 (tebal standar, Brownell and Young, 1959.

Tabel. 5.7 page 90)

## 2. Tinggi Head

Berdasarkan hal.87 fig.5.8 brownell & Young

$$\begin{aligned} A &= ID/2 \\ AB &= a-icr \\ BC &= r-icr \end{aligned}$$

$$B = r - AC$$

dimana :

$$ID = \text{diameter dalam} = 191,625 \text{ in}$$

$$ts = \text{Tebal shell} = 5/16 \text{ in}$$

$$th = \text{Tebal tutup} = 3/16 \text{ in}$$

$$r = 170 \text{ In}$$

$$icr = 11 \frac{1}{2} \text{ In}$$

$$A = ID/2 = 95,812 \text{ in}$$

$$AB = a - irc = 84,312 \text{ in}$$

$$BC = rc - irc = 158,5 \text{ in}$$

$$AC = \sqrt{BC^2 - AB^2} = 134,215 \text{ in}$$

$$b = r - AC = 35,785 \text{ in}$$

Berdasarkan table 5.6 Brownell and Young, 1959 halaman 88, *head*

dengan tebal 3/16 didapat  $sf = 1,5 - 2 \text{ in}$

Perancangan digunakan  $sf = 2 \text{ in}$

$$\begin{aligned} \text{Jadi tinggi head total (AO)} &= Sf + b + t \text{ head} \\ &= 37,972 \text{ in} \\ &= 0,964 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi tinggi reaktor} &= H + AO \\ &= 253,033 \text{ in} \\ &= 6,427 \text{ m} \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan :

$$OD = 4,876 \text{ meter}$$

$$ID = 4,861 \text{ meter}$$

Tinggi total = 6,427 meter

Tebal shell = 0,3125 in

Tebal head = 0,1875 in

#### 4. Merancang Pengaduk

Jenis pengaduk : *standard three-bladed marine propeller*

Desain : Reaktor dilengkapi dengan 4 buah sekat (*Baffle*)

$Da/Dt = \frac{1}{3}$	$E/Dt = \frac{1}{3}$
$H/Dt = 1$	$W/Da = \frac{1}{5}$
$J/Dt = \frac{1}{12}$	$L/Da = \frac{1}{4}$

(McCabe,1993)

Dimana : Dt = Diameter reaktor (m)

Da = Diameter pengaduk (m)

H = Tinggi cairan (m)

J = Tebal *Baffle* (m)

W = Tinggi pengaduk (m)

L = Lebar pengaduk (m)

E = Jarak pengaduk dengan dasar tangka (m)

Dengan rumus diatas dihasilkan :

Da = 0,91 meter

$$J = 0,227 \text{ meter}$$

$$E = 0,91 \text{ meter}$$

$$W = 0,182 \text{ meter}$$

$$L = 0,227 \text{ meter}$$

- **Menghitung kecepatan pengadukan**

Kecepatan pengaduk standard yang digunakan yaitu 200 rpm = 3,33 rps

Daya pengadukan :

$$P = \frac{K n^3 D a^5 \rho}{g_c}$$

(McCabe,1993)

$Nre = Da^2 \times \text{densitas} \times \text{kecepatan pengadukan} / \text{viskositas campuran}$

$$Nre = 1494150,4$$

Pada grafik  $Nre$  vs  $(Kt=Np)$  buku brown diperoleh harga  $Np$  sebesar : 0,9

Sehingga diperoleh daya sebesar :

$$P = \frac{0,9 \times 3,3^3 \times 0,725^5 \times 1,054}{32,7}$$

$$P = 152,523 \text{ ft.lbf/s}$$

$$P = 0,277 \text{ HP}$$

$$P = 0,206 \text{ Kw}$$

Keterangan :

$P$  = Daya pengadukan

$Kt$  =

$N$  = kecepatan putaran

$Gc$  = tetapan sebesar 32,7  $\text{ft/s}^2$

## 5. Merancang jaket pendingin

Reaksi yang berlangsung dalam reaktor bersifat eksotermis, sehingga membutuhkan pendingin. Karena reaksi terjadi pada suhu 65°C, maka suhu di reaktor harus dijaga tetap pada suhu tersebut. Untuk menjaga agar suhu di dalam reaktor tetap pada 65°C dengan menggunakan air pendingin. Densitas

$$\text{campuran} = 2,94 \text{ kg/dm}^3$$

$$= 183,447 \text{ lb/cuft}$$

$$\text{Viskositas campuran} = 0,815 \text{ lb/ft hr}$$

$$\text{Panas spesifik campuran} = 719,49 \text{ Btu/lb. Ft}$$

$$\text{Konduktivitas bahan} = 0,089 \text{ Btu/(hr.ft}^2\text{)(F/ft)(Kern, 1959)}$$

Tabel . L.7 Temperatur pendingin

Suhu air masuk =	30	°C	303	°K	86	°F
Suhu air keluar =	50	°C	323	°K	122	°F
$\Delta T$ standard =	20	°C	293	°K	68	°F

### Mencari kebutuhan air pendingin

$$W_t = \frac{Q}{C_p \cdot \Delta T}$$

Keterangan :

$W_t$  = Kebutuhan air pendingin

$Q$  = Jumlah panas yang dilepaskan

$C_p$  = Panas jenis pendingin

$\Delta T$  = Selisih temperatur

$$W_t = \frac{227023,691 \text{ kJ} / \text{jam}}{76 \text{ kJ} / \text{kmol.K} (293^0 \text{ K})}$$

$$W_t = 184,288 \text{ kg/jam}$$

$$W_t = 0,0512 \text{ kg/s}$$

**Mencari kecepatan volumetric air**

$$Q_v = \frac{W_t}{\rho_{air}}$$

$$Q_v = \frac{0,0512 \text{ kg} / \text{s}}{45,119 \text{ kg} / \text{m}^3}$$

$$Q_v = 0,00113 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Menghitung tinggi jaket**

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jaket} &= \text{Tinggi reaktor} \\ &= 5,462 \text{ m} \end{aligned}$$

**Menghitung tebal dinding jaket**

$$t_s = \frac{P.r}{2.f.E - (0,6.P)} + C$$

$$t_s = \frac{17,638 . 4,758}{2.12650.0,8 - (0,6.17.638)}$$

ts standar= 0,1875 in

### Menghitung koefisien transfer panas

$$\boxed{\frac{hi \cdot Di}{k} = 0,36 \left( \frac{L^2 N \cdot \rho}{\mu} \right)^{2/3} \left( \frac{Cp \cdot \mu}{k} \right)^{1/3} \left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14}} \quad (\text{eq. 20.4, Kern})$$

$$\left( \frac{\mu}{\mu_w} \right)^{0,14} = 0,43$$

$$\left| \frac{(L^2 x N x \rho)^{2/3}}{\mu} \right| = 36307,35$$

$$\left| \frac{(Cp x \mu)^{1/3}}{k} \right| = 15,107$$

$$hi = \frac{0,36 x 0,43 x 36307,35 x 15,107 x 0,088}{15,947}$$

$$hi = 468,57 \text{ btu} / \text{ hr. ft}^2$$

$$\boxed{hio = hi \cdot \frac{ID}{OD}}$$

$$hio = 468,57 x \frac{16}{16,656}$$

$$h_{io} = 450,107 \text{ btu} / \text{hr. ft}^2$$

$$\text{Re} = \frac{\rho V \cdot ID}{\mu \cdot at}$$

**Mencari bilangan reynold**

$$\text{Re} = 5736,92$$

Dari figure 24 Kern diperoleh nilai Jh sebesar 50

**Mencari koefisien transfer panas pipa**

$$h_o = jH \frac{k}{De} \left[ \frac{cp \cdot \mu}{k} \right]^{\frac{1}{3}} \left[ \frac{\mu}{\mu_w} \right]^{0.34}$$

$$h = 302,5 \text{ btu/hr. ft}^2$$

**Menghitung koefisien, Uc**

$$Uc = (h_i \times h_o) / (h_i + h_o)$$

$$= 180,915 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$$

Menghitung Ud

$$Ud = Uc / (Uc \cdot Rd) + 1$$

$$= 150 \text{ Btu/jam.ft}^2 \cdot \text{F}$$

Panas yang dibutuhkan

Dari perhitungan neraca panas pada reaktor, diketahui jumlah panas yang harus diserap oleh air pendingin adalah:

$$Q = 227023,691 \text{ kJ/jam Dengan } \Delta T_{lmtD} = 25,48 \text{ }^\circ\text{F}$$

Maka luas transfer panas antara fluida yang ada didalam reaktor dan jaket menjadi:

$$A = Q / (Ud \times \Delta T)$$

$$= 56,279 \text{ ft}^2$$

dimana :

$U$  = koefisien panas

$overall$  (btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)  $Q$

= panas yang harus

diserap (btu/jam)

$A$  = luas perpindahan panas (ft<sup>2</sup>)

$h_i$  = nilai panas bagian

dalam (btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)  $h_{i0}$

= nilai panas bagian

luar (btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)

$h_o$  = koefisien panas overall bagian luar (Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)

$h_{oi}$  = diameter dalam

referensi (Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)  $R_d$

= *dirt of fouling*

*factor* hr.ft<sup>2</sup>.F/btu

Ud = koefisien perpindahan panas

$U_{overall}$  (Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)

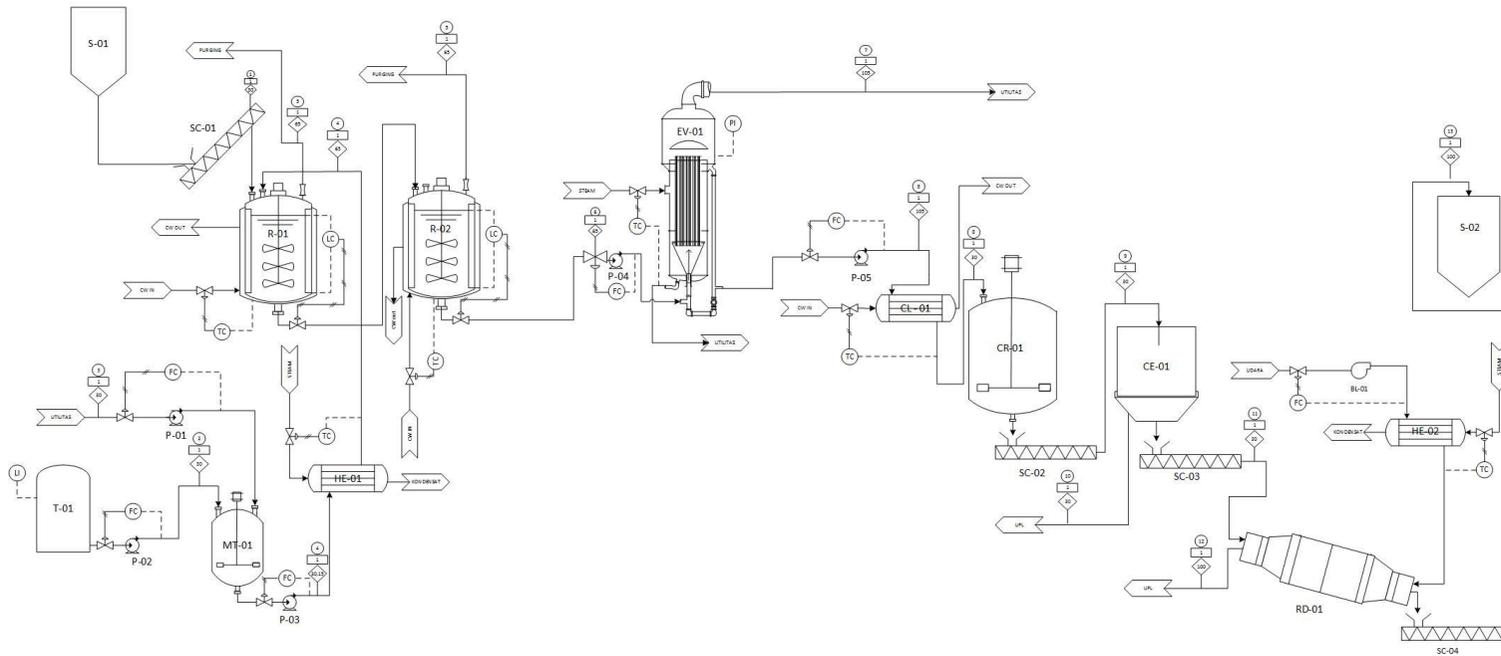
= overall

$U_{clean}$  koefisien (Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F)

Tabel L.8 Kesimpulan jaket pendingin

No	Parameter	Nilai	Satuan
1.	Uc	180,915	Btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
2.	Ud	150	Btu/jam.ft <sup>2</sup> .F
3.	A	56,279	ft <sup>2</sup>
4.	Tebal Jaket	ID jaket = 16 OD jaket=16,656	ft
5.	Tinggi jaket	17,921	ft

**PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRA RANCANGAN PABRIK MAGNESIUM SULFAT DARI MAGNESIUM  
KARBONAT DAN ASAM SULFAT  
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN**



Komponen	No. Arus (kg/jam)												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MgCO <sub>3</sub>	5657,7	0,0	0,0	0,0	0,0	1131,5	0,0	1131,5	1131,5	1131,5	0,0	0,0	0,0
SiO <sub>2</sub>	34,6	0,0	0,0	0,0	0,0	34,6	0,0	34,6	34,6	34,6	0,0	0,0	0,0
CaCO <sub>3</sub>	23,1	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	0,0	23,1	23,1	23,1	0,0	0,0	0,0
CO <sub>2</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0	2370,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MgSO <sub>4</sub> (aq)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6465,9	0,0	6465,9	264,1	264,1	0,0	0,0	0,0
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12592,4	0,0	12592,4	0,0	12592,4
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,0	6468,6	0,0	6468,6	0,0	1188,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
H <sub>2</sub> O	57,7	132,0	35804,7	35936,7	0,0	36964,3	18482,2	18482,2	12032,4	10829,1	1203,2	1169,4	33,8
TOTAL	5773,2	6600,7	35804,7	42405,4	2370,8	45807,7	18482,2	26137,4	26078,2	12282,5	13795,7	1169,4	12626,3

Keterangan		
T	Tangki	FC Flow Control
MT	Mixer	LC Level Control
S	Silo	TC Temperature Control
R	Reaktor	PI Pressure Indicator
EV	Evaporator	P Pompa
CR	Crystallizer	○ Nomor Arus
CE	Centrifuge	□ Suhu, °C
RD	Rotary Dryer	◇ Tekanan, atm
HE	Heater	⊗ Control Valve
CL	Cooler	— Arus Sinyal Listrik
SC	Screw Conveyor	⊞ Arus Pneumatik

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2019**

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PRA RANCANGAN PABRIK  
MAGNESIUM SULFAT DARI  
MAGNESIUM KARBONAT  
DAN ASAM SULFAT  
DENGAN KAPASITAS 100.000 TON/TAHUN

DISUSUN OLEH :

1. GIFFARI MUSLIM A (14621183)  
2. TRIA CITRA HAPSARI (14621343)

DOSEN PEMBIMBING :

1. Ir. Agus Taufiq, M.Sc.  
2. Nur Indah Fajar Mukti, S.T., M.Eng