

**PRA RANCANGAN PABRIK AMONIUM  
ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM SULFAT  
DENGAN KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN**

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



**Oleh:**

**Nama : M. Akhlis Fuad**

**Nama : Reza AlFurqon**

**NIM : 19521087**

**NIM : 19521129**

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

**2023**

# LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

## PRA RANCANGAN PABRIK ALUM DARI ALUMUNIUM SULFAT DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Akhlis Fuad  
NIM : 19521087

Nama : Reza Alfurqon  
NIM : 19521129

Yogyakarta,

Menyatakan bahwa sluruh hasil Prarancangan Pabrik ini adalah hasil karya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka kami siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun.

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



M. Akhlis Fuad  
NIM.19521087



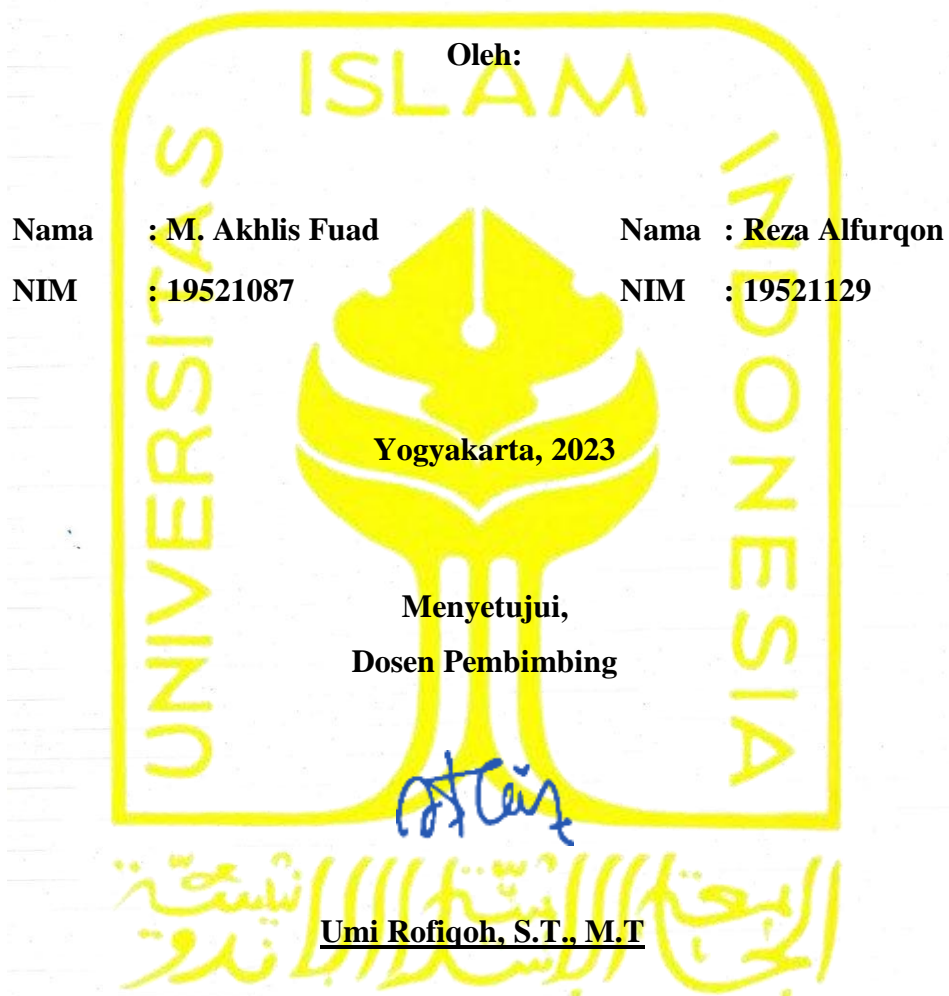
Reza Alfurqon  
NIM. 19521129

# LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRA RANCANGAN PABRIK ALUM DARI ALUMINIUM SULFAT

DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

PRARANCANGAN PABRIK



# LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRA RANCANGAN PABRIK ALUM DARI ALUMUNIAM SULFAT

DENGAN KAPASITAS 40.000 TON / TAHUN

PRA RANCANGAN PABRIK

Oleh:

Nama : M. Akhlis Fuad

Nama : Reza Alfurqon

NIM : 19521087

NIM : 19521129

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 2023

Tim Penguji,  
Umi Rofiqah, S.T., M.T  
Ketua

Dr. Diana, S.T., M.Sc  
Anggota 1

Lilis Kistrivani, S.T., M.Eng  
Anggota 2



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Sholeh Ma'mun, S.T., M.T., Ph.D

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Shalawat dan salam semoga tercurah limpahkan kepada nabi kita Nabi Muhammad SAW.

Tugas Akhir Pra Rancangan Pabrik yang berjudul "**Pra Rancangan Pabrik Alum dari Alumunium Sulfat dengan Kapasitas 40.000 Ton/ Tahun**" disusun sebagai penerapan dari ilmu Teknik Kimia yang telah didapat selama perkuliahan dan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama melakukan penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak memperoleh bantuan baik ilmu maupun tenaga dari berbagai pihak. Penulis secara khusus hendak menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak berikut:

1. Allah SWT karena atas segala kehendak-Nya penulis diberikan kesehatan, kenikmatan dan kemampuan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua kami yang selalu mendo'akan kami serta memberi dukungan baik moril maupun materil sehingga syukur Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Pak Sholeh Ma'mun, S.T., M.T.,Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

4. Bu Ifa Puspasari, S.T.,M.Eng.,Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Umi Rofiqoh, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan selama proses penulisan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Teman- teman Teknik Kimia 2019 yang selalu memberikan semangat, dukungan dan do'a.
7. Seluruh civitas akademik di lingkungan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu per satu dalam membantu penyusunan Tugas Akhir ini
9. Yasaka Menoa, Misakura Rin, Shirakawa Hiyori, Yuki Minakami, Kushima Kamome yang telah memberikan dorongan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini

Kami berusaha semaksimal mungkin dalam menyusun laporan Tugas Akhir ini agar dapat bermanfaat umumnya bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis. Kami menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran untuk kesempurnaan laporan ini. Akhir kata kami berharap agar laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya mahasiswa Teknik Kimia. Aamiin

*Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Yogyakarta,

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....	I
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....	II
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI .. ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.	
KATA PENGANTAR .....	IV
DAFTAR ISI .....	VI
DAFTAR TABEL .....	IX
DAFTAR GAMBAR .....	XII
DAFTAR LAMPIRAN .....	XIII
DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN .....	XIV
ABSTRAK .....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik .....	2
1.2.1 Kebutuhan Ammonium Alumunium Sulfat di Indonesia .....	2
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku .....	3
1.2.3 Kapasitas Pabrik Ammonium Sulfat .....	3
1.2.4 Kapasitas Produksi Pabrik Ammonium Sulfat .....	4
1.3 Tinjauan Pustaka .....	5
1.3.1 Proses Pembuatan Alum dari Alumunium Sulfat .....	5
1.3.2 Kegunaan Produk .....	6
1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika .....	7
1.4.1 Tinjauan Kinetika .....	7
1.4.2 Tinjauan Termodinamika .....	7
BAB II PERANCANGAN PRODUK .....	9
2.1 Spesifikasi Produk .....	9
2.1.1 Ammonium Alumunium Sulfat .....	9
2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung .....	9
2.2.1 Alumunium Sulfat .....	9
2.2.2 Ammonium Sulfat .....	10
2.2.3 Air .....	10
2.3 Pengendalian Kualitas .....	11
BAB III PERANCANGAN PROSES .....	14
3.1 Diagram Alir Peoses dan Material .....	14
3.1.1 Diagram Alir Kualitatif .....	14
3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif .....	15
3.2 Uraian Proses .....	16
3.3 Spesifikasi Alat .....	18



3.3.1 Unit Penyimpanan .....	18
3.3.2 Unit Transportasi Bahan .....	21
3.3.3 Unit Reaksi.....	29
3.3.4 Unit Pemisahan.....	34
3.3.5 Unit Penukar Panas.....	40
3.4 Neraca Massa.....	45
3.5 Neraca Panas.....	51
<b>BAB IV PERANCANGAN PABRIK .....</b>	<b>56</b>
4.1 Lokasi Pabrik .....	56
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	57
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	60
4.2 Tata Letak Pabrik.....	61
4.3 Tata Letak Mesin/ Alat Proses ( <i>Machines Layout</i> ).....	65
4.4 Organisasi Perusahaan.....	68
4.4.1 Bentuk Perusahaan .....	68
4.4.2 Struktur Organisasi .....	69
4.4.3 Tugas dan Wewenang .....	72
4.4.4 Status, Penggolongan Jabatan, Jumlah Gaji Karyawan.....	78
4.4.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	81
4.4.6 Ketenagakerjaan .....	82
<b>BAB V UTILITAS .....</b>	<b>84</b>
5.1 Unit Penyediaan dan Pngolahan Air .....	84
5.1.1 Air Kebutuhan Umum .....	85
5.2 Unit Pembangkit <i>Steam</i> .....	89
5.3 Unit Pembangkit Listrik .....	89
5.4 Unit Penyedia Udara Tekanan.....	91
5.5 Unit Peyedia Bahan Bakar.....	91
5.6 Unit Pengolahan Limbah.....	990
5.6.1 Limbah Cair .....	9192
5.7 Spesifikasi Alat Utilitas.....	94
5.7.1 Perancangan Alat Pengolahan Air .....	94
<b>BAB VI EVALUASI EKONOMI .....</b>	<b>109</b>
6.1 Evaluasi Ekonomi .....	109
6.2 Penaksiran Harga Peralatan .....	11010
6.3 Perhitungan Biaya .....	11515
6.3.1 Dasar Perhitungan.....	11515
6.2.3 Total <i>Capital Investment</i> .....	11616
6.2.4 Total <i>Production Cost</i> .....	11818
6.4 Analisa Kelayakan .....	12121
6.4.1 <i>Return Of Investment</i> (ROI).....	12222



6.4.2 <i>Pay Out Time</i> .....	123
6.4.3 <i>Break Even Point</i> .....	123
6.4.4 Shutdown Point (SDP).....	125
6.4.5 <i>Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)</i> .....	126
<b>BAB.VII KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>12929</b>
7.1 Kesimpulan.....	12929
7.2 Saran.....	13131
DAFTAR PUSTAKA .....	13232
LAMPIRAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.34</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data Impor Ammonium Alum Tahun 2017-2020.....	2
Tabel 1. 2 Sumber Bahan Baku Utama .....	3
Tabel 1. 3 Sumber Bahan Baku Utama .....	3
Tabel 1. 4 Data Produksi Pabrik Ammonium Alumunium Sulfat .....	4
Tabel 1. 5 Perbandingan Proses.....	6
Tabel 1. 6 nilai $\Delta H_f^\circ$ dan $\Delta G_f^\circ$ masing- masing Komponen .....	7
Tabel 3. 1 Spesifikasi Silo (SL-01).....	18
Tabel 3. 2 Spesifikasi Silo $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .....	19
Tabel 3. 3 Spesifikasi Silo $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ .....	20
Tabel 3. 4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 5).....	211
Tabel 3. 5 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 5).....	22
Tabel 3. 6 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-01) .....	23
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-02) .....	24
Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-03) .....	25
Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-04) .....	26
Tabel 3. 10 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-05) .....	27
Tabel 3. 11 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-06) .....	28
Tabel 3. 12 Spesifikasi Reaktor (R-01).....	29
Tabel 3. 13 Spesifikasi Reaktor (R-02).....	31
Tabel 3. 14 Spesifikasi <i>Mixer</i> (M-01).....	32
Tabel 3. 15 Spesifikasi <i>Mixer</i> (M-02).....	33
Tabel 3. 16 Spesifikasi Kristalizer (CR-01) .....	334
Tabel 3. 17 Spesifikasi Rotary Drum Vaccum Filter (RDVF-01).....	35
Tabel 3. 18 Spesifikasi <i>Centrifuge</i> (CF-02) .....	36
Tabel 3. 19 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	37
Tabel 3. 20 Spesifikasi <i>Ball Mill</i> (BM-01).....	38
Tabel 3. 21 Spesifikasi <i>Screener</i> (SC-01) .....	39
Tabel 3. 22 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-01).....	40
Tabel 3. 23 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-02).....	41
Tabel 3. 24 Spesifikasi <i>Heater</i> (HE-03).....	42
Tabel 3. 25 Spesifikasi <i>Condensor</i> (CD-01) .....	43
Tabel 3. 26 Spesifikasi Evaporator (EV-01) .....	44
Tabel 3. 27 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-01).....	46
Tabel 3. 28 Neraca Massa <i>Mixer</i> (M-02).....	46
Tabel 3. 29 Neraca Massa Rotary Drum Vaccum Filter (RDVF-01).....	46
Tabel 3. 30 Neraca Massa Reaktor (R-01) .....	47
Tabel 3. 30 Neraca Massa Reaktor (R-02) .....	47
Tabel 3. 31 Neraca Massa Evaporator (EV-01).....	48
Tabel 3. 32 Neraca Massa Kristalizer (CR-01) .....	48
Tabel 3. 33 Neraca Massa <i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	49
Tabel 3. 34 Neraca Massa <i>Ball Mill</i> (BM-01).....	49
Tabel 3. 35 Neraca Massa <i>Screener</i> (SC-01) .....	50
Tabel 3. 36 Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-01) .....	50
Tabel 3. 37 Neraca Panas <i>Mixer</i> (M-02).....	51

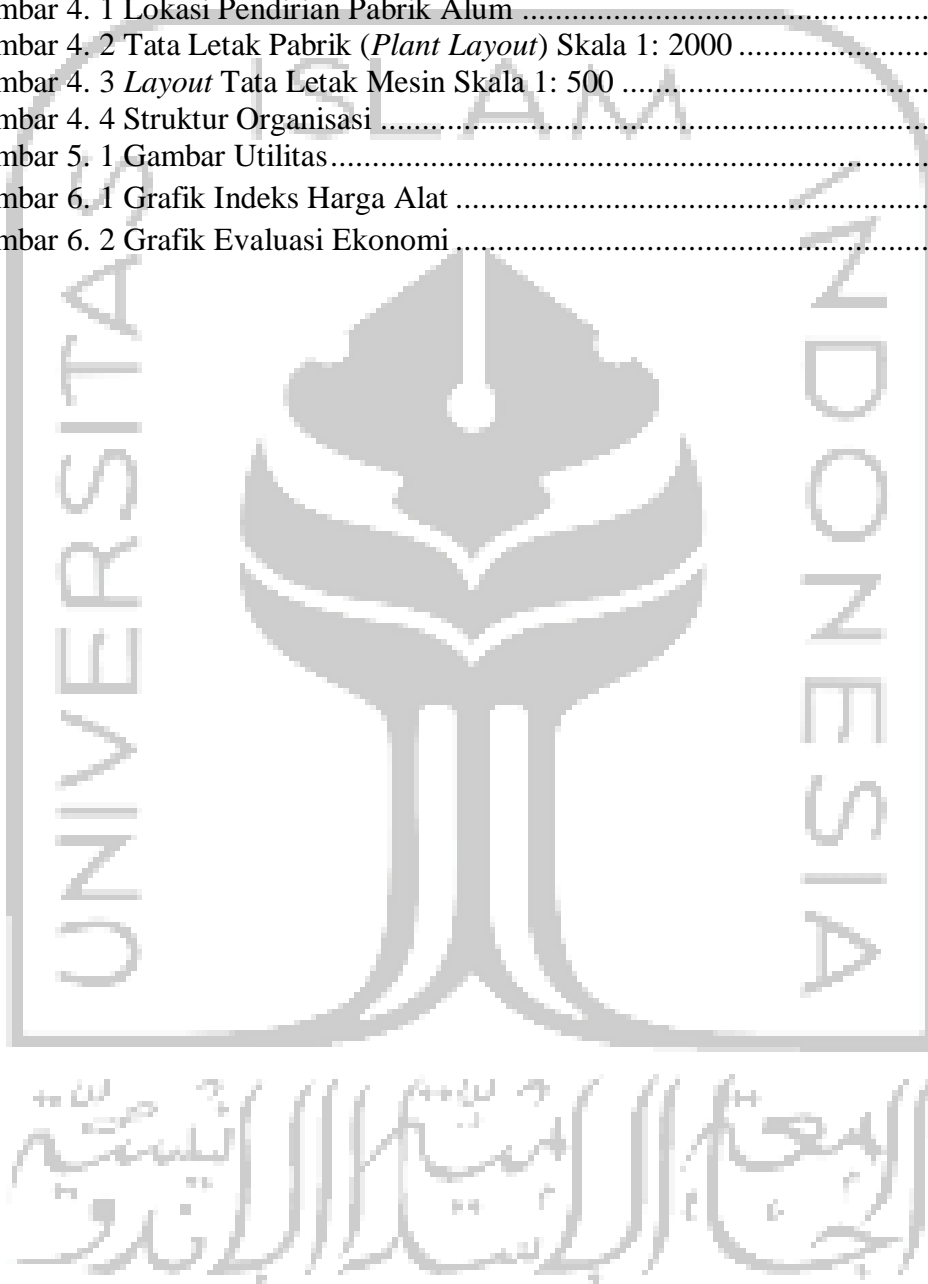
Tabel 3. 38 Neraca Panas Reaktor (R-01).....	51
Tabel 3. 39 Neraca Panas Evaporator (EV-01) .....	52
Tabel 3. 40 Neraca Panas Kristalizer (CR-01) .....	52
Tabel 3. 41 Neraca Panas <i>Rotary Dryer</i> (RD-01).....	53
Tabel 3. 42 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-01).....	54
Tabel 3. 43 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-02).....	54
Tabel 3. 44 Neraca Panas <i>Heater</i> (HE-03).....	54
Tabel 3. 45 Neraca Panas <i>Condensor</i> (CD-01) .....	55
Tabel 4. 1 Jumlah dan Gaji Karyawan .....	80
Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik .....	85
Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin .....	87
Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Proses .....	88
Tabel 5. 4 Total Kebutuhan Air .....	88
Tabel 5. 5 Kebutuhan <i>Steam</i> .....	89
Tabel 5. 6 Daya Alat Proses .....	90
Tabel 5. 7 Spesifikasi Screener (SC-01) .....	94
Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pengendap Awal (BU-01).....	95
Tabel 5. 9 Spesifikasi Bak Pencampur (BU-02).....	96
Tabel 5. 10 Spesifikasi Klarifier (KL-01) .....	97
Tabel 5. 11 Saringan Pasir (SF-01).....	98
Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Air Minum (BU-03).....	99
Tabel 5. 13 Spesifikasi Tangki NaCl (TU-01).....	990
Tabel 5. 14 Spesifikasi Cooling Tower (CT-01) .....	10001
Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki NaOH (TU-02).....	1012
Tabel 5. 16 Spesifikasi Cation Exchanger (TU-03).....	10203
Tabel 5. 17 Spesifikasi Anion Exchanger (TU-04) .....	10304
Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki Umpan Boiler (TU-05).....	10405
Tabel 5. 19 Spesifikasi Boiler (BL-01).....	10506
Tabel 5. 20 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 7)....	10607
Tabel 5. 21 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 7)....	10708
Tabel 5. 22 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 7)....	10709
Tabel 6. 1 Indeks Harga .....	11011
Tabel 6. 2 Harga Alat .....	11415
Tabel 6. 3 <i>Physcal Plant</i> (PPC) .....	11718
Tabel 6. 4 <i>Direct Plant Cost</i> (PPC).....	11711
Tabel 6. 5 <i>Fixed Capital Invesment</i> (FCI).....	11718
Tabel 6. 6 <i>Working Capital Invesment</i> (WCI).....	11819
Tabel 6. 7 <i>Direct Manufacturing Cost</i> (DMC).....	1190
Tabel 6. 8 <i>Indirect Manufacturing Cost</i> (IMC) .....	12021
Tabel 6. 9 <i>Fixed Manufacturing Cost</i> (FMC).....	12021
Tabel 6. 10 <i>General Expenses</i> .....	12122

Tabel 6. 11 Total <i>Production Cost</i> .....	12122
Tabel 6. 12 <i>Fixed Cost (FA)</i> .....	12425
Tabel 6. 13 <i>Regulated Cost (RA)</i> .....	12526
Tabel 6. 14 <i>Variable Cost (VA)</i> .....	12526
Tabel 6. 15 Kesimpulan Evaluasi Ekonomi .....	12728



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Grafik Jumlah Impor Ammonium Alum di Indonesia.....	2
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif .....	14
Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif .....	15
Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik Alum .....	57
Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ) Skala 1: 2000 .....	64
Gambar 4. 3 <i>Layout</i> Tata Letak Mesin Skala 1: 500 .....	66
Gambar 4. 4 Struktur Organisasi .....	71
Gambar 5. 1 Gambar Utilitas.....	93
Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga Alat .....	114
Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi .....	129



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perancangan Reaktor

Lampiran 2 *Process Engineering Flow Diagram* (PEFD)

Lampiran 3 Kartu Konsultasi Bimbingan Perancangan Pabrik



## DAFTAR LAMBANG/NOTASI/SINGKATAN

T : Temperatur, °C

D : Diameter, m

H : Tinggi, m

P : Tekanan, psia

$\mu$  : Viskositas, cP

$\rho$  : Densitas, kg/m<sup>3</sup>

QS : Kebutuhan steam, kg

Ms : Massa steam, kg

A : Luas bidang penampang, ft<sup>2</sup>

Vt : Volume tangki, m<sup>3</sup>

Qf : Kecepatan/laju alir volumetrik, m<sup>3</sup>/jam

t : Waktu, jam

m : Massa, kg

FV : Laju alir, m<sup>3</sup>/jam

$\pi$  : Jari-jari, in

P : Power motor, Hp

Sg : *Spesific Gravity*

x : Konversi, %

TC : Titik kritis, °C

TB : Titik didih, °C

HV : Panas penguapan, joule/mol

VS : Volume shell, m<sup>3</sup>



Vh : Volume head, m<sup>3</sup>

Vt : Volume total, m<sup>3</sup>

Dopt : Diameter optimal, m<sup>3</sup>

ID : *Inside Diameter*, in

OD : *Outside Diameter*, in

Re : Bilangan Reynold

F : *Normal Heating Value*, Btu/lb

E : Efisiensi pengelasan

F : *Allowable stresses*, psia

rc : Jari-jari dish, in

icr : Jari- jari sudut dalam, in

W : Tinggi pengaduk, m

B : Lebar baffle, m

L : Lebar pengaduk, m

N : Kecepatan putaran, rpm

BWG: *Birmingham Wire Gauge*

UD : Koefisien perpindahan panas menyeluruh setelah ada zat pengotor pada

HE, Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

UC : Koefisien perpindahan panas menyeluruh pada awal HE dipakai, Btu/jam ft<sup>2</sup>

°F

Rd : Faktor pengotor

η : Efisiensi

Wf : Total head, in

P : Panjang, m

l : Lebar, m

ts : Tebal shell, in

th : Tebal head, in

k : Konduktivitas termal, Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

c : Panas spesifik, Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

jH : *Heat transfer factor*

hi : *Inside film coeficien*, Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

ho : *Outside film coeficien* Btu/jam ft<sup>2</sup> °F

LMTD : *Long Mean Temperature Different*, F

K : Konstanta kinetika reaksi, menit

Nt : Jumlah tube

BS : *Baffle Spacing*, in

PT : *Tube Pitch*, in



## ABSTRAK

Saat ini Indonesia sedang mengalami perkembangan yang pesat dalam bidang industri, dan Ammonium alum banyak digunakan dalam berbagai macam industri di Indonesia. Seperti pada industri kosmetik untuk membuat deodorant, industri kimia dasar dan industri pengolahan air. Melihat industri-industri yang terus berkembang di Indonesia menjadikan alum memiliki potensi yang strategis. Dengan dibangunnya pabrik ammonium alum di Indonesia, diharapkan dapat menjawab perkembangan industri-industri dalam negeri di masa yang akan datang. Serta, dapat meningkatkan nilai ekspor guna menambah devisa negara. Pabrik ini juga dapat digunakan untuk memasok kebutuhan alum pada industri yang membutuhkan saat ini. Pada dasar pembuatan ammonium alum hampir sama dengan proses pembuatan alumunium sulfat (Keyes 1957). Ammonium alum biasanya dibuat dengan kristalisasi campuran alumunium sulfat dan ammonium sulfat. (Kubota & Onosawa, 2009). Bahan baku dan air dimasukkan ke dalam reaktor. Proses reaksi antara alumunium sulfat dan ammonium sulfat untuk membentuk ammonium sulfat membutuhkan suhu  $90^{\circ}\text{C}$  dengan tekanan 1 atm. Lokasi direncanakan untuk didirikan di Kawasan Industri Gresik, Jawa Timur dengan lahan seluas  $20.000\text{ m}^2$ . Dalam pengoperasiannya, pabrik ini akan bekerja dalam 330 hari/tahun operasi. Dalam menunjang proses produksi, diperlukan air untuk proses utilitas dan listrik yang disediakan oleh PLN, serta generator sebagai cadangan. Analisa kelayakan dilihat dari nilai *Return of Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 33,3%, *Pay Out Time* (POT) setelah pajak selama 2 tahun, *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCFR) sebesar 41,45 %, *Break Event Point* (BEP) sebesar 47,18%, dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 28,15%. Dari parameter kelayakan diatas, dapat disimpulkan bahwa pabrik ammonium alum ini layak untuk didirikan.

Kata Kunci: Alumunium Sulfat, Amonium Alum, Kristalisasi

## ABSTRACT

Currently, Indonesia is experiencing rapid development in the industrial sector, and ammonium alum is widely used in various industries in Indonesia. Such as in the cosmetics industry to make deodorants, the basic chemical industry and the water treatment industry. Seeing the industries that continue to develop in Indonesia makes alum have strategic potential. With the construction of an ammonium alum factory in Indonesia, it is hoped that it will be able to respond to the development of domestic industries in the future. Also, it can increase the value of exports to increase the country's foreign exchange. This factory can also be used to supply alum needs to industries that currently need it. In essence, the process for making aluminum sulfate ammonia is almost the same as the process for making aluminum sulfate (Keyes 1957). Ammonium alum is usually made by crystallizing a mixture of aluminum sulfate and ammonium sulfate. (Kubota & Onosawa, 2009). Raw materials and water are fed into the reactor. The reaction process between aluminum sulfate and ammonium sulfate to form ammonium sulfate requires a temperature of 90°C with a pressure of 1 atm. The location is planned to be established in the Gresik Industrial Area, East Java with an area of 20,000 m<sup>2</sup>. In operation, this factory will work 330 days/year of operation. To support the production process, water is needed for the utility process and electricity provided by PLN, as well as a generator as a backup. Feasibility analysis is seen from the Return of Investment (ROI) value after tax of 33,3%, Pay Out Time (POT) after tax of 1.36 years, Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFR) of 41,45%, Break Event Point (BEP) is 47,18%, and Shut Down Point (SDP) is 28,15%. From the feasibility parameters above, it can be concluded that this dibutyl phthalate factory is feasible to be established.

Keywords: Aluminum Sulfate, Ammonium Alum, Crystallization

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ammonium alum dapat disebut juga dengan alum ammonium atau juga alum saja. Ammonium alum merupakan material kristal sulfat ganda berwarna putih yang biasanya dijumpai sebagai dodekahidratnya. Kebutuhan serta kepentingan akan mineral ini mengalami peningkatan seiring dengan kemajuan teknologi dan juga perkembangan industri yang semakin pesat. Contoh alum lainnya adalah cesium alum, besi alum, krom alum, dan kromesenik alum.

Saat ini Indonesia sedang mengalami perkembangan yang pesat dalam bidang industri, dan Ammonium alum banyak digunakan dalam berbagai macam industri di Indonesia. Seperti pada industri kosmetik untuk membuat deodorant, industri kimia dasar dan industri pengolahan air. Melihat industri-industri yang terus berkembang di Indonesia menjadikan alum memiliki potensi yang strategis.

Dengan dibangunnya pabrik ammonium alum di Indonesia diharapkan dapat menjawab perkembangan industri-industri dalam negeri di masa yang akan datang. Serta, dapat meningkatkan nilai ekspor guna menambah devisa negara. Pabrik ini juga dapat digunakan untuk memasok kebutuhan alum pada industri yang membutuhkan saat ini.

## 1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

### 1.2.1 Kebutuhan Ammonium Alum di Indonesia

#### a. Impor Ammonium Alum di Indonesia

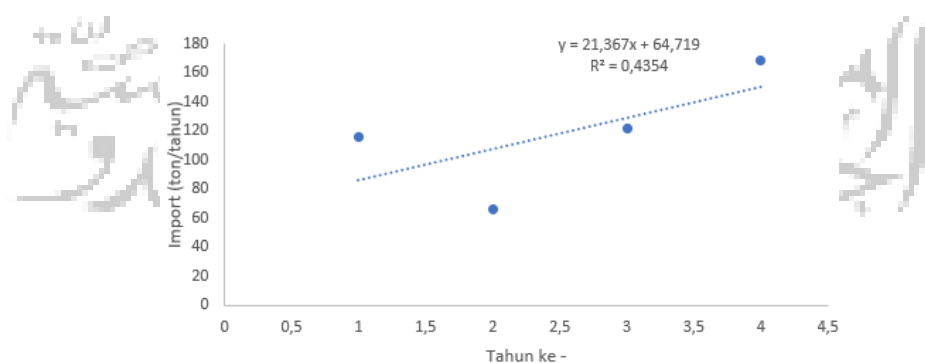
Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika dari tahun 2017 hingga pada tahun 2020, banyaknya impor alum dapat dilihat pada Tabel 1.1 berikut

Tabel 1. 1 Data Impor Ammonium Alum Tahun 2017-2020

Tahun Ke-	Tahun	Ton/Tahun
1	2017	115.8
2	2018	66.182
3	2019	122.215
4	2020	168.388

(Sumber: Badan Pusat Statistik, 2022)

Berdasarkan pada Tabel 1.1 data impor mengalami perubahan yang signifikan dari tahun ke tahun. Dalam prancangan ini, pabrik akan didirikan pada tahun ke-8 2025. Dari data tersebut maka diproyeksikan dengan metode regresi linear sebagai berikut:



Gambar 1. 1 Grafik Jumlah Impor Ammonium Alum di Indonesia

Dari Kurva diatas diperoleh persamaan regresi linear yaitu :

$$y = 21.367x + 63.716 \quad (1.1)$$

Dari persamaan tersebut diperoleh nilai impor pada tahun ke-8 2025 di Indonesia yaitu sebesar 234.652 ton/tahun.

### 1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Dalam memproduksi suatu produk, ketersediaan bahan baku menjadi sesuatu faktor yang penting. Adapun, bahan dalam pembuatan ammonium alum yaitu alumunium sulfat serta ammonium sulfat. Ketersediaan bahan baku dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. 2 Sumber Bahan Baku Utama

No	Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT Petrokimia Gresik	750.000

(Sumber: petrokimia-gresik.com)

Tabel 1. 3 Sumber Bahan Baku Utama

No	Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Liku Telaga	161,400
2.	PT. Indonesia Acid Industri	44,600
3.	PT. Mahkota Indonesia	45,000
4.	PT. Indonesia Indah	30,000

(Sumber : Alibaba.com & tkdn.kemenperin, 2022)

### 1.2.3 Kapasitas Pabrik Ammonium Sulfat

Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik ammonium alum, maka dapat dilakukan riset dengan melihat data kapasitas pabrik yang telah



didirikan. Adapun daftar nama pabrik ammonium alum yang diketahui ialah sebagai berikut:

Tabel 1. 4 Data Produksi Pabrik Ammonium Alum

No	Pabrik	Kapasitas (Ton/Tahun)
1.	PT. Liku Telaga	35.000
2.	Ambica Industries	100.000
3.	Zibo Dazhong Edible Chemica Co.,Ltd	6.000
4.	Hengyang Jianheng Industry Development Co.,Ltd	120.000

Kapasitas suatu pabrik dapat ditentukan dengan menggunakan nilai *demand* dan *supply*. Namun, dalam penentuan kapasitas juga dapat dilakukan dengan melihat kapasitas pabrik yang telah berdiri dan industri yang membutuhkan produk tersebut. Seperti contohnya industri yang membutuhkan ammonium alum adalah industri minyak mentah/murni kelapa sawit, industri pengolahan dan pengawetan biota air, industri makanan seperti buah-buahan, industri bahan kimia, industri air kemasan dan air minum isi ulang, industri mesin keperluan khusus, dan sebagainya.

#### 1.2.4 Kapasitas Produksi Pabrik Ammonium Sulfat

Untuk menentukan kapasitas suatu pabrik maka digunakan metode lain dengan cara melihat kapasitas produksi pabrik yang telah berdiri dan ketersediaan bahan baku. Setelah melihat beberapa kemungkinan untuk menentukan kapasitas produksi suatu pabrik. Maka pada pra-rancangan ini, kapasitas ditentukan dengan melihat pabrik yang telah berdiri. Sehingga diambil kesimpulan bahwa kapasitas pabrik ammonium alum pada tahun ke-

8 (delapan) 2025 adalah sebesar 40.000 ton/tahun yang bertujuan untuk menekan angka impor produk ammonium alum

### 1.3 Tinjauan Pustaka

#### 1.3.1 Proses Pembuatan Alum dari Alumunium Sulfat

Pada dasar pembuatan ammonium alum hampir sama dengan proses pembuatan alumunium sulfat (Keyes 1957). Ammonia alum merupakan hidrasi dua garam alumunium sulfat sebagai dedokahidrat. Ammonium alum biasanya dibuat dengan kristalisasi campuran alumunium sulfat dan ammonium sulfat. (Kubota & Onosawa, 2009). Adapun proses-proses pada pembuatan ammonia alum adalah sebagai berikut:

##### 1. Proses kristalisasi

Bahan baku dan air dimasukkan ke dalam reaktor. Proses reaksi antara alumunium sulfat dan ammonium sulfat untuk membentuk ammonium sulfat membutuhkan suhu 90°C dengan tekanan 1 atm. Setelah direaksikan, ammonium alum akan dihilangkan kadar airnya dengan menggunakan evaporator. Hasil dari evaporator ialah ammonium alum dengan kadar yang mendekati 55%. (US Patent 1914177 & US Patent 2833621)

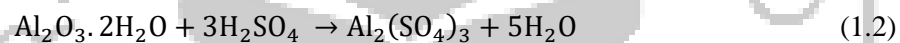


Kristal-kristal ammonium alum hasil reaksi dan pengeringan akan digiling menggunakan Ball mill dengan tujuan untuk menyeragamkan ukuranya menjadi 200 mesh. Untuk kristal yang masih

oversize akan di recycle kembali ke *ball mill*. Yield produk pada proses ini berupa ammonium alum sebesar 99% (Keyes,1957).

## 2. Proses Dorr

Aluminium sulfat diproduksi dengan mereaksikan asam sulfat pada bauksit, hasil hidrasi pada bongkahan alumina. Proses ini biasanya disebut dengan proses dorr, dengan menggunakan reaktor yang disusun seri. Adapun pada proses ini digunakan lebih dari satu reaktor. Sebelum diproses, bauksit digiling hingga berukuran 200 mesh. Pada proses ini, suhu dijaga pada temperatur 105 hingga 110°C dengan menggunakan steam langsung atau steam yang dialirkan melalui coils. (Keyes,1957)



Tabel 1. 5 Perbandingan Proses

Parameter	Kristalisasi	Dorr
Bahan Baku	Aluminium Sulfat	Aluminium Sulfat
Bahan Bantu	Ammonia Sulfat	Asam Sulfat
Suhu Operasi	90°C	105°C
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm
Yield	99%	92%

Dari proses pembuatan ammonium alum, dipilih proses kristalisasi dengan pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:

1. Bahan baku yang mudah didapatkan
2. Suhu operasi pada proses kristalisasi lebih kecil ketimbang suhu pada proses dorr
3. Proses kristalisasi menghasilkan yield yang lebih besar

### 1.3.2 Kegunaan Produk

Adapun kegunaan ammonium alum antara lain (Wahyu Nurcahyo,2014):

- a. Sebagai flokulan dalam pemurnian air
- b. Bahan baku pembuatan deodoran
- c. Pewarna dan penyamaan kulit

## 1.4 Tinjauan Termodinamika dan Kinetika

### 1.4.1 Tinjauan Kinetika

Konstanta kecepatan reaksi merupakan harga laju reaksi pada konsentrasi reaktan sama dengan satuan konsentrasi. Didapat pada jurnal bahwa kinetika reaksi dari ammonium alum sebesar  $0,9302 \text{ menit}^{-1}$  dengan orde reaksi 1 (Y.Huang.,Jianhao.,dkk,2013).

### 1.4.2 Tinjauan Termodinamika

Tinjauan termodinamika bertujuan untuk menentukan reaksi bersifat endotermis atau eksotermis serta mengetahui arah reaksi reversible maupun reversible dengan menggunakan energi gibbs dan entalpi.

Tabel 1. 6 nilai  $\Delta H_f^\circ$  dan  $\Delta G_f^\circ$  masing- masing Komponen

Komponen	$\Delta H_f^\circ$ (kJ/mol)	$\Delta G_f^\circ$ (kJ/mol)
Alumunium Sulfat	-3435	-3507
Ammonium Sulfat	-1180.9	-903.37
Air	-285.830	-237.14

---

Ammonium Alum

-2352.2

-2038.4

---

- Perhitungan panas pembentukan reaksi

$$\Delta H^{\circ}R = \sum \Delta H^{\circ}f \text{ produk} - \sum \Delta H^{\circ}f \text{ bahan baku} \quad (1.3)$$

$$\Delta H^{\circ}R = [\Delta H^{\circ}f \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}] \\ - [\Delta H^{\circ}f \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \Delta H^{\circ}f \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \Delta H^{\circ}f \text{ H}_2\text{O}]$$

$$\Delta H^{\circ}R = [-2352.2] - [-3435 + (-1180.9) + (-285.830)]$$

$$\Delta H^{\circ}R = 2549.53 \text{ kJ/mol (Reaksi Endotermis)}$$

$$\Delta H^{\circ}R = 2549530 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

- Perhitungan energi bebas

$$\Delta G^{\circ}R = \sum \Delta G^{\circ}f \text{ produk} - \sum \Delta G^{\circ}f \text{ bahan baku} \quad (1.4)$$

$$\Delta G^{\circ}R = [\Delta G^{\circ}f \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}] \\ - [\Delta G^{\circ}f \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \Delta G^{\circ}f \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \Delta G^{\circ}f \text{ H}_2\text{O}]$$

$$\Delta G^{\circ}R = [-2038.4] - [-3507 + (-903.37) + (-237.14)]$$

$$\Delta G^{\circ}R = 2609.11 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

$$\Delta G^{\circ}f = 260911 \text{ j/mol}$$

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Ammonium Alumunium Sulfat

###### a. Sifat fisik

Bentuk	: Powder
Rumus Molekul	: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	: 906,640 g/mol
Titik leleh	: 93,5 °C
Densitas	: 1,64 gr/ml
$\Delta_f H$	: $-2352,2 \text{ kJ/mol}^{-1}$
$\Delta_f G^\circ$	: $-2038,4 \text{ kJ/mol}^{-1}$
$C_p^\circ$	: $226,44 \text{ J. deg}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

#### 2.2 Spesifikasi Bahan Baku dan Bahan Pendukung

##### 2.2.1 Alumunium Sulfat

###### a. Sifat fisik

Bentuk	: Kristal Putih
Rumus Molekul	: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
Berat molekul	: 342.15 g/mol
Titik leleh	: 770 °C
Densitas	: 759,71 gr/ml

$\Delta_f H$	: $-3.435 \text{ kJ/mol}^{-1}$
$\Delta_f G^\circ$	: $-3.507 \text{ kJ/mol}^{-1}$
$C_p^\circ$	: $259.4 \text{ J. deg}^{-1}. \text{mol}^{-1}$

### 2.2.2 Ammonium Sulfat

#### a. Sifat fisik

Bentuk	: Kristal Putih
Rumus Molekul	: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
Berat molekul	: 132,14 g/mol
Titik leleh	: 280 °C
Densitas	: 759,71 gr/ml
$\Delta_f H$	: $-1180,9 \text{ kJ/mol}^{-1}$
$\Delta_f G^\circ$	: $-903,37 \text{ kJ/mol}^{-1}$
$C_p^\circ$	: $187,49 \text{ J. deg}^{-1}. \text{mol}^{-1}$

### 2.2.3 Air

#### a. Sifat fisik (Perry, 2008)

Bentuk	: Kristal Putih
Rumus Molekul	: $\text{H}_2\text{O}$
Berat molekul	: 18 g/mol
Titik leleh	: 100 °C
Densitas	: 966 gr/ml
$\Delta_f H$	: $-285,830 \text{ kJ.mol}^{-1}$



$$\Delta_f G^\circ \quad : -237,14 \text{ kJ/mol}^{-1}$$

$$C_p^\circ \quad : -75,35 \text{ J. deg}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

### 2.3 Pengendalian Kualitas

Dalam pendirian pabrik alum ini, perlu dilakukannya pengendalian kualitas agar proses dapat berjalan sesuai dengan yang telah direncanakan. dalam memproduksi ammonium alum ini, diharapkan dapat menghasilkan produk dengan mutu yang sesuai dengan standar dan jumlah produk yang sesuai dengan rencana dan tepat waktu dengan jadwal. Pengendalian yang dilakukan antara lain pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian proses produksi, dan pengendalian kualitas produksi.

#### a. Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Sebelum proses produksi dilakukan, perlu adanya pengujian terhadap kualitas bahan baku yang bertujuan untuk mengetahui seberapa baik kualitas bahan baku yang digunakan. Maka dari itu penting sekali untuk melakukan pengujian agar bahan yang digunakan dapat diproses dan menghasilkan kualitas produk yang baik.

#### b. Pengendalian Proses Produksi

Pengendalian proses produksi penting dilakukan agar kualitas produk yang dihasilkan dari bahan baku hingga produk jadi tetap terjaga dengan baik, selain itu juga pengendalian proses dilaksanakan menggunakan data pengendalian

yang berpusat di *control room* dan dilakukan dengan otomatis memakai beberapa indikator. Beberapa alat *control* yang dipakai antara lain:

- *Level control*

Merupakan alat yang memerintahkan *control valve* agar membuka atau menutup. Biasanya alat ini dipasang di bagian atas alat yang apabila belum memenuhi atau melebihi batas yang dikehendaki, maka akan menimbulkan isyarat berupa suara dan lampu yang menyala

- *Flow control*

Merupakan alat untuk mengontrol aliran bahan baku, aliran masuk, dan aliran keluar proses

- *Pressure control*

Merupakan kontroler yang dipasang pada alat yang memerlukan tekanan diatas tekanan atmosfer. Selain itu, alat ini juga menjaga agar tekanan tidak melebihi batas tekanan suatu alat yang telah diatur. Biasanya ini dipakai pada pada alat dengan fase gas

- *Temperature control*

Merupakan alat untuk mengontrol suhu pada suatu alat proses. jika ada penyimpangan pada set suhu yang diinginkan, akan timbul isyarat berupa suara dan nyala lampu

- *Level indicator*

Merupakan alat yang berfungsi untuk mengontrol ketinggian larutan pada tangki proses

- *Weight Control*

Weight control adalah instrumen yang berfungsi untuk mengontrol rate massa padatan yang melalui suatu alat.

c. Pengendalian kualitas produk

Pengendalian kualitas produk dilakukan agar mendapatkan produk sesuai dengan mutu standar, karena perlu adanya bahan yang berkualitas, pengawasan dan pengendalian terhadap proses dengan cara *system control* hingga mendapatkan produk dengan kualitas bagus. Produk lolos uji yaitu produk yang sesuai dengan standar yang telah diterapkan agar produk bisa dipasarkan.

d. Pengendalian Bahan Proses

Untuk tercapainya kapasitas produksi yang diinginkan, maka bahan proses harus memenuhi persyaratan dan mencukupi. Karenanya diperlukan pengendalian bahan proses agar tidak terjadi kekurangan dan mutu bahan yang tidak sesuai.

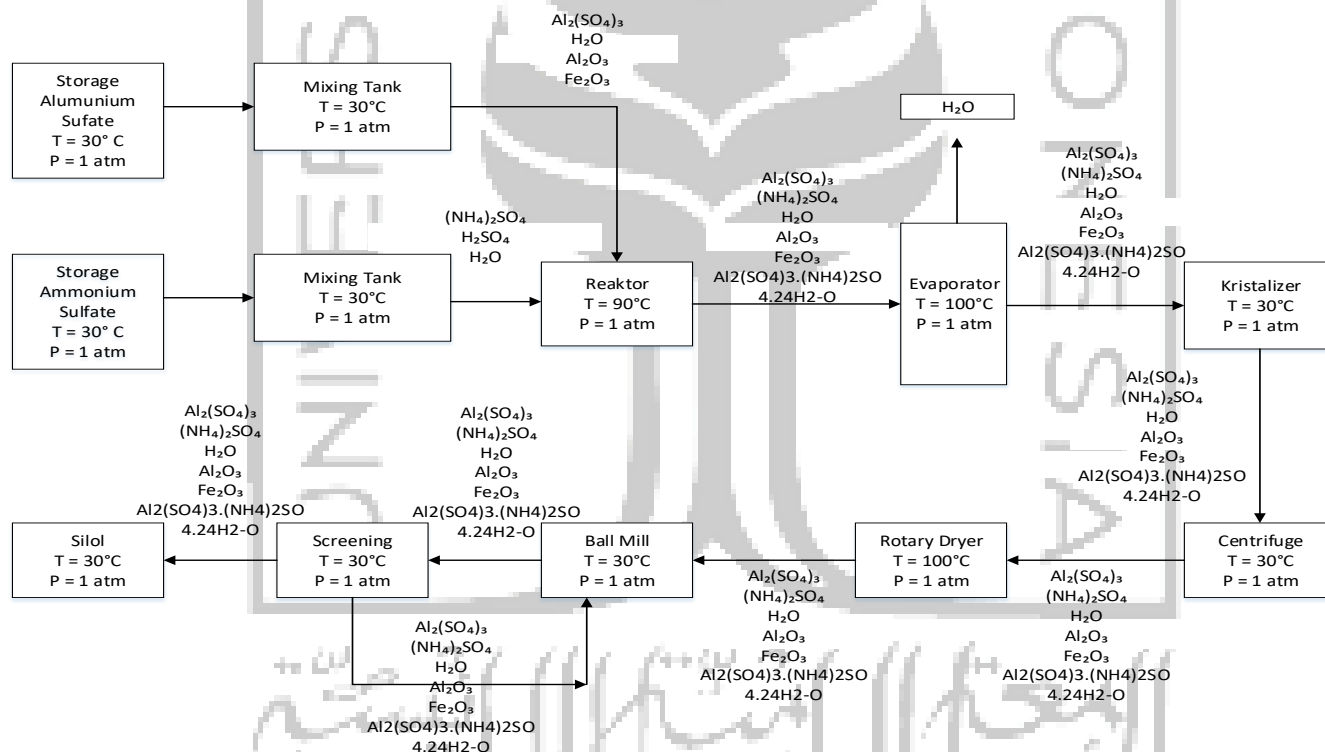
e. Penyimpangan Kuantitas

Penyimpangan kuantitas disebabkan oleh kesalahan operator, kerusakan mesin, keterlambatan pembelian dan waktu sampai bahan baku, perbaikan alat yang memakan waktu lama dan lain-lain. Penyimpangan tersebut perlu diidentifikasi penyebabnya untuk dilakukan evaluasi lanjut dengan melakukan perencanaan kembali sesuai dengan kondisi yang ada.

# BAB III PERANCANGAN PROSES

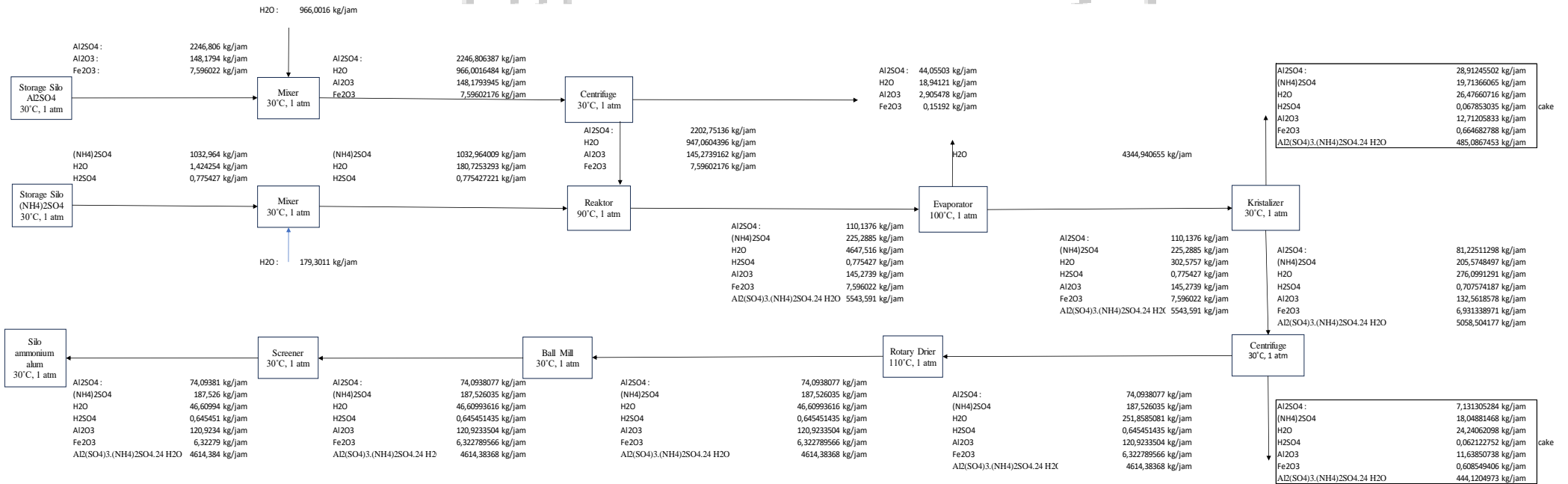
## 3.1 Diagram Alir Peoses dan Material

### 3.1.1 Diagram Alir Kualitatif

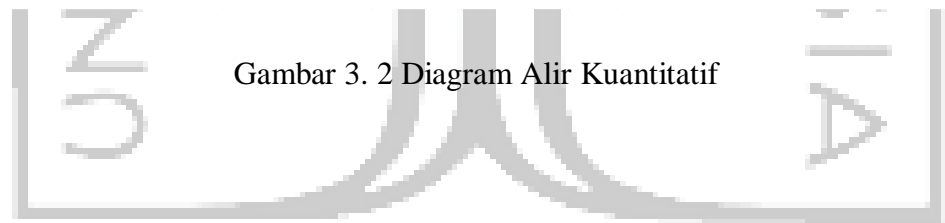


Gambar 3. 1 Diagram Alir Kualitatif

### 3.1.2 Diagram Alir Kuantitatif



Gambar 3. 2 Diagram Alir Kuantitatif



### 3.2 Uraian Proses

Proses pembuatan Aluminium-Amonium Sulfat dimana menggunakan bahan baku aluminium sulfat fase solid dan amonium sulfat fase solid. Semua bahan baku dimasukkan ke dalam reaktor. Secara garis besar keseluruhan operasi dibagi menjadi 5 bagian yaitu:

#### 1. Persiapan bahan baku

Aluminium Sulfat dan Amonium Sulfat yang disimpan dalam gudang penyimpanan produk dan air dialirkan menuju tangki pelarut untuk membuat larutan dari kedua bahan baku tersebut. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam reaktor untuk direaksikan. Kondisi operasi pada suhu 90°C dan tekanan 1 atm.

#### 2. Tahap reaksi

Bahan baku dan air proses dimasukkan ke dalam reaktor. Reaksi antara Aluminium Sulfat dengan Amonium Sulfat menghasilkan Aluminium Amonium Sulfat. Suhu reaksi dalam reaktor 90°C dan tekanan 1 atm.  $Al_2(SO_4)_3 + (NH_4)_2SO_4 + 24H_2O \rightarrow Al_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$  (3.1)

#### 3. Pemekatan

Hasil dari reaksi akan dihilangkan kadar airnya untuk memperoleh kepekatan Aluminium – Amonium Sulfat dengan menggunakan evaporator. Di dalam evaporator, kandungan air akan diuapkan hingga kepekatan larutan Alum (Ammonium Alum) mendekati 55%.

#### 4. Pengeringan

Larutan Alum (Ammonium Alum) pekat yang keluar dari evaporator berbentuk kristal yang masih basah karena mengandung air. Untuk mengeringkan kristal, maka setelah dari evaporator akan dimasukkan ke dalam *rotary dryer*.

#### 5. Penyeragaman ukuran

Kristal yang telah kering kemudian diseragamkan ukurannya menggunakan Ball mill. Setelah dari ball mill, kristal akan masuk ke dalam screen dengan ukuran under size 200 mesh. Kristal yang over size akan di recycle kembali ke dalam ball mill. Setelah melalui proses screen, padatan yang terbentuk kemudian dihaluskan dalam bentuk bubuk yang seragam dan di masukkan dalam silo dan siap dipasarkan.

Dari tinjauan proses pembuatan ammonium alum diatas maka dipilih proses kristalisasi dengan faktor pertimbangan:

1. Bahan baku aluminium sulfat dan ammonia sulfat mudah didapat.
2. Suhu operasi yang digunakan tidak besar ( $90^{\circ}\text{C}$ ) dibanding proses Dorr.
3. Peralatan lebih sederhana (Reaktor yang digunakan cukup satu). Dibanding

proses Dorr yang memerlukan alat Reaktor dan Thickener (tangki pengendapan) lebih dari satu.

### 3.3 Spesifikasi Alat

#### 3.3.1 Unit Penyimpanan

a. Silo (SL-01)

Tabel 3. 1 Spesifikasi Silo (SL-01)

Spesifikasi Umum Silo (SL-01)	
Nama alat	: Silo
Kode	: SL-01
Fungsi	: Sebagai Tempat penyimpanan $Al_2SO_4$ untuk kebutuhan bahan baku
Material	: <i>Stainless Steel Type 304 SA-240 Grade S</i>
Lama Penyimpanan	7 hari
Fasa	Padat
Jumlah	1
Kondisi Operasi:	
f. Suhu	: 30°
g. Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	
Tebal <i>Head</i>	: 0,75 in
Diameter	: 0,525 m



Tabel 3.1..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Silo (SL-01)</b>	
Tinggi	: 1,299 m
Tebal <i>Shell</i>	: 1,625 in
b. Silo (S-02)	
Tabel 3. 2 Spesifikasi Silo (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
<b>Spesifikasi Umum Silo (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (S-02)</b>	
Nama Alat	: Silo
Fungsi	: Menyimpan bahan baku (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> selama 7 hari
Jenis	: Silinder vertikal dengan <i>flat bottomed</i> dan <i>conical head</i>
Bahan	: <i>Stainless Steels SA-240 Grade C Type 347</i>
Kondisi	
Suhu	: 30°
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	
Diameter	: 0,40 m
Tinggi	: 1,169 m
Tebal <i>Shell</i>	: 1,625 m
Tebal <i>head</i>	: 0,75 in

c. Silo  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  (S-03)

Tabel 3. 3 Spesifikasi Silo  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$

<b>Spesifikasi Umum Silo <math>\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}</math> (S-03)</b>	
Nama Alat	: Silo
Kode	: S-03
Fungsi	: Menyimpan produk $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Jenis	: Silinder vertikal dengan <i>flat bottomed</i> dan <i>conical head</i>
Bahan	: <i>Stainless Steels SA-240 Grade M type 316</i>
Kondisi	
Suhu	: 30°
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	
Diameter	: 0,818 m
Tinggi	: 1,169 m
Tebal <i>Shell</i>	: 1,625 m
Tebal <i>head</i>	: 0,1875 in

### 3.3.2 Unit Transportasi Bahan

#### a. Pompa

Tabel 3. 4 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 5)

Parameter	P-01	P-02	P-03
Spesifikasi	Pompa	Pompa	Pompa
Fungsi	Memompa H <sub>2</sub> O menuju Filter (RDVF-01)	Memompa fluida filter menuju reaktor (R-01)	Memompa fluida <i>mixer</i> (M-02) menuju reaktor (R-01)
Kondisi Operasi:			
Kapasitas	15,4032 m <sup>3</sup> /jam	15,4032 m <sup>3</sup> /jam	16,7940 m <sup>3</sup> /jam
<i>Pump head</i>	1,189 m	3,234 m	3,823 m
Suhu Fluida	30°C	30°C	30°C
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i> <i>Axial Flow</i> <i>Impellers</i>	<i>Centrifugal</i> <i>Pump Mixed</i> <i>Flow Impellers</i>	<i>Centrifugal</i> <i>Pump Mixed</i> <i>Flow Impellers</i>
Dimensi:			
<i>Flow Area</i>	7,38 in <sup>3</sup>	7,38 in <sup>3</sup>	7,38 in <sup>3</sup>
OD	3,5 in	3,5 in	3,5 in
ID	3,068 in	3,068 in	3,068 in
IPS	3 in	3 in	3 in

Tabel 3.4..(lanjutan)

<b>Parameter</b>	<b>P-01</b>	<b>P-02</b>	<b>P-03</b>
No Sch	40	40	40
Power Motor	0,50 hP	0,50 hP	1 hP
Material	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>	<i>Stainless Steel</i>
konstruksi	<i>Type 304 SA-240 Grade S</i>	<i>Type 304 SA-240 Grade S</i>	<i>Type 304 SA- 240 Grade S</i>

Tabel 3. 5 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 5)

<b>Parameter</b>	<b>P-04</b>	<b>P-05</b>
Spesifikasi	Pompa	Pompa
Fungsi	Memompa fluida <i>mixer</i> (M-02) menuju reaktor (R-01)	Mengalirkan keluaran Mixer (M-01) untuk dipompakan ke reaktor(R-01)
Kondisi Operasi:		
Kapasitas	16,456 m <sup>3</sup> /jam	7,4789 m <sup>3</sup> /jam
Pump head	25,958 m	4,087 m
Suhu Fluida	30°C	30°C
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump Radial Flow Impellers</i>	<i>Centrifugal Pump Mixed Flow Impellers</i>
Dimensi:		
Flow Area	7,38 in <sup>3</sup>	3,35 in <sup>3</sup>

Tabel 3.5..(lanjutan)

<b>Parameter</b>	<b>P-04</b>	<b>P-05</b>
OD	3 in	2,38 in
ID	3,068 in	2,067 in
IPS	3 in	2 in
No Sch	40	40
Power Motor	0,50 hP	0,50 hP
Material komstruksi	<i>Stainless Steel Type 304 SA-240 Grade S</i>	<i>Stainless Steel Type 304 SA-240 Grade S</i>

b. *Belt Conveyor* (BC-01)

Tabel 3. 6 Spesifikasi *Belt Conveyor* (BC-01)

**Spesifikasi Umum *Belt Conveyor* (BC-01)**

Kode	: BC- 01
Fungsi	: Mengangkut $Al_2SO_4$ kering
Jumlah	: 1
Jenis	: <i>Horizontal Belt Conveyor</i>
Bahan	: <i>High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304</i>
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	

Tabel 3.6..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum <i>Belt Conveyor</i> (BC-01)</b>	
Panjang	: 30 m
Lebar <i>Belt</i>	: 14 in
Kapasitas	: 32 ton/jam
Power Motor	: 2,5 hP
Kecepatan	: 61 m/menit
c. <i>Belt Conveyor</i> (BC-02)	
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-02)	
<b>Spesifikasi Umum <i>Belt Conveyor</i> (BC-02)</b>	
Kode	: BC- 02
Fungsi	: Mengangkut (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> kering
Jumlah	: 1
Jenis	: <i>Horizontal Belt Conveyor</i>
Bahan	: <i>High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304</i>
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	

Tabel 3.7..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Belt Conveyor (BC-02)</b>	
Panjang	: 30 m
Lebar <i>Belt</i>	: 14 in
Kapasitas	: 32 ton/jam
Power Motor	: 2,5 hP
Kecepatan	: 61 m/menit
d. <i>Belt Conveyor</i> (BC-03)	
Tabel 3. 8 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-03)	
<b>Spesifikasi Umum Belt Conveyor (BC-03)</b>	
Kode	: BC- 03
Fungsi	: Mengangkut $Al(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24 H_2O$ kering dari <i>crystalizer</i>
Jumlah	: 1
Jenis	: <i>Horizontal Belt Conveyor</i>
Bahan	: <i>High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304</i>
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 39 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	

Tabel 3.8..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Belt Conveyor (BC-03)</b>	
Panjang	: 30 m
Lebar <i>Belt</i>	: 14 in
Kapasitas	: 32 ton/jam
Power Motor	: 2,5 hP
Kecepatan	: 61 m/menit
e. <i>Belt Conveyor</i> (BC-04)	
Tabel 3. 9 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-04)	
<b>Spesifikasi Umum Belt Conveyor (BC-04)</b>	
Kode	: BC- 04
Fungsi	: Mengangkut $Al(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24 H_2O$ kering dari <i>rotary dryer</i>
Jumlah	: 1
Jenis	: <i>Horizontal Belt Conveyor</i>
Bahan	: <i>High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304</i>
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 109°C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	



Tabel 3.9..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum <i>Belt Conveyor</i> (BC-04)</b>	
Panjang	: 30 m
Lebar <i>Belt</i>	: 14 in
Kapasitas	: 32 ton/jam
Power Motor	: 2,5 hP
Kecepatan	: 61 m/menit
f. <i>Belt Conveyor</i> (BC-05)	
Tabel 3. 10 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-05)	
<b>Spesifikasi Umum <i>Belt Conveyor</i> (BC-05)</b>	
Kode	: BC- 05
Fungsi	: mengangkut $\text{Al}(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ kering dari <i>ball mill</i>
Jumlah	: 1
Jenis	: <i>Horizontal Belt Conveyor</i>
Bahan	: <i>High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304</i>
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	

Tabel 3.10..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Belt Conveyor (BC-05)</b>	
Panjang	: 30 m
Lebar Belt	: 14 in
Kapasitas	: 32 ton/jam
Power Motor	: 2,5 hP
Kecepatan	: 61 m/menit
g. <i>Belt Conveyor</i> (BC-06)	
Tabel 3. 11 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i> (BC-06)	
<b>Spesifikasi Umum Belt Conveyor (BC-06)</b>	
Kode	: BC- 06
Fungsi	: Mengangkut $Al(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24 H_2O$ kering dari <i>screener</i>
Jumlah	: 1
Jenis	: <i>Horizontal Belt Conveyor</i>
Bahan	: <i>High Alloy Steel SA-167 grade 3 type 304</i>
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	

Tabel 3.11..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Belt Conveyor (BC-06)</b>	
Panjang	: 30 m
Lebar <i>Belt</i>	: 14 in
Kapasitas	: 32 ton/jam
Power Motor	: 2,5 hP
Kecepatan	: 61 m/menit

### 3.3.3 Unit Reaksi

#### a. Reaktor (R-01)

Tabel 3. 12 Spesifikasi Reaktor (R-01)

<b>Spesifikasi Umum Reaktor (R-01)</b>	
Kode	: R-01
Fungsi	: Mereaksikan alumunium sulfat dengan ammonium sulfat
Jenis	: <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (CSTR)
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 240 Grade S Type 304</i>
Kondisi Operasi:	

Tabel 3.12..(lanjutan)

<b>Spesifikasi Umum Reaktor (R-01)</b>	
Suhu	: 90° C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	
Diameter (ID) <i>Shell</i>	: 1,68 m
Tebal Shell	: 0,10 m
Jenis Head	: <i>Flanged &amp; standard dished head</i>
Tebal Head	: 0,31 in
Volume Reaktor	: 3,05 m <sup>3</sup>
Tipe pengaduk	: <i>Flat Six Blade Turbines</i>
Diameter pengaduk	: 0,55 m
Kecepatan pengaduk	: 227,85 rpm
Power/ tenaga pengadukan	: 250 hP
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>baffle</i>	: 0,14 m
Jenis <i>Vessel</i>	: Jaket
Mode transfer panas:	
UD	: 0,70 kJ/m <sup>2</sup> sK
Luas transfer area	: 0,10 m <sup>2</sup>
Tebal jaket	: 11,03 m <sup>2</sup>
Tinggi Total	: 2,36 m

b. Reaktor (R-02)

Tabel 3. 13 Spesifikasi Reaktor (R-02)

<b>Spesifikasi Umum Reaktor (R-02)</b>	
Kode	: R-02
Fungsi	: Mereaksikan alumunium sulfat dengan ammonium sulfat
Jenis	: <i>Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)</i>
Mode Operasi	: Kontinyu
Jumlah	: 1 buah
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 240 Grade S Type 304</i>
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 90° C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	
Diameter (ID) <i>Shell</i>	: 1,68 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,10 m
Jenis Head	: <i>Flanged &amp; standard dished head</i>
Tebal Head	: 0,31 in
Volume Reaktor	: 3,05 m <sup>3</sup>
Tipe pengaduk	: <i>Flat Six Blade Turbines</i>
Diameter pengaduk	: 0,55 m

Tabel 3.13..(lanjutan)

Kecepatan pengaduk	: 227,85 rpm
Power/ tenaga pengadukan	: 250 hP
Jumlah <i>baffle</i>	: 4 buah
Lebar <i>baffle</i>	: 0,14 m
Jenis <i>Vessel</i>	: Jaket
Mode transfer panas:	
UD	: 0,70 $\text{kJ}/\text{m}^2\text{sK}$
Luas transfer area	: 0,10 $\text{m}^2$
Tebal jaket	: 11,03 $\text{m}^2$
Tinggi Total	: 2,36 m

c. *Mixer* (M-01)

Tabel 3. 14 Spesifikasi *Mixer* (M-01)

**Spesifikasi Umum *Mixer* (M-01)**

Kode	: M-01
Fungsi	: Untuk Mencampurkan $\text{Al}_2\text{SO}_4$ dan $\text{H}_2\text{O}$
Jenis	: Tangki Silinder Tegak Berpengaduk
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 240 grade M tipe 316</i>
Jumlah	: 1 buah

Tabel 3.14..(lanjutan)

Kondisi Operasi:

Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 2,0214 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,3125 in
Tinggi <i>Shell</i>	: 3,0321 m
Tebal <i>Head</i>	: 0,334 in
Pengaduk	: Turbin 6 <i>blades</i>
Diameter Pengaduk	: 0,6064 m
Daya Motor	: 7,5 hP

d. *Mixer* (M-02)

Tabel 3. 15 Spesifikasi *Mixer* (M-02)

**Spesifikasi Umum *Mixer* (M-02)**

Kode	: M-02
Fungsi	: Untuk mencampurkan (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan H <sub>2</sub> O
Jenis	: Tangki Silinder Tegak Berpengaduk
Bahan	: <i>Stainless Steel SA 240 Grade C Type 347</i>
Jumlah	: 1 buah

Kondisi Operasi:

Tabel 3.15..(lanjutan)

Suhu	: 30°C
Tekanan	: 1 atm
Diameter	: 2,6124 m
Tebal <i>Shell</i>	: 0,3750 in
Tinggi <i>Shell</i>	: 3,9409 m
Tebal <i>Head</i>	: 0,4375 in
Pengaduk	: Turbin 6 <i>blades</i>
Diameter Pengaduk	: 0,7837 m
Daya Motor	: 7,5 hP

### 3.3.4 Unit Pemisahan

#### a. Kristalizer

Tabel 3. 16 Spesifikasi Kristalizer (CR-01)

<b>Spesifikasi Umum Kristalizer (CR-01)</b>	
Kode	: CR-01
Fungsi	: Memekatkan larutan alumunium amonium sulfat hingga berbentuk kristal
Jenis	: <i>Swensom-Walker Crystallizer</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi Operasi:	



Tabel 3.16..(lanjutan)

Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	
Diameter	: 0,609 m
Volume	: 0,5336 m <sup>3</sup>
Panjang	: 10 ft
Luas <i>Cooling Area</i>	: 1,650 m/s
Tinggi	: 1,828 m

b. *Filter*

Tabel 3. 17 Spesifikasi *Rotary Drum Vaccum Filter* (RDVF-01)

<b>Spesifikasi Umum Rotary Drum Vaccum Filter (RDVF-01)</b>	
Kode	: RDVF- 01
Fungsi	: Memisahkan cairan dan padatan
Jenis	: Continous Vaccum Filter
Bahan	: Stainless Steel
Jumlah	: 1
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm

Tabel 3.17..(lanjutan)

Spesifikasi:

Filter Area : 33 m<sup>2</sup>

Submerged Filter Area : 9,9 m<sup>2</sup>

Diameter Drum : 2,62 m

Power motor : 75 hP

Kecepatan putar : 0,58 rpm

Panjang Drum : 6,4 m

a. *Centrifuge*

Tabel 3. 18 Spesifikasi *Centrifuge* (CF-02)

**Spesifikasi Umum Centrifuge (CF-02)**

Kode : CF- 02

Fungsi : Memisahkan kristal basah dan *mother liquor*

Jenis : *Nozzle Discharge*

Bahan : *Carbon Steel*

Jumlah : 1

Kondisi Operasi:

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi:

Tabel 3.18..(lanjutan)

Kapasitas	: 488,73 kg/jam
<i>Bowl</i> diameter	: 10
Kecepatan putar	: 10.000 r/min
<i>Power</i> motor	: 20 hP
Gaya sentrifugal	: 14.200 x gravitasi
Motor penggerak	: Motor induksi

b. *Rotary Dryer*

Tabel 3. 19 Spesifikasi *Rotary Dryer* (RD-01)

**Spesifikasi Umum *Rotary Dryer* (RD-01)**

Kode	: RD- 01
Fungsi	: Mengeringkan padatan dari kadar air 20 % sampai 0.5% dengan udara panas pada suhu 120°C
Jenis	: <i>Single Shell Direct Rotary Dryer</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi:

Suhu : 30 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi:

Kapasitas : 8076 kg/jam

Tabel 3.19..(lanjutan)

Tebal <i>Shell</i>	: 10
Diameter	: 1,034 m
Panjang	: 10,260 m
Sudut <i>rotary</i>	: 2,16°
<i>Time of passes</i>	: 29 menit
Jumlah <i>flight</i>	: 9 buah
<i>Power</i>	: 75 hP
Putaran	: 1 rpm

c. *Ball Mill*

Tabel 3. 20 Spesifikasi *Ball Mill* (BM-01)

<b>Spesifikasi Umum <i>Ball Mill</i> (BM-01)</b>	
Kode	: BM- 01
Fungsi	: Untuk menghaluskan ammonium sulfat
Jenis	: <i>Mercy Ball Mill</i>
Jumlah	: 1
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	

Tabel 3.20..(lanjutan)

Kapasitas	: 121,21 ton/jam
Diameter	: 8 ft
Panjang	: 6 ft
<i>Mill Speed</i>	: 24 rpm
<i>Power</i>	: 220 hP
<i>Ball Charge</i>	: 20,2 ton

d. *Screener*

Tabel 3. 21 Spesifikasi *Screener* (SC-01)

**Spesifikasi Umum *Screener* (SC-01)**

Kode	: SC- 01
Fungsi	: Untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam yaitu sebesar 200 <i>mesh</i>
Jenis	: <i>High Speed Vibrating Screen</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Jumlah	: 1

Kondisi Operasi:

Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm

Spesifikasi:

Kapasitas	: 5,0505 ton/jam
-----------	------------------

Tabel 3.21..(lanjutan)

<i>Speed</i>	: 50 vibration
No Sieve	: 200
<i>Ty equivalent design</i>	: 200 mesh
<i>Sieve Design</i>	: standart 149 micron
<i>Sieve Opening</i>	: 0,2844 mm
Uuran kawat	: 0,110 mm
<i>Power</i>	: 3 hP
Efisiensi	: 99%

### 3.3.5 Unit Penukar Panas

#### a. Heater (HE-01)

Tabel 3. 22 Spesifikasi Heater (HE-01)

<b>Spesifikasi Umum Heater (HE-01)</b>		
Fungsi	: Memanaskan $Al_2SO_4$ cair menuju reaktor	
Jenis	: <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Stainless Steel Type 304 SA-240 Grade S</i>	
Kondisi Operasi:		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu masuk	: 30 °C	149,85 °C
Suhu keluar	: 90 °C	149,85 °C
Tekanan	: 4,7 atm	

Tabel 3.22..(lanjutan)

Spesifikasi:		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang		
<i>Passes</i>	: 2 <i>passes</i>	
ID	: 23,25 in	0,584 in
OD	: 0,75 in	0,75 in
A	: 42,21 m <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,3821 bar	
Rd	: 0,03 m <sup>2</sup> sK/kJ	

b. *Heater* (HE-02)

Tabel 3. 23 Spesifikasi *Heater* (HE-02)

Spesifikasi Umum <i>Heater</i> (HE-02)		
Fungsi	: Memanaskan Al <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> yang berasal dari <i>mixer</i>	
Jenis	: <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Stainless Steel SA 240 Grade C Type 347</i>	
Kondisi Operasi:		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu masuk	: 30 °C	149,85 °C
Suhu keluar	: 90 °C	149,85 °C
Tekanan	: 4,7 atm	

Tabel 3.23..(lanjutan)

Spesifikasi:		
	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Panjang		
<i>Passes</i>	: 2 <i>passes</i>	
ID	: 40 in	0,584 in
OD	: 0,75 in	0,75 in
A	: 1648,87 ft <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,0072 psi	
Rd	: 0,03 m <sup>2</sup> sK/kJ	

c. *Heater* (HE-03)

Tabel 3. 24 Spesifikasi *Heater* (HE-03)

<b>Spesifikasi Umum <i>Heater</i> (HE-03)</b>		
Fungsi	: Meningkatkan temperatur Karbon Dioksida dari 30°C menjadi 120°C dari Tangki CO <sub>2</sub> (T-01) menuju <i>Rotary Dryer</i> (RD-01)	
Jenis	: <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	
Tipe	: <i>Stainless Stell SA 167 Grade 11 Type 316</i>	
Kondisi Operasi:		
	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Suhu masuk	: 30 °C	149 °C
Suhu keluar	: 90 °C	149 °C



Tabel 3.24..(lanjutan)

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi:

	<i>Annulus</i>	<i>Tube</i>
Panjang		
Hairpin	: 282 buah	
ID	: 19,25 in	0,584 in
OD	: 0,75 in	0,75 in
A	: 55,54 m <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,013 bar	
Rd	: 0,529 m <sup>2</sup> sK/kJ	

d. *Condensor* (CD-01)

Tabel 3. 25 Spesifikasi *Condensor* (CD-01)

**Spesifikasi Umum *Condensor* (CD-01)**

Fungsi : Mengubah Fase H<sub>2</sub>O(g) yang menguap dari evaporator menjadi H<sub>2</sub>O (l)

Jenis : *Double Pipe Heat Exchanger*

Tipe : *Stainless Stell SA 167 Grade 11 Type 316*

Kondisi Operasi:

	<i>Tube</i>	<i>Shell</i>
Suhu masuk	: 90 °C	30 °C

Tabel 3.25..(lanjutan)

Suhu keluar	: 100 °C	39 °C
Tekanan	: 1 atm	
Spesifikasi:		
	<i>Tube</i>	<i>Shell</i>
Panjang		
<i>Passes</i>	: 2 <i>passes</i>	
ID	: 0,58 in	0,58 in
OD	: 0,75 in	0,75 in
A	: 493,346 m <sup>2</sup>	
<i>Pressure Drop</i>	: 0,001135 psi	
Rd	: 0,0025 m <sup>2</sup> sK/kJ	

e. Evaporator (EV-01)

Tabel 3. 26 Spesifikasi Evaporator (EV-01)

**Spesifikasi Umum Evaporator (EV-01)**

Fungsi	: Memekatkan larutan alumunium ammonium sulfat
Jenis	: <i>Long Tube Evaporator</i>
Tipe	: <i>Stainless Steel SA 240 Grade M</i>
Kondisi Operasi:	

	<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
Suhu masuk	: 150 °C	90 °C

Tabel 3.26..(lanjutan)

Suhu keluar : 150 °C                      100 °C

Tekanan : 1 atm

Spesifikasi:

Diameter : 6,951 m

Tinggi evaporator : 20,855

Diameter selongsong : 37 in

Tebal shell : 0,19 in

Ukuran

OD : 1,25 in

ID : 1,08 in

Panjang pipa : 24 ft

### 3.4 Neraca Massa

Produk : Alum

Kapasitas Produksi : 40.000 ton/tahun

Waktu Operasi per Tahun : 330 hari

Waktu Operasi par Hari : 24 jam

Kapasitas Produksi DBP : 50.000 ton/ tahun = 5050,5051 kg/jam

a. Neraca Massa pada *Mixer* (M-01)

Tabel 3. 27 Neraca Massa *Mixer* (M-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 1	Arus 2	Arus 3
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2.077,47		2.077,47
H <sub>2</sub> O		5.707,34	5.707,34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	274,02		274,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,16		7,16
<b>Total</b>	<b>8.066</b>		<b>8.066</b>

b. Neraca Massa pada *Filter* (F-01)

Tabel 3. 28 Neraca Massa *Filter-01* (CF-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2.077,47	2.077,47	
H <sub>2</sub> O	5.707,34	5.707,34	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	274,02		274,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,16		7,16
<b>Total</b>	<b>8.066</b>	<b>7.784,81</b>	<b>281,18</b>

c. Neraca Massa pada *Mixer* (M-02)

Tabel 3. 29 Neraca Massa *Mixer* (M-02)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 6	Arus 7	Arus 8
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	974,21		974,21
H <sub>2</sub> O	1,343	1.309,42	1.310,77
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,7313		0,7313

Tabel 3.29..(lanjutan)

<b>Total</b>	<b>2.285,72</b>	<b>2.285,72</b>
--------------	-----------------	-----------------

## d. Neraca Massa pada Reaktor (R-01)

Tabel 3. 30 Neraca Massa Reaktor (R-01)

<b>Komponen</b>	<b>Input (kg/jam)</b>		<b>Output (kg/jam)</b>
	<b>Arus 4</b>	<b>Arus 8</b>	<b>Arus 9</b>
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2.077,47		457,044
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		974,21	348,78
H <sub>2</sub> O	5.707,34	1.310,77	4971,25
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		0,7313	0,7313
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .24H <sub>2</sub> O			4.292,71
<b>Total</b>	<b>10.070,53</b>		<b>10.070,53</b>

## e. Neraca Massa pada Reaktor (R-02)

Tabel 3. 31 Neraca Massa Reaktor (R-02)

<b>Komponen</b>	<b>Input (kg/jam)</b>	<b>Output (kg/jam)</b>
	<b>Arus 9</b>	<b>Arus 10</b>
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	457,044	22,85
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	348,78	181,20
H <sub>2</sub> O	4971,25	4.422,80
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,7313	0,7313
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .24H <sub>2</sub> O	4.292,71	5.442,94
<b>Total</b>	<b>10.070,53</b>	<b>10.070,53</b>

f. Neraca Massa pada Evaporator (EV-01)

Tabel 3.32 Neraca Massa Evaporator (EV-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 10	Arus 11	Arus 11	Arus 12
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	22,85	22,85		
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	181,20	181,20		
$\text{H}_2\text{O}$	4.422,80	3.628,62		794,17
$\text{H}_2\text{SO}_4$	0,7313	0,7313		
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	5.442,94	5.442,94		
<b>Total</b>	<b>10.070,53</b>	<b>9.276,36</b>		<b>794,17</b>

g. Neraca Massa pada Kristalizer (CR-01)

Tabel 3. 33 Neraca Massa Kristalizer (CR-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 11	Arus 13	Arus 14
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	22,85	4,022	18,82
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	181,20	10,63	170,57
$\text{H}_2\text{O}$	3.628,62	212,91	3.415,71
$\text{H}_2\text{SO}_4$	0,7313	0,0429	0,688
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	5.442,94	319,36	5.123,57
<b>Total</b>	<b>9.276,36</b>	<b>546,97</b>	<b>8.729,38</b>

h. Neraca Massa pada *Centrifuge* (CF-02)

Tabel 3. 34 Neraca Massa *Centrifuge* (CF-02)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 14	Arus 15	Arus 16	Arus 16
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	18,82	1,105		17,72
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	170,57	10,01		160,56
$\text{H}_2\text{O}$	3.415,71	200,48		3.215,23
$\text{H}_2\text{SO}_4$	0,688	0,0404		0,64
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	5.123,57	300,72		4.822,85
<b>Total</b>	<b>8.729,38</b>	<b>512,35</b>		<b>8.217,02</b>

i. Neraca Massa pada *Rotary Dryer* (RD-01)

Tabel 3. 35 Neraca Massa *Rotary Dryer* (RD-01)

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 16	Arus 17	Arus 18	Arus 18
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	17,72			17,72
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	160,56			160,56
$\text{H}_2\text{O}$	3.215,23	3.166,52		48,715
$\text{H}_2\text{SO}_4$	0,64			0,64
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	4.822,85			4.822,85
Udara	3.802,64	3.802,64		
<b>Total</b>	<b>14.961,6</b>	<b>6.822,71</b>		<b>5.050,50</b>

j. Neraca Massa pada *Ball Mill* (BM-01)

Tabel 3. 36 Neraca Massa *Ball Mill* (BM-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 18	Arus 19
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	17,72	17,72
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	160,56	160,56
$\text{H}_2\text{O}$	48,715	48,715
$\text{H}_2\text{SO}_4$	0,64	0,64
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	4.822,85	4.822,85
<b>Total</b>	<b>5.050,50</b>	<b>5.050,50</b>

k. Neraca Massa pada *Screener* (SC-01)

Tabel 3. 37 Neraca Massa *Screener* (SC-01)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
	Arus 19	Arus 20
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	17,72	17,72
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	160,56	160,56
$\text{H}_2\text{O}$	48,715	48,715
$\text{H}_2\text{SO}_4$	0,64	0,64
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	4.822,85	4.822,85
<b>Total</b>	<b>5.050,50</b>	<b>5.050,50</b>



### 3.5 Neraca Panas

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

Tabel 3. 37 Neraca Panas Mixer (M-01)

Komponen	<i>Q input</i> (kJ/jam)	<i>Q output</i> (kJ/jam)
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	8.230,85	8.158,98
H <sub>2</sub> O	143.960,63	143.960,63
Pemanas	31.363.928,63	31.363.928,63
<b>Total</b>	<b>3.115.116.120,11</b>	<b>3.115.116.120,11</b>

#### b. Mixer (M-02)

Tabel 3. 38 Neraca Panas Mixer (M-02)

Komponen	<i>Q input</i> (kJ/jam)	<i>Q output</i> (kJ/jam)
H <sub>2</sub> O	33.028,73	33.028,73
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,65	1,65
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	221,588	221,588
Qpemanas	7.410.134,81	7.410.134,81
<b>Total</b>	<b>7.516.439,56</b>	<b>7.516.439,56</b>

#### c. Reaktor (R-01)

Tabel 3. 39 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	<i>Q input</i> (kJ/jam)	<i>Q output</i> (kJ/jam)
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	104.903,05	5245,15
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	103.570,48	22.588,63
H <sub>2</sub> O	3.484.807,45	2.807.716,08
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	70,02	70,02

Lanjutan Tabel 3.39

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$		84.937,50
Panas reaksi	14.712,72	
Pemanas		787.506,34
<b>Total</b>	<b>3.708.063,72</b>	<b>3.708.063,72</b>

d. Evaporator (EV-01)

Tabel 3. 40 Neraca Panas Evaporator (EV-01)

<b>Komponen</b>	<b>Q input (kJ/jam)</b>	<b>Q output (kJ/jam)</b>
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	1.751413,94	4.041.724,48
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	2.991.698,788	6.880.843,36
$\text{H}_2\text{O}$	13.425.018,04	31.518.650,6
$\text{H}_2\text{SO}_4$	1.986,99	4.585,36
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	76.953.374,54	177.584.710
Q <sub>Steam</sub>	162.277.107,50	
Q <sub>kondensat</sub>		37.360.085,49
<b>Total</b>	<b>257.390.599,8</b>	<b>257.390.599,8</b>

e. Kristalizer (CR-01)

Tabel 3. 41 Neraca Panas Kristalizer (CR-01)

<b>Komponen</b>	<b>Q input (kJ/jam)</b>	<b>Q output filtrat (kJ/jam)</b>	<b>Q output cake (kJ/jam)</b>
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	4.113.963,57	17.793.842,179	17.793.842,179
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	688.084,33	2.981.698,788	2.981.698,788
$\text{H}_2\text{O}$	3.944.610,187	17.093.310,81	17.093.310,81
$\text{H}_2\text{SO}_4$	1.543,28	6.687,58	6.687,58

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	17.758.471,05	76.281.435,6	76.281.435,6
Q Pendingin		0,00	-174.851.155,4
<b>Total</b>	<b>22.806.672,44</b>	<b>98.828.913,9</b>	<b>-76.022.241,46</b>

f. Rotary Dryer (RD-01)

Tabel 3. 42 Neraca Panas Rotary Dryer (RD-01)

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)
Udara	7.455.316,281	7.455.316,281
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	5.362	5.362
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	26.266,2	26.266,24
$\text{H}_2\text{O}$	1.101.973	16.696,56
$\text{H}_2\text{SO}_4$	82,1	82,06
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	98766	98766,02
Air menguap		1.085.276,444
<b>Total</b>	<b>8.687.765,60</b>	<b>8.687.765,60</b>

g. Heater (HE-01)

Tabel 3. 43 Neraca Panas Heater (HE-01)

Komponen	Q input (kJ/jam)	Q output (kJ/jam)
$\text{Al}_2\text{SO}_4$	5.810.015,155	5.810.015,155
$\text{H}_2\text{O}$	645.500,660	645.500,660
<b>Total</b>	<b>6.487.009,918</b>	<b>6.487.009,918</b>

h. Heater (HE-02)

Tabel 3. 44 Neraca Panas Heater (HE-02)

<b>Komponen</b>	<b>Q input (kJ/jam)</b>	<b>Q output (kJ/jam)</b>
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5.686.123,877	5.686.123,877
H <sub>2</sub> O	1.438.474	1.438.474
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	28,158	28,158
<b>Total</b>	<b>7.124.626,044</b>	<b>7.124.626,044</b>

i. Heater (HE-03)

Tabel 3. 45 Neraca Panas Heater (HE-03)

<b>Komponen</b>	<b>Q input (kJ/jam)</b>	<b>Q output (kJ/jam)</b>
Udara	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O	4.290.470,97	4.290.470,97
<b>Total</b>	<b>4.290.470,97</b>	<b>4.290.470,97</b>

j. Condenser (CD-01)

Tabel 3. 46 Neraca Panas Condenser (CD-01)

<b>Komponen</b>	<b>Q input (kJ/jam)</b>	<b>Q output (kJ/jam)</b>
Udara	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O	14.906.289,24	14.906.289,24
<b>Total</b>	<b>14.906.289,24</b>	<b>14.906.289,24</b>

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Dasar pemilihan menentukan lokasi pabrik dari suatu Perusahaan sangat penting, sehubungan dengan perkembangan ekonomi dan sosial masyarakat. Karena hal tersebut akan mempengaruhi kedudukan perusahaan dalam persaingan dan menentukan kelangsungan hidup perusahaan. Penentuan ini juga ditinjau dari segi ekonomis yaitu berdasarkan pada “*Return Of Investment*” yang merupakan prosentase pengambilan modal tiap tahun.

Daerah operasi ditentukan oleh faktor utama, sedangkan tepatnya lokasi pabrik yang dipilih ditentukan oleh faktor-faktor khusus. Setelah mempelajari dan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi tersebut, maka pabrik yang direncanakan ini didirikan di daerah Manyar, Gresik, Jawa Timur.

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



Gambar 4. 1 Lokasi Pendirian Pabrik Alum

#### 4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik

##### a. Ketersediaan Bahan Baku

Persediaan bahan baku dalam suatu pabrik adalah merupakan salah satu faktor penentuan dalam memilih lokasi pabrik yang tepat. Sehingga pabrik yang akan didirikan dekat dengan sumber bahan baku yang meliputi:

1. Letak sumber bahan baku.
2. Kapasitas sumber bahan baku tersebut dan beberapa lama sumber tersebut dapat diandalkan pengadaanya.
3. Kualitas bahan baku yang ada dan apakah kualitas ini sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan.
4. Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutan.

#### b. Daerah Pemasaran

Daerah pemasaran ini merupakan salah satu faktor yang terpenting dalam suatu pabrik atau industri. Karena berhasil atau tidaknya pemasaran akan menentukan keuntungan industri tersebut. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Dimana produk akan dipasarkan.
2. Kebutuhan akan produk pada saat sekarang dan akan datang.
3. Pengaruh persaingan yang ada.
4. Jarak pemasaran dari lokasi ke lokasi yang lain dan bagaimana sarana pengangkutan untuk mencapai daerah pemasaran.

Dari penjelasan diatas distribusi dan pemasaran dapat dilakukan melalui kota Surabaya dan Gresik, dimana segala fasilitas telah tersedia karena kedudukan Surabaya sebagai Ibukota Provinsi Jawa timur dan Gresik yang telah dibangun pelabuhan international.

#### c. Transportasi

Lokasi Masalah transportasi perlu dipertimbangkan agar kelancaran perbekalan (suplai) bahan baku dan penyaluran produk akan dapat terjamin dengan biaya serendah mungkin dan dalam waktu singkat, karena itu perlu diperhatikan fasilitas-fasilitas yang ada seperti:

1. Jalan raya yang dapat dilalui kendaraan beroda empat atau lebih.
2. Adanya stasiun, Pelabuhan dan bandara.

Fasilitas pengangkutan darat dapat dipenuhi dengan adanya jalan raya (jalan tol-Gresik) yang dapat dilalui oleh kendaraan yang bermuatan besar

dan fasilitas pengangkutan laut dapat dipenuhi dengan tersedianya Pelabuhan-pelabuhan baik disekitar lamongan, Surabaya maupun Gresik. Untuk transportasi udara dapat dipenuhi melalui bandara udara juanda.

d. Utilitas

Dalam Utilitas dari suatu pabrik terdiri dari air, listrik dan bahan bakar.

1. Air

Merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam suatu industry kimia. Air digunakan untuk kebutuhan proses, media pendingin, air umpan boiler, air sanitasi serta pencegah bahaya kebakaran. Untuk memenuhi kebutuhan ini, air dapat diambil dari 3 macam sumber, yaitu air sumber atau Sungai Kali Wangen (lokasi pabrik dekat dengan aliran Sungai bengawan solo dan Sungai brantas), air kwasan dan air dari PDAM.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- a) Sampai seberapa jauh sumber ini dapat melayani pabrik.
- b) Kualitas sumber air yang tersedia.

c) Pengaruh mesin terhadap kemampuan penyediaan.

e. Iklim dan Alam Sekitar

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Keadaan alam yang menyulitkan konstruksi akan mempengaruhi spesifikasi peralatan dan konstruksi peralatan.



2. Keadaan angin (kecepatan dan arahnya) pada situasi terburuk yang pernah terjadi pada tempat tersebut.
3. Pernah tidaknya terjadi gempa bumi di daerah tersebut untuk faktor keamanan.

f. Tenaga Kerja

Hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Mudah atau tidaknya mendapatkan tenaga kerja yang diinginkan.
2. Keahlian dan Pendidikan tenaga kerja yang tersedia.
3. Tingkat penghasilan tenaga kerja di daerah tersebut.

#### 4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik

a. Perizinan

Gresik telah bertransformasi menjadi kawasan industri melalui penetapan Gresik sebagai Kawasan Ekonomi Khusus (KEK). Hal tersebut ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah nomor 71 tahun 2021 dengan kegiatan utama berupa industri *smelter* nikel dan baja, elektronik, petrokimia, 84 dan energi. Hal ini tentu saja memudahkan perizinan untuk mendirikan pabrik.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Ketentuan-ketentuan mengenai perizinan mendirikan perusahaan.
2. Ketentuan mengenai jalan umum yang ada.
3. Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri di daerah tersebut.

b. Perluasan Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik turut mempertimbangan rencana perluasan area pabrik jangka Panjang. Hal tersebut dilakukan untuk mengantisipasi peningkatan permintaan produk yang menuntut adanya peningkatan kapasitas pabrik yang membutuhkan perluasan lahan

c. Lingkungan Masyarakat Sekitar

Masyarakat sekitar diperkirakan mendukung pendirian pabrik alum ini karena dapat membantu meningkatkan perekonomian sekitar.

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah:

1. Apakah merupakan pedesaan atau perkotaan.
2. Fasilitas rumah, sekolah dan tempat beribadah.

Menurut pengamatan, tidak ada pertentangan dari penduduk sekitar dalam mendirikan pabrik baru mengingat daerah tersebut merupakan daerah industri. Selain fasilitas perumahan, pendidikan, kesehatan dan tempat peribadatan sudah tersedia di daerah tersebut.

#### 4.2 Tata Letak Pabrik

Tata pengaturan posisi bangunan diatur sedemikian rupa sehingga area pabrik dapat dimanfaatkan secara efisien. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan pabrik Alum dari Aluminium Sulfat adalah:

1. Letak bangunan pabrik disesuaikan dengan urutan aliran proses.
2. Tiap-tiap alat diberikan ruang yang cukup luas agar memudahkan pemeliharanya.
3. Bahan baku dan produk dapat diangkut dengan mudah.

4. Letak bangunan proses dan perkantoran terpisah agar karyawan yang berada di kantor tidak terganggu dengan suasana bangunan proses.
5. Menempatkan bahan-bahan yang berbahaya di daerah yang terisolasi dan ditempatkan alat pemadam kebakaran.
6. Tersediannya lahan kosong untuk perluasan pabrik.

Dalam pertimbangan pada prinsipnya perlu dipikirkan mengenai biaya instalasi yang rendah dan sistem manajemen yang efisien. Tata letak pabrik dibagi dalam beberapa daerah utama, yaitu:

1. Daerah proses

Daerah ini merupakan tempat proses. Penyusunan tata letak peralatan berdasarkan aliran proses. Daerah proses diletakkan di Tengah-tengah pabrik, sehingga memudahkan suplai bahan baku dari gudang persediaan dan pengiriman produk ke daerah penyimpanan serta memudahkan pengawasan dan perbaikan alat-alat.

2. Daerah Penyimpanan (*Storage Area*).

Daerah ini merupakan tempat penyimpanan hasil produksi yang pada umumnya dimasukkan kedalam tangki atau drum yang sudah siap dipasarkan.

3. Daerah Pemeliharaan Pabrik dan Bangunan.

Daerah ini merupakan tempat melakukan kegiatan perbaikan dan perawatan peralatan, terdiri dari beberapa bengkel untuk melayani permintaan perbaikan dari pabrik dan bangunan.

4. Daerah Utilitas.

Daerah ini merupakan tempat penyediaan keperluan pabrik yang berhubungan dengan utilitas yaitu air, *steam*, *brine* dan listrik.

5. Daerah Administrasi

Merupakan pusat dari semua kegiatan administrasi pabrik dalam mengatur operasi pabrik serta kegiatan-kegiatan lainnya.

6. Daerah Perluasan

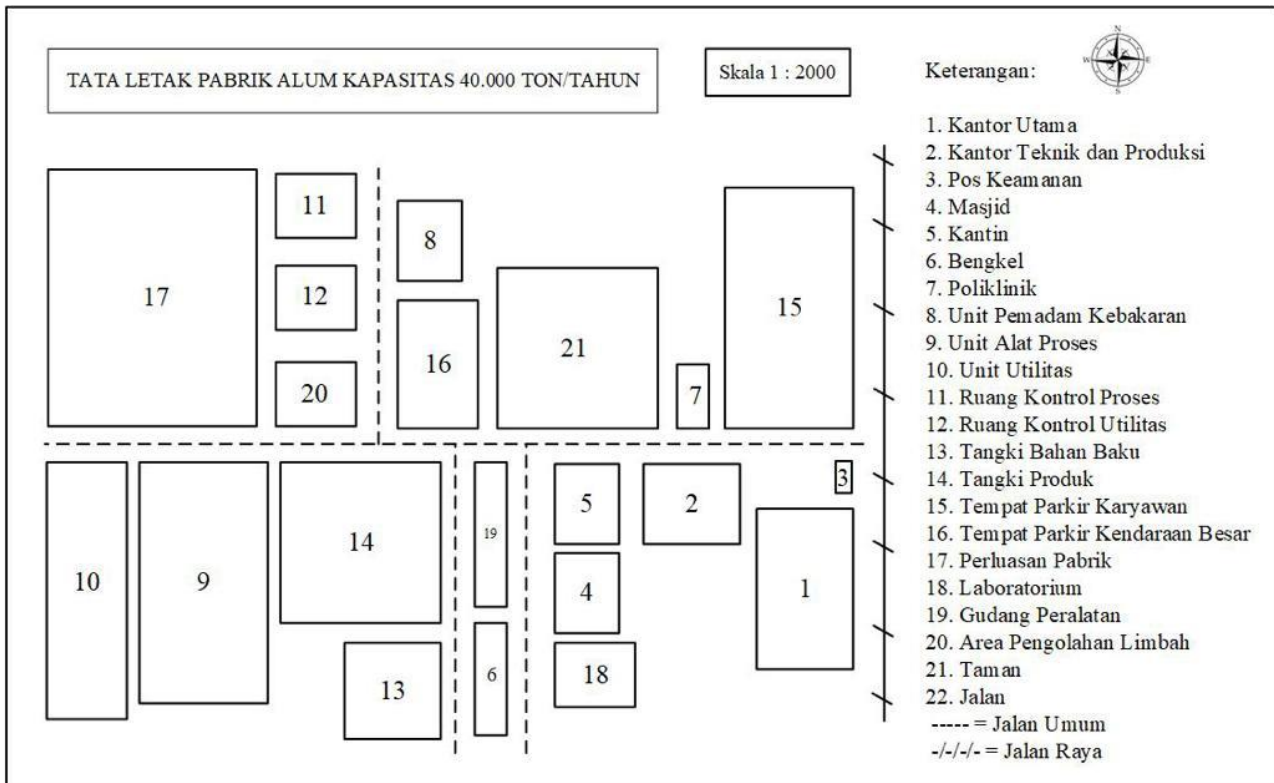
Digunakan untuk persiapan jika pabrik menadakan perluasan dimasa yang akan datang. Daerah perluasan ini tetrletak dibagian belakang pabrik.

7. *Plant Service*

Meliputi bengkel, kantin umum dan fasilitas kesehatan/poliklinik. Bangunan-bangunan ini harus ditempatkan sebaik mungkin sehingga memungkinkan terjadinya efisiensi yang maksimum.

8. Jalan Raya

Untuk memudahkan pengangkutan bahan baku maupun hasil produksi, maka perlu diperhatikan masalah transportasi. Salah satu sarana transportasi yang utama adalah jalan raya.



Gambar 4. 2 Tata Letak Pabrik (*Plant Layout*) Skala 1 : 2000

**Keterangan:**

1. Jalan	: 2.350 m <sup>2</sup>
2. Pos keamanan	: 25 m <sup>2</sup>
3. Parkir	: 600 m <sup>2</sup>
4. Taman	: 200 m <sup>2</sup>
5. Timbangan Truk	: 100 m <sup>2</sup>
6. Unit Pemadam Kebakaran	: 100 m <sup>2</sup>
7. Kantor	: 1.200 m <sup>2</sup>
8. Bengkel	: 225 m <sup>2</sup>
9. Perpustakaan	: 500 m <sup>2</sup>
10. Kantin	: 225 m <sup>2</sup>

11. Poliklinik	: 100 m <sup>2</sup>
12. Mushola	: 900 m <sup>2</sup>
13. Ruang Proses	: 3.600 m <sup>2</sup>
14. Ruang Kontrol	: 100 m <sup>2</sup>
15. Laboratorium	: 625 m <sup>2</sup>
16. Unit Pengolahan Air	: 900 m <sup>2</sup>
17. Unit Pembangkit Listrik	: 500 m <sup>2</sup>
18. Unit Boiler	: 500 m <sup>2</sup>
19. <i>Storage</i> Produk	: 500 m <sup>2</sup>
20. <i>Storage</i> Bahan Baku	: 625 m <sup>2</sup>
21. Gudang	: 625 m <sup>2</sup>
22. Utilitas	: 400 m <sup>2</sup>
23. Daerah Perluasan	: 3600 m <sup>2</sup>
24. Total Luas	: 18.625 m <sup>2</sup>

#### 4.3 Tata Letak Mesin/ Alat Proses (*Machines Layout*)

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan tata letak proses untuk mendapatkan keuntungan dari segi efisiensi biaya konstruksi dan kegiatan operasional produksi, yaitu:

##### 1. Aliran bahan baku dan produk

Peralatan proses yang dirancang sesuai dengan alur proses dapat memberikan keuntungan pada aspek ekonomi dan menunjang kelancaran serta keamanan produksi.

## 2. Aliran udara

Sirkulasi udara yang lancar sangat penting untuk menghindari terjadinya stagnasi udara pada suatu tempat yang berupa penumpukan atau akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan kerja.

## 3. Lalu lintas manusia dan kendaraan

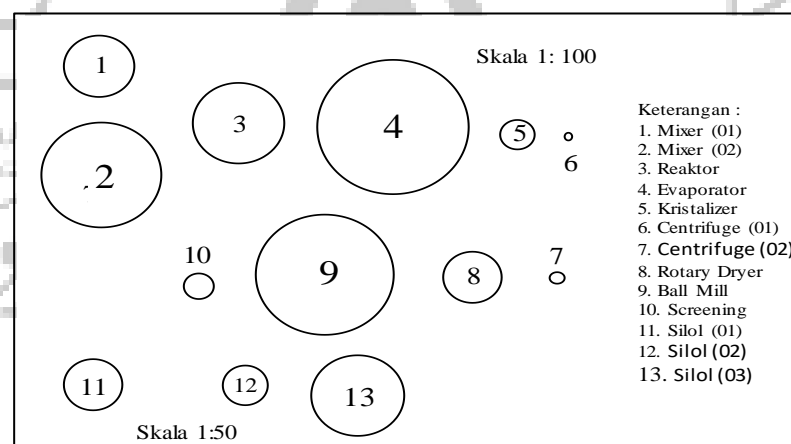
Perlu diperhatikan agar pekerja dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah agar jika terjadi gangguan pada alat proses dapat segera diperbaiki, selain itu keamanan pekerja selama menjalankan tugas perlu diprioritaskan.

## 4. Jarak antar alat proses

Alat pada proses harus diperhatikan jarak pada setiap alat terutama alat yang beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi dan alat tersebut harus ditempatkan di lokasi khusus yang terpisah dari alat-alat proses yang lain

## 5. Pertimbangan ekonomi

Tata letak alat proses yang disusun dengan optimum diharapkan dapat meminimalisir pengeluaran biaya operasi dan dapat menguntungkan secara ekonomi, tetapi tetap mengutamakan aspek keamanan dan keselamatan pekerja



Gambar 4. 3 *Layout* Tata Letak Mesin Skala 1: 100

**Keterangan:**

1. S : Silo
2. M : *Mixer*
3. CF : *Centrifuge*
4. R : Reaktor
5. EV : Evaporator
6. CR : Kristalizer
7. RD : *Rotary Dryer*
8. BM : *Ball Mill*
9. SCR : *Screener*
10. BC : *Belt Conveyor*
11. BE : *Bucket Elevator*
12. HE : *Heater*
13. CD : Kondensor
14. AF : *Air Filter*
15. P : Pompa





## 4.4 Organisasi Perusahaan

### 4.4.1 Bentuk Perusahaan

Perusahaan merupakan suatu unit kegiatan ekonomi yang terorganisasi dan dioperasikan untuk menyediakan barang atau jasa bagi masyarakat dengan tujuan memperoleh keuntungan. Manajemen, bentuk dan struktur perusahaan merupakan elemen penting dalam pendirian suatu perusahaan. Arah dan tujuan yang akan dicapai dalam suatu perusahaan sangat bergantung pada manajemen, dan struktur perusahaan. Bentuk perusahaan dari pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT). Dasar pertimbangan dari pemilihan bentuk perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- a. Mudah mendapatkan modal, selain modal dari bank, modal dapat juga diperoleh dari penjualan saham.
- b. Kekayaan perseroan terpisah dari kekayaan setiap pemegang saham.
- c. Demi kelancaran produksi, maka tanggung jawab setiap pemegang saham dipegang oleh pimpinan perusahaan.
- d. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin karena tidak terpengaruh oleh terhentinya pemegang saham, direksi, maupun karyawan.

Tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan struktural perusahaan.

- e. Mudah mendapatkan modal melalui penjualan surat berharga perusahaan (saham).

- f. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan berhentinya pemegang saham, direksi beserta staff dan karyawan
- g. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, dimana pemilik perusahaan adalah pemegang saham, sementara pengurus perusahaan adalah direksi beserta jaarannya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
- h. Lapangan usaha lebih luas karena suatu PT dapat menarik modal yang besar dari masyarakat sehingga dapat memperluas usahanya.
- i. Mudah mendapat kredit bank dengan jaminan perusahaan yang sudah ada
- j. Mudah untuk memindahkan hak milik dengan menjual saham kepada orang lain.

#### 4.4.2 Struktur Organisasi

Bentuk Organisasi: Garis dan Staf

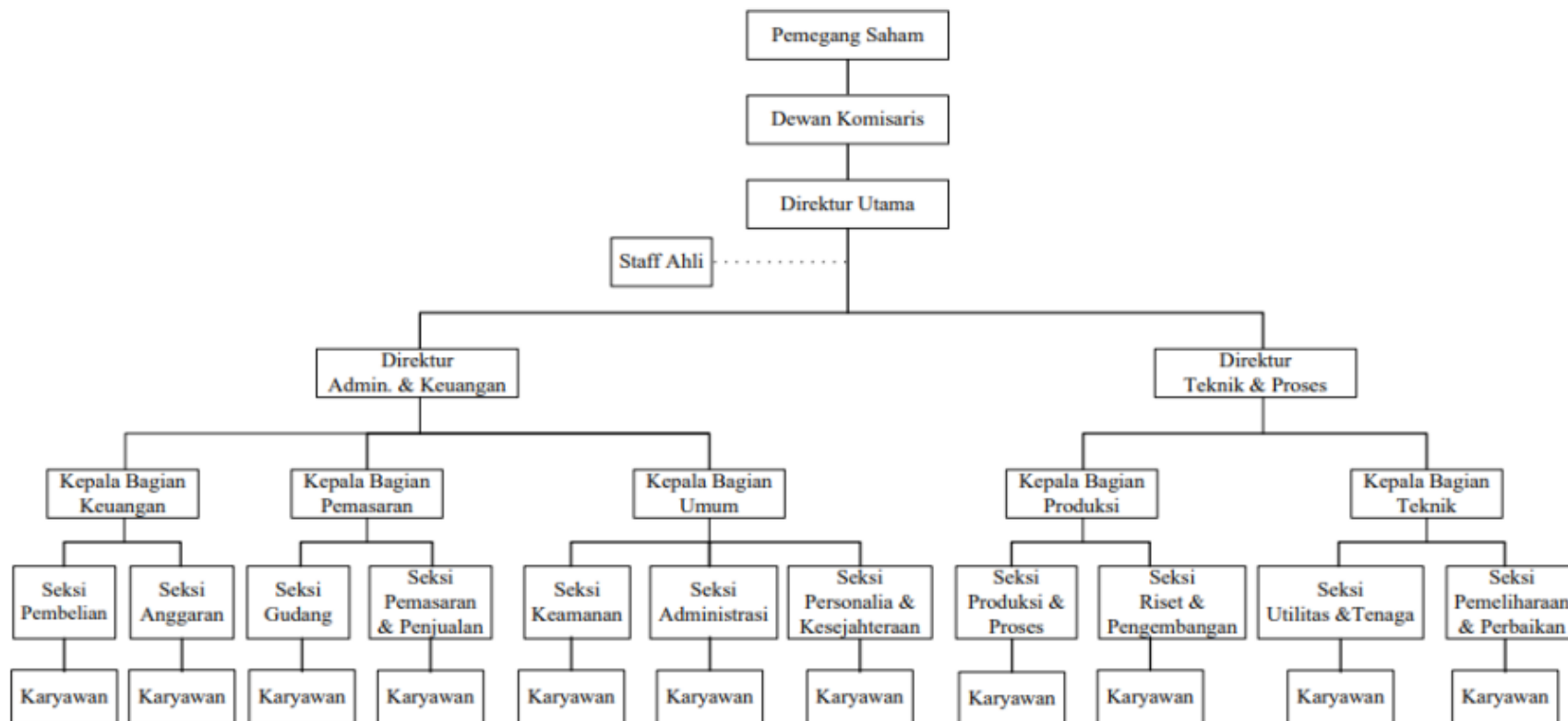
Bentuk organisasi ini mempunyai keuntungan antara lain:

- a. Dapat dipergunakan oleh setiap organisasi yang bagaimanapun besar maupun tujuan.
- b. Ada pembagian yang jelas antara pimpinan, staf dan pelaksana.
- c. Bakat-bakat yang berbeda dari para karyawan dapat dikembangkan menjadi suatu spesialisasi
- d. Sistem penempatan "*The Right Man in The Right Place*" lebih mudah dilaksanakan.
- e. Pengambilan keputusan dapat dilakukan dengan cepat walaupun banyak orang yang diajak berunding kerana pimpinan perusahaan dapat mengambil keputusan yang mengikat.

- f. Pengambilan keputusan yang sehat lebih mudah dicapai karena ada anggota-anggota staf yang ahli dalam bidangnya yang dapat memberikan nasehat dan mengerjakan perencanaan yang teliti.
- g. Koordinasi dapat pula dengan mudah dikerjakan karena sudah ada pembagian tugas masing-masing.
- h. Disiplin dan moral para karyawan biasanya tinggi karena tugas yang dilaksanakan oleh seseorang sesuai dengan bakat, keahlian dan pengalaman.

Dengan berpedoman pada hal-hal tersebut diperoleh organisasi yang baik yaitu bentuk line dan staff karena garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis. Segala sesuatu yang menyangkut perusahaan diputuskan bersama antara dewan komisaris dan dewan direksi. Menurut pembagian kerjanya seorang karyawan bertanggung jawab kepada atasannya. Ada dua kelompok yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi sistem line dan *staff* ini, yaitu:

- a. Sistem *staff*, yaitu kelompok yang melaksanakan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini bergantung untuk memberikan saran kepada unit operasional.
- b. Sistem garis atau *line*, yaitu kelompok yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.



Gambar 4. 4 Struktur Organisasi

#### 4.4.3 Tugas dan Wewenang

##### 1. Pemegang Saham

Pemegang saham adalah beberapa orang yang mengumpulkan modal untuk pabrik dengan cara membeli saham perusahaan. Mereka adalah perusahaan dan mempunyai kekuasaan tertinggi dalam perusahaan.

Tugas dan wewenang pemegang saham:

- a. Memilih dan memberhentikan komisaris.
- b. Meminta pertanggung jawaban kepada dewan komisaris

##### 2. Dewan Komisaris

Dewan komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari dari pemegang saham dan bertanggungjawab penuh kepada pemegang saham.

Tugas dan wewenang Dewan Komisaris adalah sebagai berikut:

- a. Memilih dan memberhentikan komisaris.
- b. Mengawasi direktur
- c. Menyetujui dan menolak rencana kerja yang diajukan direktur
- d. Mempertanggungjawabkan Perusahaan kepada pemegang saham.

##### 3. Direktur Utama

Dewan Direksi merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan dan bertanggung jawab terhadap kemajuan perusahaan. Dewan Direksi terdiri dari *President Director* atau Direktur Utama yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris atas segala tindakan dan kebijakan yang telah diambil sebagai pimpinan perusahaan.

Direktur utama merupakan pimpinan perusahaan yang bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris dan membawahi:

- a. Direktur teknik dan Produksi
- b. Direktur Keuangan

Tugas dan Wewenang:

1. Bertanggung jawab kepada Dewan Komisaris
  2. Menetapkan kebijaksanaan peraturan dan tata tertib perusahaan
  3. Mengatur dan mengawasi keuangan perusahaan
  4. Mengangkat dan memberhentikan pegawai
  5. Bertanggung jawab atas kelancaran perusahaan
4. Manajer Personalia

Manajer Personalia bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam hal:

- a. Membuat anggaran tenaga kerja yang diperlukan
- b. Mengurusi seleksi tenaga kerja
- c. Mengurusi hal-hal yang tentang kesejahteraan karyawan

5. Manajer Pemasaran

Manajer Keuangan bertanggung jawab kepada Direktur Utama dalam hal:

- a. Manajemen bagian pemasaran
- b. Perolehan hasil penjualan dan penggunaan dana promosi
- c. Menyusun strategi pemasaran

## 6. Manajer Produksi

Manajer Teknik dan Produksi bertanggung jawab kepada Direktur

Utama dalam hal:

- a. Pengawasan dan peningkatan mutu produksi
- b. Perencanaan jadwal produksi dan penyediaan sarana produksi
- c. Pengawasan peralatan pabrik
- d. Perbaikan pemeliharaan alat-alat produksi.

## 7. Manajer Keuangan

Manajer Keuangan bertanggung jawab pada direktur utama dalam hal:

- a. Laba rugi perusahaan
- b. Neraca keuangan
- c. Administrasi perusahaan
- d. Perencanaan pemasaran dan penjualan

## 8. Staf Ahli

Direksi dibantu oleh beberapa staf ahli yang bertanggung jawab langsung kepada Direktur. Staf ahli ini bersifat sebagai konsultan yang diminta pertimbangannya apabila perusahaan mengalami suatu masalah. Staf ahli tersebut yaitu:

- a. Ahli Teknik dan Proses
- b. Ahli Ekonomi dan Marketing
- c. Ahli Hukum Manajer Keuangan

## 9. Kepala Bagian

### a. Kepala Bagian terdiri dari:

1. Kepala Bagian Teknik
2. Kepala Bagian Produksi
3. Kepala Bagian Umum
4. Kepala Bagian Pemasaran
5. Kepala Bagian Keuangan

### b. Tugas umum Kepala Bagian adalah:

1. Menjalankan organisasi/ mengatur/ mengkoordinasi atau mengawasi pekerjaan-pekerjaan seksi bawahannya
2. Bertanggung jawab atas kerja seksi – seksi bawahannya.
3. Membuat laporan – laporan berkala dari seksi-seksi bawahannya.
4. Mengajukan saran-saran atau pertimbangan-pertimbangan mengenai usaha perbaikan kepala seksi.

### c. Tugas khusus Kepala Bagian:

1. Kepala Bagian Teknik

Mengusahakan dan menjaga kelancaran operasi di segala bidang produksi seperti pemeliharaan, perbaikan, penampungan bahan baku (utilitas).

2. Kepala Bagian Produksi

Menyelenggarakan dan mengembangkan produksi dengan cara yang ekonomis dalam batas kualitas yang direncanakan oleh



perusahaan disamping secara periodik mengenalkan kualitas produk dan baha baku.

3. Kepala Bagian Umum Melaksanakan dan mengatur arus barang produksi dari perusahaan kepada konsumen.

4. Kepala Bagian Pemasaran Melaksanakan dan mengatur arus barang produksi dari perusahaan kepada konsumen.

5. Kepala Bagian Keuangan Merencanakan, menyelenggarakan dan mengevaluasi hasil operasi keuangan.

#### 10. Kepala Seksi

Tugas Umum Kepala Seksi:

1. Melakukan tugas operasional dalam bidang masing-masing.
2. Merencanakan rencana yang telah ditetapkan direksi.
3. Bertanggung jawab atas kelancaran/ keserasian kerja atau personalia dari seksi – seksi kepala bagian.

Tugas Khusus Kepala Seksi:

1. Seksi Pemeliharaan dan Perbaikan

Menjamin keadaan peralatan/ mesin-mesin yang ada dalam pabrik selalu dalam keadaan baik dan siap dipakai dengan pemeliharaan yang efisien dan efektif.

2. Seksi Utilitas

Menyediakan unsur penunjang proses dalam pabrik yaitu meliputi : air, listrik, steam dan bahan bakar.

### 3. Seksi Pengendalian Produksi dan Proses

Melakukan pembuatan produksi sesuai dengan ketentuan yang direncanakan dan mengadakan kegiatan agar proses produksi berlangsung secara baik, mulai dari bahan baku masuk hingga produk.

### 4. Seksi Personalia

Mengembangkan dan menyelenggarakan kebijaksanaan dan program perusahaan dalam bentuk tenaga kerja yang baik dan memuaskan.

### 5. Seksi Keamanan Melaksanakan dan mengatur hal-hal yang berkaitan dengan keamanan perusahaan.

### 6. Seksi Administrasi Melaksanakan dan mengatur administrasi serta inventarisasi perusahaan.

### 7. Seksi Pemasaran Melaksanakan dan mengatur penjualan produksi kepada konsumen. Disini Direktur Utama berperan untuk menentukan kebijaksanaan perusahaan.

### 8. Seksi Pembelian

Mengadakan pembelian dan persediaan dari semua peralatan beserta *spare part* dan semua bahan-bahan untuk keperluan produksi dengan memperhatikan mutu, harga dan jumlah yang tepat.

### 9. Seksi Laboratorium

Menyelenggarakan pemantauan hasil (mutu) dan pengolahan limbah.

### 10. Seksi Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Bertanggung jawab terhadap masalah-masalah kesehatan karyawan dan keluarga serta menangani masalah keselamatan kerja dalam perusahaan.

#### 11. Seksi Keuangan

Bertanggung jawab terhadap pembukuan serta hal-hal yang berkaitan dengan keuangan perusahaan

### 4.4.4 Status, Penggolongan Jabatan, Jumlah Gaji Karyawan

#### 1. Status Karyawan

Berdasarkan status dan sistem upah, karyawan dapat digolongkan menjadi 3 yaitu:

##### a. Karyawan Tetap

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

##### b. Karyawan kontrak

Karyawan kontrak adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direksi dengan surat kontrak kerja sama.

##### c. Karyawan Borongan

Karyawan Borongan adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik hanya bila diperlukan. Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu perusahaan atas hasil kerjanya yang telah disetujui.

## 2. Penggolongan Jabatan

Jabatan dari struktur organisasi perusahaan perlu dibebankan pada individu dengan tingkat pendidikan dan keahlian yang sesuai. Karyawan pada perusahaan ini terdiri berbagai jenjang pendidikan tertinggi dijabarkan sebagai berikut:

- a. Direktur Utama : S-2 semua jurusan
- b. Direktur : S-2 semua jurusan
- c. Kepala Bagian : S-1 semua jurusan
- d. Kepala Seksi : S-1 semua jurusan
- e. Staff Ahli : S-1 semua jurusan
- f. Sekretaris : S-1 semua jurusan
- g. Karyawan & Operator : D-4/S-1 jurusan teknik
- h. Dokter : S-1 kedokteran
- i. Perawat : D4/S-1 keperawatan
- j. Supir : SMP-SMA dilengkapi dengan SIM A/B
- k. Cleaning Service : SMP-SMA
- l. Satpam : SMP-SMA dilengkapi sertifikat satpam

## 3. Jumlah Karyawan dan Gaji

Jumlah karyawan yang diperlukan dalam aktivitas perusahaan harus ditentukan secara tepat agar pekerjaan dapat diselesaikan secara baik dan efisien. Jumlah karyawan yang dan gaji dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Jumlah dan Gaji Karyawan

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji / Orang</b>	<b>Gaji /Bulan</b>
		<b>Rp</b>	<b>Rp</b>
Direktur Utama	1	100.000.000	100.000.000
Direktur Produksi dan Teknik	1	80.000.000	80.000.000
Direktur Keuangan dan Administrasi	1	80.000.000	80.000.000
Sekretaris Direktur	2	15.000.000	30.000.000
Staf Ahli	4	16.000.000	64.000.000
Kepala Produksi dan Teknik	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Keuangan dan Administrasi	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Bagian Pemasaran	1	15.000.000	15.000.000
Kepala Bagian Umum	1	15.000.000	15.000.000
Kasi Proses	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Riset dan Pengembangan	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Utilitas dan Energi	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Pemeliharaan dan Perbaikan	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Pembelian	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Gudang	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Pemasaran dan Penjualan	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Administrasi	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Personalia dan Kesejahteraan	1	13.000.000	13.000.000
Kasi Keamanan	1	13.000.000	13.000.000
Karyawan Bagian Proses (Kepala)	5	10.000.000	50.000.000
Karyawan Bagian Proses (Regu)	25	8.000.000	200.000.000
Karyawan Bagian Laboratorium	6	8.000.000	48.000.000
Karyawan Bagian Utilitas	10	8.000.000	80.000.000
Karyawan Bagian Personalia	4	6.500.000	26.000.000
Karyawan Bagian Pemasaran	10	6.500.000	65.000.000
Karyawan Bagian Administrasi	4	6.500.000	26.000.000

Tabel 4.1.. (Lanjutan)

<b>Jabatan</b>	<b>Jumlah</b>	<b>Gaji / Orang</b>	<b>Gaji /Bulan</b>
		<b>Rp</b>	<b>Rp</b>
Karyawan Bagian Pembelian	4	6.500.000	26.000.000
Karyawan Bagian Pemeliharaan	6	5.000.000	30.000.000
Karyawan Bagian Gudang	6	5.000.000	30.000.000
Karyawan Bagian Keamanan	6	5.000.000	30.000.000
Karyawan Bagian Kebersihan	8	5.000.000	40.000.000
Dokter	4	10.000.000	40.000.000
Perawat	6	6.500.000	39.000.000
Supir	8	4.500.000	36.000.000
Satpam	15	4.500.000	67.500.000
<b>Total</b>	<b>150</b>		<b>1.377.500.000</b>

#### 4.4.5 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik direncanakan bekerja atau beroperasi 330 hari dalam setahun, 24 jam per hari. Sisa hari libur digunakan untuk perbaikan dan perawatan mesin-mesin. Jam kerja untuk pegawai adalah sebagai berikut:

a. Untuk pekerja *non shift*

Bekerja dalam enam hari dalam seminggu, sedang hari Minggu dan hari besar libur. Pembagian jam kerja karyawan *non-shift* sebagai berikut:

Senin sampai Jum'at : 07.00 – 15.00

Sabtu : 07.00 – 13.00

b. Untuk pekerja *shift* Sehari bekerja dalam 24 jam terbagi dalam 3 *shift*, yaitu:

Shift I (pagi): 07.00 – 15.00

Shift II (siang): 15.00 – 23.00

Shift III (malam): 23.00 – 07.00

#### 4.4.6 Ketenagakerjaan

Setiap karyawan memiliki hak ketenagakerjaan yang harus diberikan oleh perusahaan. Hak-hak tersebut yaitu:

##### 1. Tunjangan

- a. Tunjangan jabatan yang diberikan berdasarkan jabatan yang dipegang oleh karyawan.
- b. Tunjangan lembur yang diberikan kepada karyawan yang bekerja di luar jam kerja berdasarkan jumlah jam kerja
- c. Tunjangan hari raya (THR), diberikan sebesar nilai satu bulan gaji kepada karyawan setiap tahunnya saat menjelang hari raya Idul Fitri.

##### 2. Hari libur nasional

Hari libur nasional dihitung sebagai hari libur kerja bagi karyawan non-shift dan dihitung sebagai hari kerja lembur bagi karyawan shift.

##### 3. Cuti

- a. Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun
- b. Cuti sakit diberikan pada karyawan yang menderita sakit berdasarkan keterangan Dokter.

- c. Cuti melahirkan bagi karyawan selama 3 bulan (1 bulan sebelum melahirkan dan 2 bulan setelah melahirkan).

#### 4. Fasilitas karyawan

Fasilitas karyawan disediakan guna meningkatkan produktifitas karyawan.

##### a. Pakaian kerja

Perusahaan memberikan pakaian kerja untuk memberikan identitas perusahaan pada karyawan dari karyawan perusahaan lain maupun masyarakat umum.

##### b. Makan dan minum

Makan dan minum disediakan sebanyak satu kali dalam sehari oleh perusahaan yakni pada jam makan siang.

##### c. Tempat ibadah

Tempat ibadah berupa masjid disediakan guna memfasilitasi kegiatan ibadah karyawan muslim.

##### d. Transportasi

Perusahaan menyediakan bus antar jemput di titik tertentu untuk mempermudah akomodasi karyawan.

#### 5. Jaminan ketenagakerjaan

Perusahaan mendaftarkan karyawan sebagai peserta Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) dengan 4 jaminan, yaitu Jaminan Kecelakaan Kerja (JKK), Jaminan Kematian (JKM), Jaminan Hari Tua (JHT) dan Jaminan Pensiun (JP).



## **BAB V**

### **UTILITAS**

Unit utilitas merupakan sarana penunjang yang penting demi kelancaran jalannya proses produksi. Sarana penunjang adalah sarana lain yang diperlukan selain bahan baku dan bahan pembantu agar proses produksi dapat berjalan sesuai yang diinginkan. Beberapa utilitas yang diperlukan dalam perancangan pabrik Alum ini, meliputi:

1. Unit Penyediaan dan Pengolahan Air (*Water Treatment System*)
2. Unit Pembangkit Steam
3. Unit Pembangkit Listrik (*Power Plant System*)
4. Unit Penyediaan Udara Tekan (*Instrument Air System*)
5. Unit Penyediaan Bahan Bakar
6. Unit Pengolahan Limbah

#### **5.1 Unit Penyediaan dan Pengolahan Air**

Unit Penyediaan dan Pengolahan Air bertugas menyediakan dan mengolah air bersih yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air di pabrik. Dalam perancangan pabrik Alum ini, sumber air yang digunakan adalah sumber air sungai Kali Wangen. Berikut beberapa pertimbangan dalam menggunakan air sungai sebagai sumber air:

- a. Pengolahan air sungai relatif lebih mudah, sederhana dan relatif murah, sedangkan pengolahan air laut lebih rumit dan biaya pengolahan biasanya lebih tinggi karena lebih banyak kandungan garam mineral di dalamnya yang perlu

dipisahkan. Tetapi dengan faktor letak pabrik yang dekat dengan sumber air sungai, jadi pabrik didirikan di dekat sungai.

- b. Air Sungai merupakan sumber kontinyu yang tinggi, sehingga kekurangan air dapat dihindari. Berikut ini merupakan kebutuhan air yang diperlukan untuk aktivitas pabrik alum yang akan berdiri di Gresik, Jawa Timur.

### 5.1.1 Air Kebutuhan Umum

a. Air Domestik (*Domestic Water*)

*Domestic water* air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karyawan seperti air minum, toilet, perumahan dan sebagainya. Air domestik yang digunakan harus memenuhi persyaratan, seperti:

- Air jernih
- Tidak berbau
- Tidak berasa
- Tidak mengandung zat organik dan anorganik
- Tidak beracun

Tabel 5. 1 Kebutuhan Air Domestik

Penggunaan	Jumlah, Kg/jam
Kantor	1.062,5
Perumahan	375
<b>Jumlah</b>	<b>1.437,5</b>

b. Air Layanan Umum (*Service Water*)

*Service water* merupakan air yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan layanan umum seperti bengkel, poliklinik, laboratorium, kantin, masjid dan lain-lain. Kriteria *service water* yang digunakan sama seperti *domestic water*. Dan kebutuhan air hydrant pada kebutuhan air yang digunakan untuk pemadam kebakaran apabila terjadi timbulnya api atau kebakaran suatu tempat di dalam pabrik, kebutuhan air hydrant bersifat kondisional yang sewaktu-waktu dibutuhkan ketika kebutuhan mendesak yang harus dipadamkan apabila terjadi kebakaran. Air sanitasi harus memenuhi kualitas tertentu, yaitu:

1. Syarat fisika, meliputi:

- Suhu: dibawah suhu udara
- Warna: jernih
- Rasa: tidak berasa
- Bau: tidak berbaub.

2. Syarat Kimia, meliputi:

- Tidak mengandung zat organik dan anorganik yang terlarut pada air
- Tidak mengandung bahan beracun.
- Tidak mengandung bakteri terutama patogen yang dapat merubah fisik air.

Total perkiraan kebutuhan air untuk pemakaian layanan umum (*service water*) seperti bengkel, laboratorium 708 kg/jam.

### c. Air Pendingin

Air pendingin merupakan air yang digunakan sebagai media pendingin pada proses produksi. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan digunakannya air pendingin sebagai media pendingin, antara lain:

- a.) Air pendingin diperoleh dengan mudah dan dalam jumlah besar.
- b.) Mudah dilakukan pengaturan dan pengolahan.
- c.) Memiliki daya serap terhadap panas per satuan volume cukup tinggi.
- d.) Tidak terdekomposisi.

Namun, terdapat beberapa syarat kandungan zat yang tidak diperbolehkan ada dalam air pendingin, seperti:

- a.) Besi, karena dapat menyebabkan korosi.
- b.) Silika, karena dapat menyebabkan kerak.
- c.) Oksigen terlarut, karena dapat menyebabkan korosi.
- d.) Minyak, karena dapat menyebabkan gangguan pada *film corrosion inhibitor*, penurunan *heat exchanger coefficient* dan menimbulkan endapan karena minyak dapat menjadi makanan bagi mikroba.

Kebutuhan air pendingin pada pabrik Alum ini perancangan dibuat *over design* sebesar 20% maka kebutuhan air pendingin menjadi sebesar 356.268,86 kg/jam.

Tabel 5. 2 Kebutuhan Air Pendingin

No	Alat	Kode	Kebutuhan Air (Kg/jam)
1.	Condensor	CD-01	356.268,86
	<b>Jumlah</b>		<b>356.268,86</b>

d. Air Proses

Air proses merupakan air yang digunakan air yang digunakan untuk bisa memenuhi kebutuhan air pada area proses produksi. Air proses yang digunakan harus memenuhi persyaratan seperti:

- a.) Air jernih
- b.) Tidak berbau dan berasa
- c.) Tidak mengandung zat organik dan anorganik

Kebutuhan air proses pada pabrik Alum ini digunakan alat Reaktor 01 (R-01) sebesar 6.955,506 kg/jam.

Tabel 5. 3 Kebutuhan Air Proses

No	Alat	Kode	Kebutuhan Air (Kg/jam)
1.	Reaktor	R-01	6.955,506
	<b>Jumlah</b>		<b>6.955,506</b>

e. Total kebutuhan air

Tabel 5. 4 Total Kebutuhan Air

No.	Keperluan	Kebutuhan Air (Kg/jam)
1.	Domestik Water	1.437,5
2.	Service Water	708
3.	Cooling Water	356.268,86
4.	Steam Water	669.918,633
	<b>Jumlah</b>	<b>528.332,997</b>

## 5.2 Unit Pembangkit Steam

Unit pembangkit steam bertujuan untuk mencukupi kebutuhan *steam* pada proses produksi. Direncanakan boiler menghasilkan steam jenuh (*saturated steam*) pada tekanan 1 atm dan suhu 150°C

Tabel 5. 5 Kebutuhan *Steam*

Nama Alat	Kode	Jumlah (kg/jam)
<i>Heater</i>	HE-01	3.042,28
<i>Heater</i>	HE-02	3.370,60
<i>Heater</i>	HE-03	2.029,79
<i>Reaktor</i>	R-01	1.015,18
Evaporator	EV-01	60.460,76

## 5.3 Unit Pembangkit Listrik

Kebutuhan listrik di pabrik ini diperoleh dari PLN, selain dari PLN listrik cadangan didapatkan dari generator pabrik apabila listrik dari PLN mengalami kendala. Hal ini bertujuan agar pasokan listrik dapat berlangsung kontinyu dan tidak ada gangguan listrik yang padam. Kebutuhan listrik di pabrik ini antara lain:

- Listrik untuk AC
- Listrik untuk laboratorium dan bengkel
- Listrik untuk keperluan proses dan utilitas
- Listrik untuk penerangan
- Listrik untuk instrumentasi

Kelebihan menggunakan listrik PLN adalah biayanya murah, sedangkan kekurangan menggunakan listrik PLN adalah kontinyu dari penyediaan listrik tenaganya tidak tetap dan kurang terjamin

Tabel 5. 6 Daya Alat Proses

<b>Nama Alat</b>	<b>Kode</b>	<b>kW</b>
Pompa 1	P-01	0,373
Pompa 2	P-02	0,373
Pompa 3	P-03	0,746
Pompa 4	P-04	0,373
Pompa 5	P-05	0,373
Pengaduk Reaktor	R-01	186,428
Pengaduk Reaktor	R-02	186,428
Filter 1	RDVF-01	14,914
<i>Centrifuge 2</i>	CF-01	14,914
<i>Rotary Dryer</i>	RD-01	55,928
<i>Ball Mill</i>	BM-01	164,057
Pengaduk <i>Mixer</i>	M-01	5,593
Pengaduk <i>Mixer</i>	M- 02	5,593
<i>Conveyor 1</i>	BC-01	1,864
<i>Conveyor 2</i>	BC-02	1,864
<i>Conveyor 3</i>	BC-03	1,864
<i>Conveyor 4</i>	BC-04	1,864
<i>Conveyor 5</i>	BC-05	1,864
<i>Conveyor 6</i>	BC-06	1,864
<i>Bucket Elevator</i>	BE-07	1,864
Kompresor	C-01	0,373
Fan	CT-01	14,914
Pengaduk	BU-01	0,373
<i>Rake</i>	KL-01	1,119
Pompa Utilitas	PU-01	2,237
Pompa Utilitas	PU-02	11,186
Pompa Utilitas	PU-03	1,119
Pompa Utilitas	PU-04	5,220

Lanjutan..Tabel 5.6

Pompa Utilitas	PU-05	2,237
<b>Total</b>		<b>772,185</b>

#### 5.4 Unit Penyedia Udara Tekanan

Pada unit penyedia udara tekan mempunyai fungsi untuk menyediakan kebutuhan udara yang dibutuhkan semua dari alat controller memenuhi kebutuhan udara tekan untuk alat-alat yang bekerja dengan prinsip pneumatic terutama alatalat kontrol. Pada dasarnya, proses yang terjadi pada unit ini adalah mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrumen udara. Kebutuhan udara tekan diperkirakan sebesar  $3,7382 \text{ m}^3 / \text{jam}$  dengan tekanan 5,5 atm.

#### 5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Pada unit penyedia bahan bakar bertujuan menyediakan bahan bakar yang dipergunakan pada boiler. Bahan bakar yang digunakan adalah solar sebesar 81.933,63 liter/tahun.

#### 5.6 Unit Pengolahan Limbah

Limbah merupakan bahan sisa buangan dari suatu proses produksi industri pabrik yang sudah tidak terpakai lagi. Pengolahan limbah pabrik alum ini berupa cair. Limbah dari proses produksi pabrik harus dikondisikan agar tidak terjadi pencemaraan lingkungan seperti kematian ikan, merusak tanaman, keracunan pada



hewan maupun gangguan kesehatan manusia. Limbah ini diolah di Unit Pengolahan Limbah yang menghasilkan sebagai berikut:

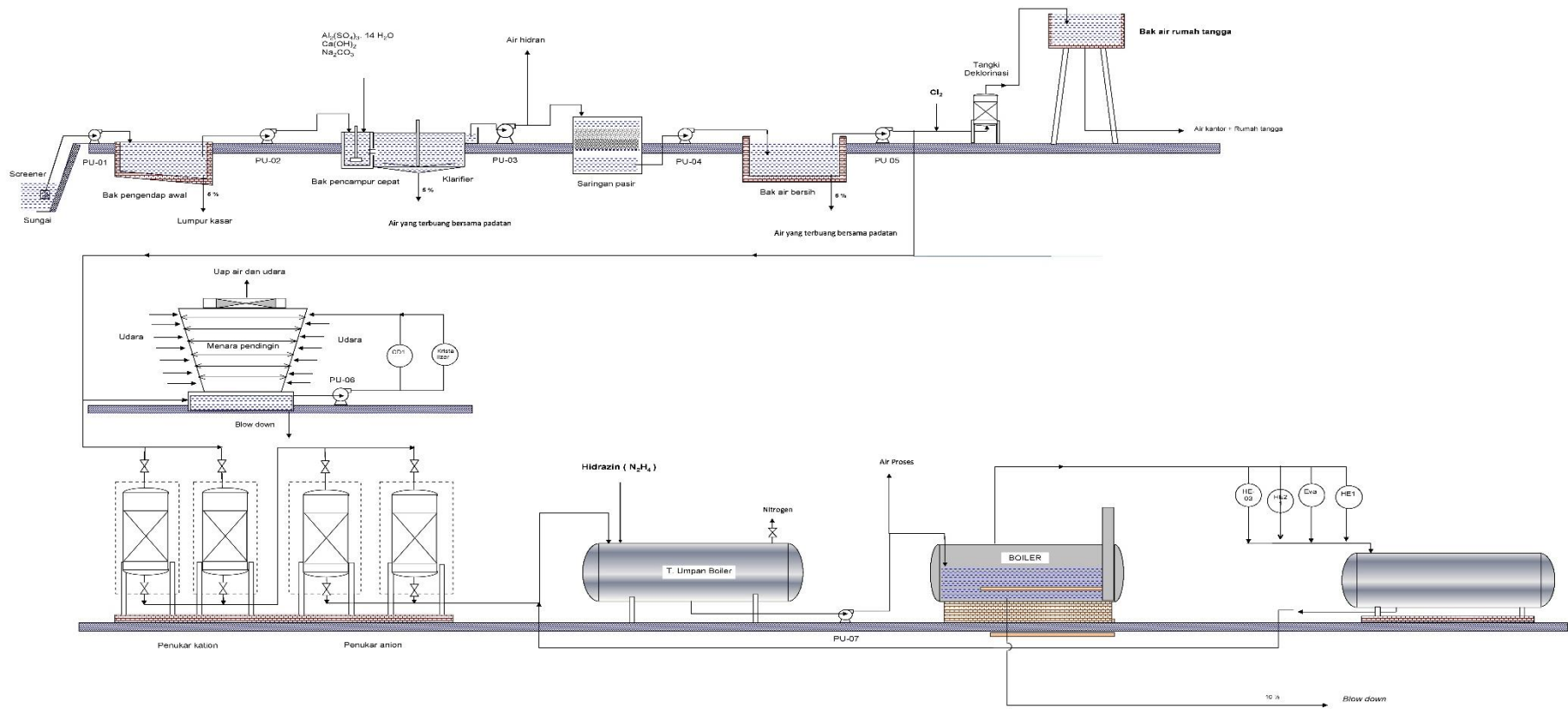
### 5.6.1 Limbah Cair

Limbah cair adalah suatu limbah yang sudah terbuang oleh proses produksi dan tidak digunakan lagi yang berupa cairan terutama suatu senyawa organik yang tidak bisa diuraikan mikroorganisme di alam dan dihasilkan dari arus keluaran unit evaporator berupa uap air dan langsung dibuang kembali ke sungai, limbah lainnya berasal dari:

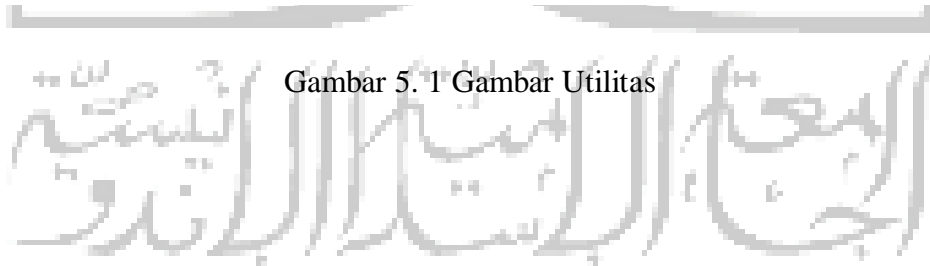
- Limbah sanitasi

Limbah sanitasi mengandung bakteri-bakteri dari berbagai sumber kotoran. Limbah sanitasi berasal dari air hasil buangan limbah domestik yang dipakai sebagai keperluan pabrik maupun perkantoran. Air buangan ini tidak mengandung bahan-bahan kimia yang berbahaya. Yang perlu diperhatikan disini adalah volume buangan yang diijinkan dan kemana pembuangan air limbah ini.

# ISLAM



Gambar 5.1 Gambar Utilitas



## 5.7 Spesifikasi Alat Utilitas

### 5.7.1 Perancangan Alat Pengolahan Air

a. Screener

b. Tabel 5. 7 Spesifikasi *Screener* (SC-01)

---

#### Spesifikasi Umum *Screener* (SC-01)

---

Kode	: SC- 01
Fungsi	: Untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam yaitu sebesar 200 <i>mesh</i>
Jenis	: <i>High Speed Vibrating Screen</i>
Bahan	: <i>Carbon Steel</i>
Jumlah	: 1
Kondisi Operasi:	
Suhu	: 30 °C
Tekanan	: 1 atm
Spesifikasi:	
Kapasitas	: 63.092,486 kg/jam
<i>Speed</i>	: 50 <i>vibration</i>
<i>No Sieve</i>	: 200
<i>Ty equivalent design</i>	: 200 <i>mesh</i>
<i>Sieve Design</i>	: <i>standart 149 micron</i>
<i>Sieve Opening</i>	: 0,2844 mm

---

---

Tabel 5.7..(lanjutan)

---

Uuran kawat : 0,110 mm

*Power* : 3 hP

Efisiensi : 99%

---

c. Bak Pengendap Awal (BU-01)

Tabel 5. 8 Spesifikasi Bak Pengendap Awal (BU-01)

---

**Spesifikasi Umum Bak Pengendap Awal (BU-01)**

---

Nama alat : Bak Pengendap Awal

Kode : BU-01

Fungsi : Mengendapkan kotoran kasar yang terbawa oleh air sungai.

Bahan Konstruksi : Beton Bertulang

Dimensi:

Volume : 1.521,82 m<sup>3</sup>

Tinggi : 4 m

Lebar : 12,34 m

Panjang : 37 m

Densitas : 1000 kg/m<sup>3</sup>

Debit : 0,018 m<sup>3</sup>/s

Volume Air : 1.826,82 m<sup>3</sup>

Tabel 5.8 ..(lanjutan)

Kecepatan massa	: 63.092,486 kg/jam
-----------------	---------------------

d. Bak Pencampur

Tabel 5. 9 Spesifikasi Bak Pencampur (BU-02)

**Spesifikasi Umum Bak Pencampur (BU-02)**

Nama alat	: Bak Pencampur
Kode	: BU-02
Fungsi	: Mencampur bahan kimia penggumpal dan pengurang kesadahan.
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Dimensi:	
Volume	: 1,2 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 1 m
Lebar	: 10 m
Diameter	: 1,15 m
Densitas	: 1000 kg/m <sup>3</sup>
Debit	: 0,0168 m <sup>3</sup> /s
Volume Air	: 1 m <sup>3</sup>
Kecepatan Massa	: 60.088.082 kg/jam

e. *Klarifier* (KL-01)

Tabel 5. 10 Spesifikasi *Klarifier* (KL-01)

<b>Spesifikasi Umum <i>Klarifier</i> (KL-01)</b>	
Nama alat	: <i>Klarifier</i>
Kode	: KL-01
Fungsi	: Menggumpalkan dan mengendapkan kotoran koloid yang dibawa oleh air
Jenis	: Bak Silinder Tegak Kerucur
Dimensi:	
Volume	: 362,34 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 3,417 m
Diameter	: 6,8 m
Kecepatan Putar	: 0,03 rotasi/menit
Densitas	: 1000 kg/m <sup>3</sup>
Daya	: 1,5 hP
Volume Air	: 301,95 m <sup>3</sup>
Kecepatan Massa	: 60.088.1 kg/jam

f. Saringan Pasir (SF-01)

Tabel 5. 11 Saringan Pasir (SF-01)

<b>Spesifikasi Umum Saringan Pasir (SF-01)</b>	
Nama alat	: Saringan Pasir
Kode	: (SF-01)
Fungsi	: Menyaring kotoran kotoran yang masih terbawa air dari klarifier
Jenis	: Bak empat persegi panjang
Dimensi:	
Luas aliran	: $9,32 \text{ m}^2$
Tinggi	: 3,4 m
Panjang	: 2,5 m
Tinggi Tumpukan	: 1,21 m
Densitas	: $1000 \text{ kg/m}^3$
Lebar	: 2,5 m
Volume Air	: $211,18 \text{ m}^3$
Kecepatan Massa	: $56.726,74 \text{ kg/jam}$

g. Bak Air Minum (BU-03)

Tabel 5. 12 Spesifikasi Bak Air Minum (BU-03)

<b>Spesifikasi Umum Bak Air Minum (BU-03)</b>	
Nama alat	: Bak Air Minum
Kode	: BU-03
Fungsi	: Menampung air untuk kantor pelayanan dan rumah tangga
Bahan Konstruksi	: Beton Bertulang
Dimensi:	
Volume	: 72,36 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 4 m
Panjang	: 7,3 m
Waktu Tinggal	: 24 jam
Densitas	: 1000 kg/m <sup>3</sup>
Lebar	: 2,5 m
Volume Air	: 60,30 m <sup>3</sup>
Kecepatan Massa	: 2.500 kg/jam





h. Tangki NaCl (TU-01)

Tabel 5. 13 Spesifikasi Tangki NaCl (TU-01)

<b>Spesifikasi Umum Tangki NaCl (TU-01)</b>	
Nama alat	: Tangki NaCl
Kode	: TU-01
Fungsi	: Melarutkan NaCl untuk regenerasi penukar kation
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Dimensi:	
Volume resin	: 0,96 m <sup>3</sup>
Diameter	: 0,92 m
Tinggi	: 0,92 m
Jumlah NaCl	: 31,06 kg
Densitas	: 1000 kg/m <sup>3</sup>
Massa Air	: 5%
Volume Air	: 0,62 m <sup>3</sup>
Volume Tangki	: 0,62 m <sup>3</sup>
Kecepatan Massa	: 2.500 kg/jam

i. *Cooling Tower* (CT-01)

Tabel 5. 14 Spesifikasi *Cooling Tower* (CT-01)

<b>Spesifikasi Umum <i>Cooling Tower</i> (CT-01)</b>	
Nama alat	: <i>Cooling Tower</i>
Kode	: CT-01
Fungsi	: Memulihkan suhu air
Jenis	: Menara Pendingin Jujut Tarik
Dimensi:	
Flux volume	: 4,28 m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup> jam
Panjang	: 7 m
Lebar	: 7 m
Luas Penampang	: 53,54 m <sup>2</sup>
Densitas	: 1000 kg/m <sup>3</sup>
Tinggi	: 30 ft
Daya	: 0,4 hP
Volume Air	: 229,04 m <sup>3</sup> /jam
Entalpi Penguapan	: 2302 kJ/kg
Kecepatan Massa	: 227.900 kg/jam

j. Tangki NaOH (TU-02)

Tabel 5. 15 Spesifikasi Tangki NaOH (TU-02)

<b>Spesifikasi Umum Tangki NaOH (TU-02)</b>	
Nama alat	: Tangki NaOH
Kode	: TU-02
Fungsi	: Melarutkan NaOH untuk regenerasi penukar kation
Jenis	: Tangki Silinder Tegak
Dimensi:	
Volume resin	: 0,96 m <sup>3</sup>
Diameter	: 0,92 m
Tinggi	: 0,92 m
Jumlah NaCl	: 31,06 kg
Densitas	: 1000 kg/m <sup>3</sup>
Massa Air	: 5%
Volume Air	: 0,62 m <sup>3</sup>
Volume Tangki	: 0,74 m <sup>3</sup>
Kecepatan Massa	: 2.500 kg/jam

k. *Cation Exchanger* (TU-03)

Tabel 5. 16 Spesifikasi *Cation Exchanger* (TU-03)

<b>Spesifikasi Umum <i>Cation Exchanger</i> (TU-03)</b>	
Nama alat	: <i>Cation Exchanger</i>
Kode	: TU-03
Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh kation
Jenis	: <i>Down Flow Cation Exchanger</i>
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Volume Resin	: 0,96 m <sup>3</sup>
Luas	: 1,82 ft <sup>2</sup>
Diameter	: 1,07 m
Tinggi	: 1,28 m
Tinggi resin	: 1,07 m
Kecepatan Massa	: 6.654,74 kg/jam
Kadar mineral	35 ppm



1. *Anion Exchanger* (TU-04)

Tabel 5. 17 Spesifikasi *Anion Exchanger* (TU-04)

<b>Spesifikasi Umum <i>Anion Exchanger</i> (TU-04)</b>	
Nama alat	: <i>Anion Exchanger</i>
Kode	: TU-03
Fungsi	: Menghilangkan kesadahan air proses yang disebabkan oleh kation
Jenis	: <i>Down Flow Cation Exchanger</i>
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Volume Resin	: 0,96 m <sup>3</sup>
Luas	: 1,82 ft <sup>2</sup>
Diameter	: 1,07 m
Tinggi	: 1,28 m
Tinggi resin	: 1,07 m
Kecepatan Massa	: 6.654,74 kg/jam
Kadar mineral	35 ppm



m. Tangki Umpan *Boiler* (TU-05)

Tabel 5. 18 Spesifikasi Tangki Umpan *Boiler* (TU-05)

<b>Spesifikasi Umum Tangki Umpan <i>Boiler</i> (TU-05)</b>	
Nama alat	: Tangki Umpan <i>Boiler</i>
Kode	: TU-05
Fungsi	: Menyimpan air umpan boiler selama 8 jam
Jenis	: Tangki Silinder Horizontal
Bahan Konstruksi	: Baja Karbon
Kecepatan massa	: 73.202,16 kg/jam
Densitas	: 1000 kg/m <sup>3</sup>
Volume Air	: 588,56 m <sup>3</sup>
Volume tangki	: 706,27 m <sup>3</sup>
Diameter	: 4 m
Panjang	: 4 m
Lebar	: 3 m
Waktu Tinggal	: 8 jam

n. *Boiler* (BL-01)

Tabel 5. 19 Spesifikasi *Boiler* (BL-01)

<b>Spesifikasi Umum <i>Boiler</i> (BL-01)</b>	
Nama alat	: <i>Boiler</i>
Kode	: BL-01
Fungsi	: Membuat <i>Saturated Steam</i>
Suhu <i>Steam</i>	: 423 K
Kebutuhan <i>Steam</i>	: 66.547,42 kg/jam
Kapasitas <i>Boiler</i>	: 5813902 kg/jam
Kapasitas Panas Air	: 4,4,184 kJ/kg
Jumlah bahan bakar	: 43.938 kJ/liter
Volume bahan bakar	: 4.257,86 liter/jam
Efisiensi	: 90%
Diameter	: 2,8182 m
Tinggi	: 5,6365 m
Luas	: .2069 m <sup>2</sup>
ID	: 0,06 m
OD	: 0,07 m
Panjang pipa	: 0,30 m

o. Pompa Utilitas (PU)

Tabel 5. 20 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 7)

Parameter	PU-01	PU-02	PU-03
Fungsi	Memompa air sungai ke bak pengendap awal	Memompa air dari pengendap awal ke bak <i>clarifier</i>	Mengalirkan keluaran air pendingin menuju <i>cooling tower</i>
Kondisi Operasi:			
Viskositas	0,7 cP	0,7 cP	0,7 cP
Kapasitas	44,3596 m <sup>3</sup> /s	42,2472 m <sup>3</sup> /s	40,2355 m <sup>3</sup> /s
<i>Friction Head</i>	6,76637 m	39,81 m	2,08739 m
Efisiensi Motor	81%	87%	80%
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>
Dimensi:			
<i>Spesific Speed</i>	950 rpm	950 rpm	475 rpm
OD	4 in	4,5 in	4,5 in
ID	3,8 in	4,026 in	4,026 in
IPS	3,3 in	4 in	4 in



Tabel 5. 21 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 7)

Parameter	PU-04	PU-05	PU-06
Fungsi	Memompa air dari sand filter ke bak air bersih	Mengalirkan air menuju tandon air, cooling tower, tangki penukar anion	Mengalirkan keluaran <i>Cooling Tower</i>
Kondisi Operasi:			
Viskositas	0,7 cP	0,7 cP	0,7 cP
Kapasitas	39,733 m <sup>3</sup> /s	37,8409 m <sup>3</sup> /jam	229,046 m <sup>3</sup> /jam
<i>Friction Head</i>	2,188 m	8,22516 m	5,3418 m
Efisiensi Motor	80%	83%	92%
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>	<i>Centrifugal</i>	<i>Centrifugal</i>
Dimensi:			
<i>Spesific Speed</i>	475 rpm	950 rpm	475 rpm
OD	4,5 in	4,5 in	10,75 in
ID	4,026 in	4,026 in	10,02 in
IPS	4 in	4 in	10 in

Tabel 5. 22 Spesifikasi Alat Transportasi Bahan Cair (Jumlah Alat = 7)

Parameter	PU-07
Fungsi	Mengalirkan air keluaran tangki umpan boiler
Kondisi Operasi:	
Viskositas	0,7 cP
Kapasitas	73,647 m <sup>3</sup> /jam
<i>Friction Head</i>	242,688 m
Efisiensi Motor	93%
Jenis Pompa	<i>Centrifugal Pump</i>
Dimensi:	
<i>Spesific Speed</i>	2850 rpm
OD	2,875 in
ID	2,469 in
IPS	2,5 in



## BAB VI

### EVALUASI EKONOMI

#### 6.1 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi bertujuan untuk mengetahui kelayakan pendirian suatu pabrik yang akan didirikan. Faktor - faktor yang diperhatikan dalam evaluasi ekonomi suatu pabrik antara lain:

- a. *Return Of Investment (ROI)*
- b. *Pay Out Time (POT)*
- c. *Discounted Cash Flow (DCF)*
- d. *Break Event Point (BEP)*
- e. *Shut Down Point (SDP)*

Sebelum pabrik didirikan diperlukan analisis ekonomi, maka perlu dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal antara lain:

1. Penentuan Modal Industri (*Total Capital Investment*)

Total Capital Investment terdiri dari:

- a. Modal tetap (*Fixed Capital Investment*)
- b. Modal kerja (*Working Capital Investment*)

2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*) *Total Production Cost* terdiri dari:

- a. Biaya pembuatan (*Manufacturing Cost*)
- b. Biaya pengeluaran umum (*General Expenses*)
- c. Pendapatan modal

Perlu juga dilakukan perkiraan terhadap beberapa hal untuk mengetahui titik impas dari pendirian pabrik. Hal-hal tersebut antara lain:

- a. Biaya tetap (*Fixed Cost*)
- b. Biaya variable (*Variable Cost*)
- c. Biaya mengambang (*Regulated Cost*)

## 6.2 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan akan mengalami perubahan yang cukup signifikan setiap tahunnya tergantung pada kondisi ekonomi yang mempengaruhinya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode untuk memperkirakan harga peralatan pada tahun yang dirikan dan perlu diketahui indeks harga peralatan pada tahun itu juga.

Tabel 6. 1 Indeks Harga

Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1970	125,70
1971	132,30
1972	137,20
1973	144,10
1974	165,40
1975	182,40
1976	192,10
1977	204,10
1978	218,80
1979	238,70
1980	261,20
1981	297,00
1982	314,00
1983	317,00

Tabel 6.1..(lanjutan)

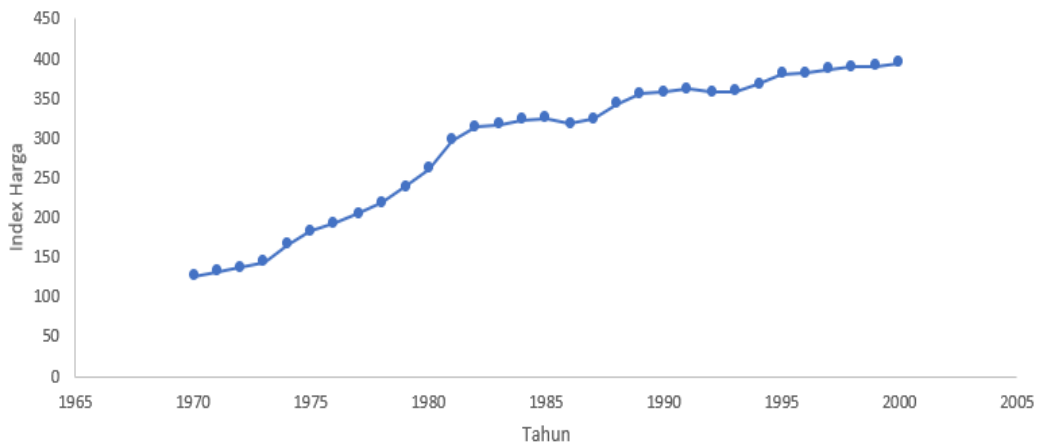
Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
1984	322,70
1985	325,30
1986	318,40
1987	323,80
1988	342,50
1989	355,40
1990	357,60
1991	361,30
1992	358,20
1993	359,20
1994	368,10
1995	381,10
1996	381,70
1997	386,50
1997	389,50
1998	390,60
1999	394,10
2000	322,70
2001	443,49
2002	452,98
2003	462,48
2004	471,97
2005	481,46
2006	490,96
2007	500,45
2008	509,94
2009	519,44
2010	528,93

Tabel 6.1..(Lanjutan)

Tahun (Xi)	Indeks (Yi)
2011	538,42
2012	547,92
2013	557,41
2014	566,90
2015	576,40
2016	585,89
2017	595,38
2018	604,88
2019	614,37
2020	623,87
2021	633,36
2022	642,85
2023	652,35
2024	661,84
2025	671,33
2026	680,83
2027	690,32
2028	699,81
2029	709,31
2030	718,80

(Sumber : <https://www.chemengonline.com/pci>)





Gambar 6. 1 Grafik Indeks Harga Alat

Dari indeks harga di atas maka diperoleh persamaan regresi linier adalah:

$$y = 9,4935 x - 18553 \quad (6.1)$$

Persamaan regresi linier tersebut digunakan untuk mencari indeks harga pada tahun pabrik didirikan. Dalam rencana, pabrik akan didirikan pada tahun 2025.

Indeks harga pada tahun 2030 adalah 718,80. Sedangkan indeks harga pada tahun.

Harga peralatan pada tahun 2030 dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut:

$$Ex = \left( \frac{Nx}{Ny} \right) Ey \quad (6.2)$$

Keterangan:

Ex = harga tahun pembelian

Ey = harga pembelian alat pada tahun referensi

Nx = nilai indeks harga pada tahun pembelian

Ny = nilai indeks pada tahun referensi

Tabel 6. 2 Harga Alat

No	Nama Alat	Kode	Harga Satuan \$	Jumlah	Harga Total \$
1	<i>Mixer</i>	MX-01	468.354	1	761.445
2	<i>Mixer</i>	MX-02	532.893	1	1.113.983
3	Reaktor	R-01	270.354	2	323.052
4	Evaporator	EV-01	472.025	1	472.025
5	<i>Centrifuge</i>	CF-01	172.849	1	172.849
6	<i>Centrifuge</i>	CF-02	172.849	1	172.849
7	<i>Rotary Drier</i>	RD-01	77.684	1	77.684
8	Kritalizer	CL-01	107.171	1	107.171
9	<i>Ball Mill</i>	BM-01	863.524	1	863.524
10	<i>Screening</i>	SC-01	107.882	2	215.762
11	Silo	SL-01	17.408	1	17.408
12	Silo	SL-02	14.803	1	14.803
13	Silo	SL-03	35.289	1	35.289
14	<i>Convenyor</i>	BC-01	38.250	1	38.250
15	<i>Convenyor</i>	BC-02	38.250	1	38.250
16	<i>Convenyor</i>	BC-03	38.250	1	38.250
17	<i>Convenyor</i>	BC-04	38.250	1	38.250
18	<i>Convenyor</i>	BC-05	38.250	1	38.250
19	<i>Convenyor</i>	BC-06	38.250	1	38.250
20	<i>Belt Convenyor</i>	BC-07	12.789	1	12.789
21	Pompa	P-01	10.539	1	10.539



Tabel 6.2 (Lanjutan)

22	Pompa	P-02	10.539	1	13.500
23	Pompa	P-03	10.539	1	13.500
24	Pompa	P-04	11.724	1	13.500
25	Pompa	P-05	11.724	1	10.500
26	Condensor	CD-01	103.737	1	557.880
27	Heat Exchanger	HE-01	67.263	1	66.079
28	Heat Exchanger	HE-02	230.210	1	109.894
29	Heat Exchanger	HE-03	40.855	1	5.566

### 6.3 Perhitungan Biaya

#### 6.3.1 Dasar Perhitungan

1. Kapasitas Produksi = 40.000 ton/tahun
2. Satu tahun operasi = 330 hari
3. Umur pabrik = 10 tahun
4. Tahun pendirian pabrik = 2025
5. Pabrik beroperasi tahun = 2028
6. Upah buruh asing = \$50,00 /jam
7. Upah buruh Indonesia = Rp 50.000,00 /jam
8. Kurs dollar = Rp 13.000
9. Harga Produk = Rp 10.000/kg
10. UMR Gresik = Rp 4.522.030

### 6.2.3 Total Capital Investment

Total *Capital Investment* adalah total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas, penunjang dan operasi pabrik. Total capital investment terdiri dari:

a. *Fixed Capital Investment*

*Fixed Capital Investment* adalah total biaya pengeluaran yang digunakan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik, meliputi:

- *Purchased Equipment Cost*
- *Equipment Installation*
- *Piping*
- *Instrumentation*
- *Insulation*
- *Electrical*
- *Building*
- *Land and Yard Improvement*
- *Utility*
- *Engineering Cost*
- *Construction Cost*
- *Contractor fee*
- *Contingency*

Tabel 6. 3 *Physcal Plant (PPC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Harga alat sampai ditempat	1.160.059.000	6.246.470
2	Instalasi alat	2.826.945.000	505.073
3	Pemipaan	31.690.122.000	16.509
4	Instrumentasi	265.023.000	536.750
5	Isolasi	441.639.000	136.082
6	Instalasi listrik	87.004.000	
7	Bangunan	35.815.082.667	
8	Tanah dan perbaikan	100.000.000.000	
9	Utilitas	9.038.754.093	3.479.211
	<b>Total</b>	<b>181.324.628.760</b>	<b>10.920.094</b>

Tabel 6. 4 *Physical Plantt Cost (PPC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Rekayasa dan Konstruksi</i> (20% PPC)	36.264.926.000	2.184.019
2	<i>Direct Plant Cost</i>		
	<b>Total</b>	<b>217.589.554.760</b>	<b>13.104.113</b>

Tabel 6. 5 *Fixed Capital Invesment (FCI)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Upah kontraktor (5 % DPC)	21.758.955.000	655.206
2	Biaya tak terduga (15 % DPC)	32.638.433.000	1.965.617
	<b>Total</b>	<b>271.986.942.760</b>	<b>15.724.936</b>

b. *Working Capital Investment*

*Working capital investment* adalah total biaya pengeluaran untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu atau yang di tentukan, meliputi:

1. *Raw Material Inventory*
2. *In Process Inventory*
3. *Product Inventory*
4. *Extented Credit*
5. *Available Cas*

Tabel 6. 6 *Working Capital Investment* (WCI)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material Inventory</i>	36.734.055.000	
2	<i>Inproses Inventory</i>	1.111.905.000	6.731
3	<i>Product Inventory</i>	61.154.750.000	370.191
4	<i>Extended Credit</i>	122.309.499.000	740.382
5	<i>Available Cash</i>	61.154.750.000	370.191
	<b>Total</b>	<b>282.464.959.000</b>	<b>1.487.495</b>

**6.2.4 Total Production Cost**

a. *Manufacturing Cost*

*Manufacturing cost* adalah jumlah *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang terikat dala pembuatan suatu produk.

1. *Direct Manufacturing Cost (DMC)*

*Direct Manufacturing Cost* adalah total biaya pengeluaran yang berkaitan khusus dalam pembuatan suatu produk, meliputi:

- *Raw material*
- Tenaga kerja
- *Supervisor*
- *Maintenance cost*
- *Plant supplies*
- *Royalties and patent*
- *Utilities*

Tabel 6. 7 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Raw Material</i>	440.808.658.000	
2	<i>Labor</i>	7.620.480.000	
3	<i>Supervision</i>	1.524.096.000	
4	<i>Maintenance</i>	40.798.041.000	2.358.740
5	<i>Plant Supplies</i>	6.119.706.000	353.811
6	<i>Royalty and Patents</i>	20.974.320.000	
7	<i>Utilities</i>	103.187.610.000	
	<b>Total</b>	<b>621.023.911.000</b>	<b>2.712.551</b>

## 2. *Indirect Manufacturing Cost*

*Indirect Manufacturing Cost* adalah total biaya pengeluaran secara akibat tidak langsung karena operasional atau berjalannya pabrik, meliputi:

- a. *Payroll overhead*

- b. *Laboratory*
- c. *Plant overhead*
- d. *Packaging & shipping*

Tabel 6. 8 *Indirect Manufacturing Cost (IMC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)
1	<i>Payroll Overhead</i>	2.286.144.000
2	<i>Laboratory</i>	2.286.144.000
3	<i>Plant Overhead</i>	7.620.480.000
4	<i>Packaging and Shipping</i>	41.948.641.000
	<b>Total</b>	<b>78.141.409.000</b>

### 3. *Fixed Manufacturing Cost*

Fixed Manufacturing Cost adalah total biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat beroperasi maupun tidak beroperasi atau pengeluaran yang memiliki sifat tetap, tidak tergantung pada waktu maupun tingkat jumlah produksi, meliputi:

- a. *Depresiasi*
- b. *Property Tax*
- c. *Insurance*

Tabel 6. 9 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Depreciation</i>	27.198.694.000	1.572.494
2	<i>Property taxes</i>	4.764.111.000	
3	<i>Insurance</i>	2.719.869.000	157.249
	<b>Total</b>	<b>34.682.674.000</b>	<b>1.729.743</b>

#### 4. *General Expense*

*General Expense* adalah pengeluaran secara umum meliputi pengeluaran - pengeluaran yang bersangkutan dengan fungsi dari perusahaan yang tidak termasuk dalam manufacturing cost, meliputi :

- a. *Administration*
- b. *Sales expense*
- c. *Research*
- d. *Finance*

Tabel 6. 10 *General Expenses*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Administration</i>	62.922.961.000	
2	<i>Sales Expense</i>	41.948.641.000	
3	<i>Research</i>	52.435.801.000	
4	<i>Finance</i>	554.451.901.760	17.212.431
	<b>Total</b>	<b>711.759.304.760</b>	<b>17.212.431</b>

Tabel 6. 11 *Total Production Cost*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	<i>Manufacturing Cost</i>	733.856.994.000	4.442.294
2	<i>General Expense</i>	711.759.304.760	17.212.431
	<b>Total</b>	<b>1.445.616.298.760</b>	<b>21.654.725</b>

#### 6.4 Analisa Kelayakan

Analisa kelayakan bertujuan untuk layak atau tidaknya dari suatu pabrik yang akan didirikan. Evaluasi kelayakan tersebut diantaranya lain:

### 6.4.1 Return Of Investment (ROI)

*Return Of Investment* (ROI) adalah kecepatan pengembalian banyaknya modal investasi, dinyatakan dalam persentase ( % ) terhadap modal yang tetap

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

Batasan minimum ROI sebelum pajak untuk Industri Kimia adalah untuk *low risk* yaitu 11% dan *high risk* yaitu 44%.

- Profit = Sales Price – Total Product Cost
  - Pajak = 30 %
  - Hasil Penjualan = Rp 1.100.000.000.000
  - Biaya Produksi = Rp 941.108.195.000
  - Keuntungan sebelum pajak = Hasil penjualan – biaya produksi  
= Rp 158.891.805.000
  - Keuntungan setelah pajak = 30% x Keuntungan  
= Rp 47.667.542.000
  - ROI sebelum pajak
- $$ROI = \frac{\text{Keuntungan Sebelum Pajak}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\% \quad (6.4)$$

- ROI setelah pajak
- $$ROI = \frac{\text{Keuntungan Sesudah Pajak}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\% \quad (6.5)$$
- = 54,41 %

<http://perpajakan.ddtc.co.id/peraturan-pajak>



### 6.4.2 Pay Out Time

*Pay Out Time* (POT) adalah jumlah tahun yang berselang, sebelum didapatkan suatu penerimaan melebihi investasi awal jumlah tahun yang diperlukan untuk kembalinya *Fixed Capital Investment* dengan *profit* sebelum dikurangi depresiasi

- POT sebelum pajak

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit Before Taxes} + 0,1 \text{ FCI})} \times 100\% \quad (6.6)$$
$$= 2 \text{ tahun}$$

- POT setelah pajak =

$$\text{POT} = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{(\text{Profit After Taxes} + 0,1 \text{ FCI})} \times 100\% \quad (6.7)$$
$$= 2 \text{ tahun}$$

Batasan maksimum *Pay Out Time* (POT) setelah pajak untuk skala industri kimia *Low risk* yaitu 5 tahun dan *High risk* yaitu 2 tahun.

### 6.4.3 Break Even Point

*Break Even Point* (BEP) adalah suatu titik impas (hal tersebut pabrik tidak mendapatkan keuntungan atau kerugian). Total Kapasitas pabrik pada saat *sales value = total cost*. Suatu pabrik akan mengalami jika beroperasi di bawah standar *Break Even Point* (BEP) dan mendapatkan keuntungan jika beroperasi diatas *Break Even Point* (BEP). Harga Break Event Point (BEP) pada umumnya berkisar antara 40-60% dari kapasitas.

$$\text{Break Even Point} = \frac{\text{Fa} + (0,3 \times \text{Ra})}{(\text{Sa} - \text{Va} - (0,7 \times \text{Ra}))} \times 100\% \quad (6.8)$$

= 49,904 %

Keterangan:

Fa: *Fixed manufacturing cost*

Ra: *Regulated cost*

Va: *Variable cost*

Sa: *Sales price*

h. *Fixed Cost* (Fa) adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya baik pabrik produksi ataupun tidak memproduksi.

i. *Variabel Cost* (Va) adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya dipengaruhi total kapasitas produksi.

j. *Ragulated Cost* (Ra) adalah sejumlah biaya yang harus dikeluarkan setiap tahunnya yang besarnya proporsional dengan total kapasitas produksi.

Biaya- biaya tersebut bisa menjadi biaya tetap atau menjadi biaya variabel.

Tabel 6. 12 *Fixed Cost* (FA)

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Depresiasi	27.267.948.000	1.572.494
2	<i>Property Taxes</i>	4.771.037.000	
3	Asuransi	2.726.795.000	157.249
	<b>Total</b>	<b>34.765.780.000</b>	<b>1.729.743</b>

Tabel 6. 13 *Regulated Cost (RA)*

No	Jenis	Biaya (Rp)	Biaya (\$)
1	Gaji Karyawan	7.620.480.000	
2	<i>Payroll Overhead</i>	2.286.144.000	
3	<i>Supervision</i>	1.524.096.000	
4	<i>Plant Overhead</i>	7.620.480.000	
5	Laboratorium	2.286.144.000	
6	<i>General Expense</i>	150.673.047.000	2.152.000
7	<i>Maintenance</i>	40.901.921.000	2.358.740
8	<i>Plant Supplies</i>	6.135.288.000	353.811
	<b>Total</b>	<b>219.047.600.000</b>	<b>4.864.551</b>

Tabel 6. 14 *Variable Cost (VA)*

No	Jenis	Biaya (Rp)
1	<i>Raw Material</i>	440.808.658.000
2	<i>Packaging &amp; Shipping</i>	22.000.000.000
3	<i>Utilities</i>	103.760.335.000
4	<i>Royalty &amp; Patent</i>	11.000.000.000
5	Distribusi	24.000.000.000
	<b>Total</b>	<b>601.568.993.000</b>

#### 6.4.4 *Shut Down Point (SDP)*

*Shut Down Point* adalah level produksi pabrik yang mana biaya untuk mengoperasikan pabrik akan lebih mahal daripada biaya untuk menutup pabrik tersebut dan membayar sejumlah *fixed cost*.

$$SDP = \frac{0,3x Ra}{(Sa - Va - (0,7 x Ra))} \times 100\% \quad (6.9)$$

$$= 28.15 \%$$

#### 6.4.5 Discounted Cash Flow Rate of Return (DCFRR)

Evaluasi ekonomi keuntungan pabrik dengan cara *Discounted Cash Flow* menggunakan nilai uang tiap tahun berdasarkan investasi yang tidak kembali setiap akhir tahun selama umur pabrik tersebut berakhir (*present value*). Dihitung dengan persamaan:

$$(FC+WC) (1+i)^n = CF[(1+i)^{-1}+(1+i)^{-2}+\dots+(1+i)^{-n}]+SV+WC \quad (6.10)$$

Keterangan:

$$R = S$$

$$FC = \text{Fixed Capital}$$

$$WC = \text{Working Capital}$$

$$SV = \text{Salvage Value}$$

$$CF = \text{Annual Cash Flow (After Profit + Taxes + Depresiasi Inace)}$$

$$I = \text{Discounted Cash Flow Rate}$$

$$N = \text{Umur Pabrik (10 tahun)}$$

$$\text{Salvage Value} = \text{Harga tanah + bangunan}$$

$$= \text{Rp } 140.003.765.000$$

$$\text{Cash Flow} = \text{Annual profit} + \text{Depresiasi} + \text{Finance}$$

$$= \text{Rp } 817.027.453.336$$

*Discounted cash flow rate* dihitung secara *trial and error*,

$$R = \text{Rp } 17.489.248.901.983$$

$$S = \text{Rp } 25.583.170.030.327$$

Nilai I, yang didapatkan = 0,4145

Sehinga DCFR = 41.45 %

Bunga Bank Indonesia = 6,50%

DCFRR minimum = 7,13 %

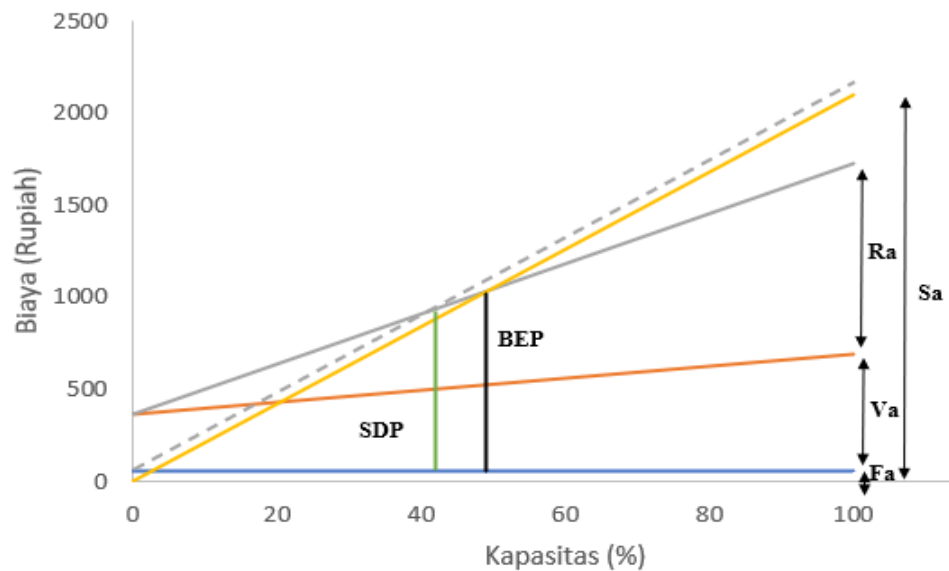
Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian pabrik alum ditampilkan sebagai berikut:

Tabel 6. 15 Kesimpulan Evaluasi Ekonomi

Kriteria	Terhitung	Persyaratan	Referensi
ROI sebelum pajak	77,72%	ROI <i>before taxes</i>	Aries
ROI setelah pajak	54,41%	<i>minimum low</i> 11%	Newton, P.193
POT sebelum pajak	2 Tahun	POT <i>before taxes</i>	Aries
POT setelah pajak	2 Tahun	<i>maksimum, low 5</i> th, <i>high 2th</i>	Newton, P.196
BEP	49,90%	Berkisar 40 - 60%	
SDP	42,17%		
DCF	41.45%	>1,5 bunga bank = minimum = 7,13%	

Hasil kalkulasi kelayakan ekonomi pendirian Alum dari Alumunium Amonium

Sulfat ditampilkan sebagai berikut:



Gambar 6. 2 Grafik Evaluasi Ekonomi

Grafik BEP digunakan untuk mengetahui berapa total kapasitas yang harus di produksi dari kapasitas keseluruhan pabrik, dimana pabrik dalam kondisi untung dan tidak rugi atau dalam kata lain kembali modal. Sementara jika pabrik telah memproduksi produk dengan kapasitas produksi diatas titik BEP, pabrik akan disebut menguntungkan. Tetapi sebaliknya, jika pabrik memproduksi kurang dari titik BEP, maka dapat dikatakan pabrik mengalami kerugian. SDP adalah titik atau batas yang mengharuskan pabrik untuk ditutup karena mengalami kerugian besar.

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil laporan perancangan pabrik kimia ini yaitu:

1. Pabrik alum dari ammonium sulfat dengan kapasitas 40.000 ton/tahun didasarkan diharapkan dapat menjawab perkembangan industri-industri dalam negeri di masa yang akan datang. Serta, dapat meningkatkan nilai ekspor guna menambah devisa negara. Pabrik ini juga dapat digunakan untuk memasok kebutuhan alum pada industri yang membutuhkan saat ini.
2. Pabrik alum akan didirikan di daerah Gresik, Jawa Timur dengan pertimbangan dekat dengan bahan baku, lokasi dekat dengan industri.
3. Bahan baku didapatkan dari PT. Liku Telaga, PT. Indonesia Acid Industri, PT. Indonesia Acid Industri, PT. Mahkota Indonesia, PT. Indonesia Indah dan PT. Petrokimia Gresik.
4. Pabrik alum dengan kapasitas 40.000 ton/tahun membutuhkan utilitas berupa:
  - a. Air pendingin = 528.332,997 kg/jam
  - b. *Steam* = 60.460,76 kg/jam
  - c. Bahan bakar = 81.933,63 liter/tahun
  - d. Listrik = 2800 kW
5. Luas tanah yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik Alum sebesar  $\pm 18.500 \text{ m}^2$ .
6. Pabrik membutuhkan tenaga kerja sebanyak 150 orang

7. Total *Capital Investment* yang dibutuhkan untuk mendirikan pabrik ini terdiri dari:

- a. *Fixed capital investment* = Rp 271.986.942.760
- b. *Working capital* = Rp 282.464.959.000

8. Total *Production Cost* yang terdiri dari

- a. *Direct Manufacturing cost* sebesar = Rp 621.023.911.000
- b. *Indirect Manufacturing Cost* = Rp 78.141.409.000
- c. *Fixed Manufacturing Cost* = Rp 34.682.674.000
- d. *General expense* sebesar = Rp 711.759.304.760

9. Nilai ROI pabrik alum ini adalah:

- a. ROI sebelum pajak = 77,7 %
- b. ROI setelah pajak = 54,41 %

10. Nilai POT pabrik:

- a. POT sebelum pajak = 2 tahun
- b. POT setelah pajak = 2,06 tahun

11. Nilai BEP, SDP dan DCFR pabrik alum ini adalah

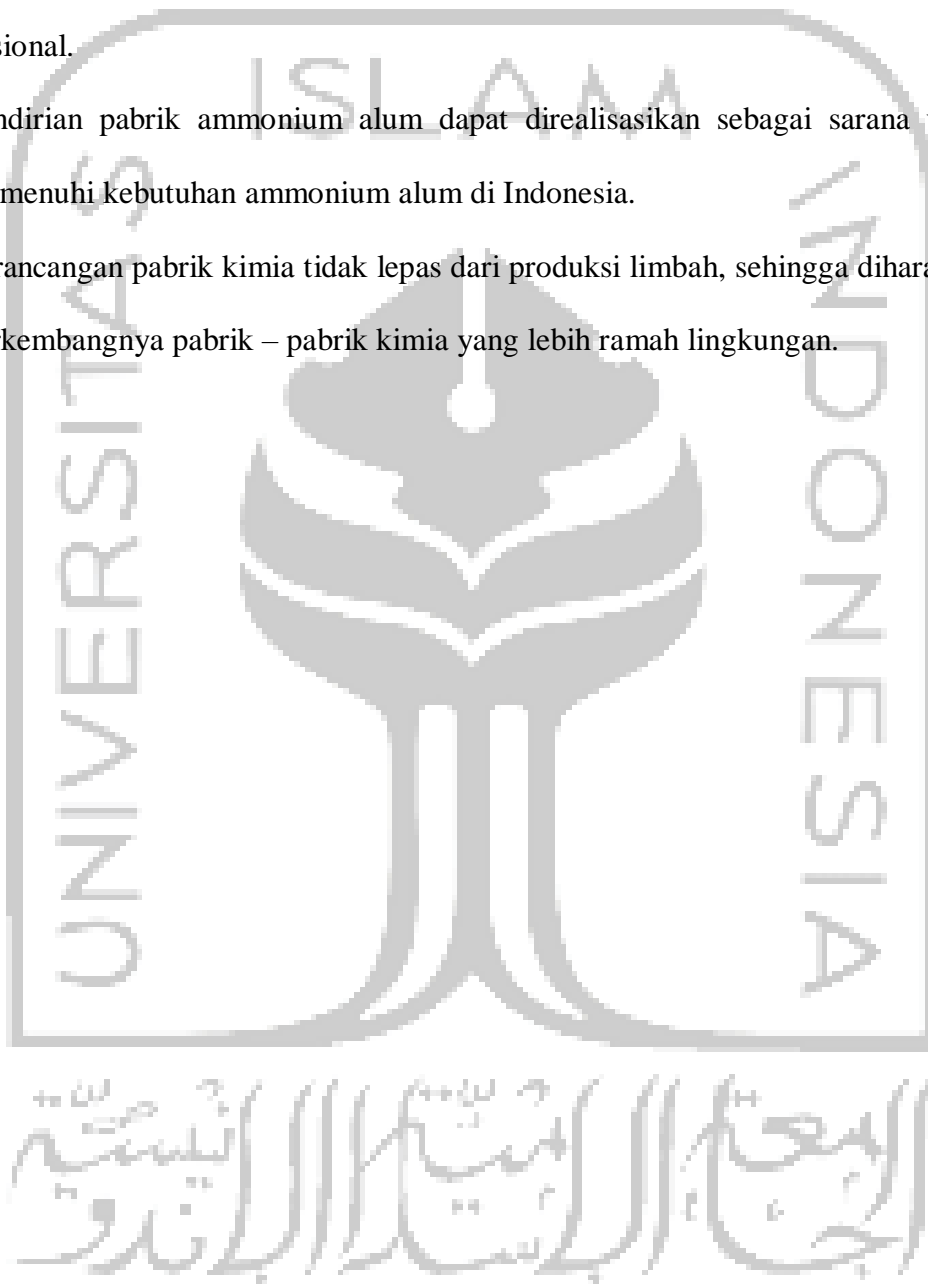
- a. Nilai BEP = 49,90%
- b. Nilai SDP = 42,17 %
- c. Nilai DCFR = 41,45%

Dengan mempertimbangkan hasil evaluasi ekonomi diatas maka pabrik ammonium alum dari Amonium Sulfat dengan kapasitas 40.000 ton/tahun layak untuk dikaji lebih lanjut dan memenuhi syarat untuk didirikan.



## 7.2 Saran

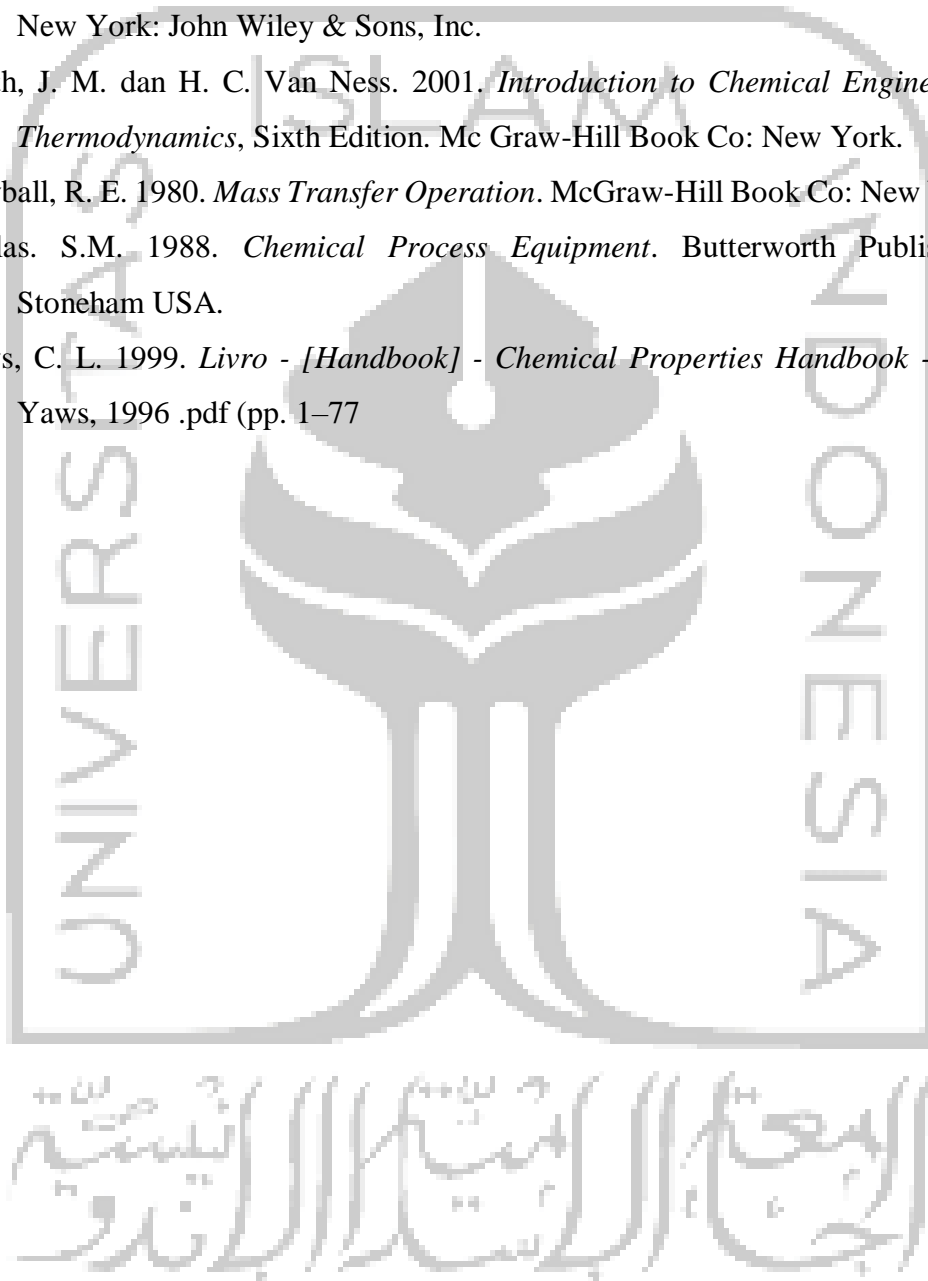
1. Pendirian alum dapat menjadi solusi pemerintah untuk mendorong tumbuhnya industri kimia didalam negeri, agar menjadi sektor penggerak perekonomian nasional.
2. Pendirian pabrik ammonium alum dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan ammonium alum di Indonesia.
3. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik – pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S. and Newton, R.D. 1955. *Chemical Engineering Cost Estimation*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Biro Pusat Statistik, "Export - Import Sektor Industri"
- Brown, G.G. 1950. "Unit Operation", John Wiley and Sons Inc, New York.
- Brownell, L.E and Young, E.H. 1959. "Equipment Design", John Willey & Sons,inc., New York.
- Chi Yin Ping. 2014. *Preparation method of dibutyl phthalate (DBP)*
- Coulson, J.M. 1983. "Chemical Engineering", Auckland, Mc. Graw Hill, International Student Edition, Singapore
- Faith Keyes and Clark. 1975. "Industrial Chemical", 4th Edition, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Geankoplis, J.C. 1978. "Transport Process and Unit Operation" Third Edition, Prentice Hall International Inc., United States of America.
- Kern, D. Q. 1965. *Process Heat Transfer*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Kirk, R.E. and Othmer, D.F. 1982, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd Edition, vol. 4, New York., Interscience Publishing Inc.
- McCabe, W. L. 1976. *Unit Operation of Chemical Engineering*, (3rd ed) . Singapore: McGraw Hill, Kogakusha , Ltd.
- Mulyono, P. 2021. *Ekonomi TEKNIK: Lengkap dengan Evaluasi Ekonomi Pabrik Kimia Dan Soal - Penyelesaian*. UGM PRESS.
- Perry, R. H. 1999. *Perry's Chemical Engineer's Handbook*, 7th Edition. McGrawHill Book Co: New York.
- Peters, M. S., & Timmerhaus, K. D. 1991. *Plant design and economics for chemical engineers* (4th ed.). McGraw Hill Book Co., Inc., New York.
- Peters, M. S., Klaus D. Timmerhaus and Ronald E. West. 2004. *Plant design and economics for chemical engineers* (5th ed.). McGraw Hill Book Co., Inc., New York.

- Saul Berman, A. A. Melynychuck, and D.F. Othmer. 1948. *Dibutyl Phthalate Reaction Rate of Catalytic Esterification*. *Industrial & Engineering Chemistry*. Doi: 10.1021/ie504631030.
- Seader, J.D., and Henley, E.J. 2006, *Separation Process Principles, Second Edition*, New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Smith, J. M. dan H. C. Van Ness. 2001. *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics*, Sixth Edition. Mc Graw-Hill Book Co: New York.
- Treyball, R. E. 1980. *Mass Transfer Operation*. McGraw-Hill Book Co: New York.
- Wallas. S.M. 1988. *Chemical Process Equipment*. Butterworth Publishers, Stoneham USA.
- Yaws, C. L. 1999. *Livro - [Handbook] - Chemical Properties Handbook - C.L. Yaws, 1996 .pdf (pp. 1-77*



## LAMPIRAN

### PERANCANGAN REAKTOR

Fungsi	: Mereaksikan alumunium sulfat dengan ammonium sulfat
Jenis Reaktor	: Reaktor Alir Tangki Berpengadu (RATB)
Kondisi Operasi	: Tekanan (P) = 1 atm Suhu (T) = 90°C
Sifat reaksi	: Endotermis

#### A. Kinetika Reaksi

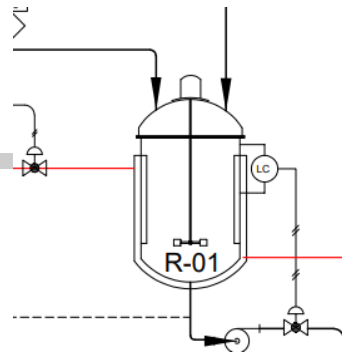
Konstanta kecepatan reaksi merupakan harga laju reaksi pada konsentrasi reaktan sama dengan satuan konsentrasi. Didapat pada jurnal bahwa kinetika reaksi dari ammonium alumunium sulfat sebesar  $0,9302 \text{ menit}^{-1}$  dengan orde reaksi 1 (Y.Huang.,Jianhao.,dkk,2013).

#### Perancangan Reaktor

Model matematis perancangan reaktor:

Asumsi:

- reaktor belangsung dalam keadaan tunak
- pengadukan sempurna, komposisi bahan homogen
- fluida dalam kondisi ideal



Gambar 1. Skema Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (CSTR)

Pada keadaan *steady state* dapat dituliskan:

*(Rate of Flow of Input) – (Rate of Flow of Output) – (Rate of Reaction) = Rate of Acc*

$$F_{A0} - F_A - (-r_A) V = 0 \quad (4)$$

$$F_{A0} - (F_{A0} \cdot X) - (-r_A \cdot V) = 0$$

$$F_{A0} - F_{A0} + F_A - (-r_A \cdot V) = 0$$

$$F_{A0} \cdot X - (-r_A \cdot V) = 0$$

$$-r_A \cdot V = F_{A0} \cdot X$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X}{-r_A}$$

$$-r_A = k \cdot C_A \cdot C_B$$

$$V = \frac{F_{A0} \cdot X}{k \cdot C_A \cdot C_B}$$

$$C_A = C_{A0}(1 - X)$$

$$C_B = C_{B0} - C_{A0} \cdot X$$

$$V = \frac{F_{AO} \cdot X}{k \cdot ((C_{AO}(1-X)) \cdot (C_{BO} - C_{AO} \cdot X))}$$

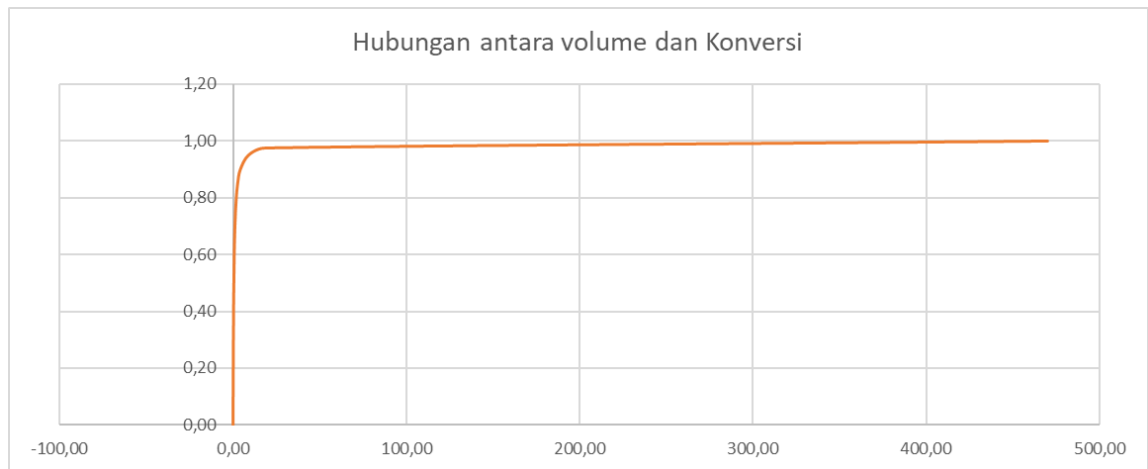
Sehingga diperoleh:

$$V = 15,17 \text{ m}^3$$

## OPTIMASI REAKTOR

### 1. Menentukan Oprimasi Jumlah Reaktor

xa	V1 (m3)	theta (s) waktu tinggal
0,00	0,00	0,00
0,05	0,04	3,39
0,10	0,09	7,17
0,15	0,14	11,38
0,20	0,20	16,13
0,25	0,27	21,50
0,30	0,34	27,64
0,35	0,43	34,73
0,40	0,53	43,00
0,45	0,65	52,77
0,50	0,80	64,50
0,55	0,98	78,84
0,60	1,20	96,75
0,65	1,48	119,79
0,70	1,86	150,51
0,75	2,39	193,51
0,80	3,19	258,01
0,85	4,52	365,51
0,90	7,18	580,52
0,95	15,17	1225,54
0,98	31,13	2515,59
1,00	797,45	64437,75



## 2. Menghitung Jumlah Reaktor yang Optimal

Reaktor 1

$$X = 0,78$$

$$\text{Volume} = 2,77 \text{ m}^3$$

Reaktor 2

$$X = 0,95$$

$$\text{Volume} = 2,77 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total} = 5,54$$

### NERACA MASSA REAKTOR

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)
	Arus 4	Arus 8	Arus 9
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	2.022,34		444,91
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$		948,36	339,53
$\text{H}_2\text{O}$	5.555,88	1.275,98	4.839,33
$\text{H}_2\text{SO}_4$		0,71	0,71
$\text{Al}_2\text{O}_3$	133,37		133,37
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	6,97		6,97

Lanjutan Tabel Neraca Massa.

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$		4.178,79
<b>Total</b>	<b>9.943,64</b>	<b>9.943,64</b>

## PERANCANGAN REAKTOR

### 1. Perancangan Dimensi Reaktor

Perancangan ini menggunakan 1 reaktor dengan volume reaktor diperlukan :

Angka keamanan : 20%

$V_{\text{shell}} = 3,33 \text{ m}^3$

Sehingga dirancang volume reaktor standart berdasarkan tabel 7.3 Chemical

Engineering, Harry Silla

Kapasitas nominal = 1.000 gallon

Kapasitas Terpasang = 1.075 gallon

Diameter luar,  $D_{\text{to}}$  = 66 in

= 1,68 m

Tinggi reaktor, h = 66 in

= 1,68 m

Luas perpindahan kalor yang tersedia = 118  $\text{ft}^2$

= 10,96  $\text{m}^2$

### Tebal dinding reaktor

Dihitung menggunakan persamaan

$$t_s = \frac{P_{\text{gauge}} R_o}{f_{\text{all}} \epsilon + 0.4 P_{\text{gauge}}} + C''$$

Megyesy, E.F. , Pressure Vessel Handbook, PRESSURE VESSEL

PUBLISHING INC, (1997), halaman 22



$C''$  : faktor korosi (m)

Fall : allowable stress (kPa)

$R_o$  : jari-jari luar vessel (m)

$T_s$  : tebal dinding (m)

E : efisiensi sambungan

a. Bahan Kontruksi

Dipilih : stainless steel, 304 ss

(Megyessy, Pressure vesel handbook, halaman 230)

b. Allowable stress

Fall : 16300 psi

$$= 112.926,40 \text{ kPa}$$

c. Faktor korosi

Faktor korosi berkisar antara 0.005 mm/tahun sampai 0.15 mm/tahun

(Peters, M.S., K.D., Timmerhaus, dan R.E., West, Plant design and economics for chemical engineers' ed V, Mc Graw Hill, New York (2003))

Umur reaktor : 10 tahun

$$C'' = 0,15 \text{ mm/tahun} * 10 \text{ tahun}$$

$$= 0,0015 \text{ m}$$

d. Efisiensi Sambungan

$$e = 0,85$$

e. Tekanan Perancangan

$$\text{Tekanan Perancangan} = 1,5 * \text{Tekanan operasi}$$

$$P_{design} = 1,5 * 1 \text{ atm} * 101.325 \text{ kPa/bar}$$

$$= 151,99 \text{ kPa}$$

$$\text{Tekanan Lingkungan} = 1 \text{ atm} * 101.325 \text{ kPa/bar}$$

$$= 101,33 \text{ kPa}$$

$$P_{gauge} = P_{design} - P_{lingkungan}$$

$$= 151,99 \text{ kPa} - 101,33 \text{ kPa}$$

$$= 50,66 \text{ kPa}$$

f. Jari-jari luar,  $R_o = D_o/2$

Tebal dinding :

$$t_s = \frac{P_{gauge} R_o}{f_{all} \epsilon + 0.4 P_{gauge}} + C''$$

$$T_s = \frac{50,66 \text{ kPa} \cdot 1,14 \text{ m}}{112.926,40 \text{ kPa} \cdot 0,85 + 0,4 \cdot 50,66 \text{ kPa}} + 0,0015 \text{ m}$$

$$= 0,0021 \text{ m}$$

$$= 0,08 \text{ in}$$

Dipilih tebal standar = 0,25 in

## 2. Menentukan Tebal *Head* (th) dan Tebal *Bottom*

Bahan konstruksi : Stainless Steel SA- 240 Grade S Type 304

(Megyessy, Pressure Vessel Handbook, p.230)

Dikarenakan tekanan operasi dibawah 15 bar maka head yang dipilih adalah

: Flanged & Standard Dished Head

(Brownell & Young, 1959,p.89)

Tebal head :

$$\begin{aligned} \text{Diameter luar, } D_o &= 66 \text{ in} \\ &= 1,676 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tebal standart} &= 0,38 \\ &= 0,010 \text{ m} \end{aligned}$$

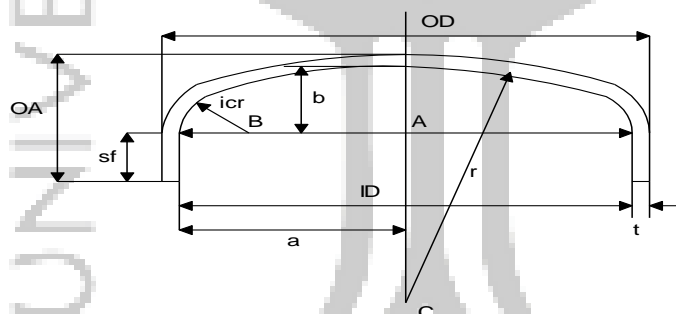
$$\begin{aligned} \text{Jari-jari kelengkungan, } r &= 66 \text{ in} \\ &= 1,676 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari kelengkungan internal, } i_{cr} &= 4 \text{ in} \\ &= 0,102 \text{ m} \end{aligned}$$

### 3. Menentukan Tinggi Reaktor Total

Berdasarkan Brownell and Ypung, Process Equipment Design, 1959. p.88

diperoleh nilai sf 1 1/2 - 3 in diambil : sf = 2 in



$$ID = OD \text{ standar} - (2 * t_s)$$

$$= 1,6574 \text{ m}$$

$$AB = \frac{ID}{2} - i_{cr}$$

$$= 0,7271 \text{ m}$$

$$BC = r - i_{cr}$$

$$= 1,5748 \text{ m}$$

$$b = r - [BC^2AB^2]^{0,5}$$

$$= 0,28 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi reaktor total} = (2 \times \text{tinggi head total}) + \text{tinggi shell}$$

$$= 2,36 \text{ m}$$

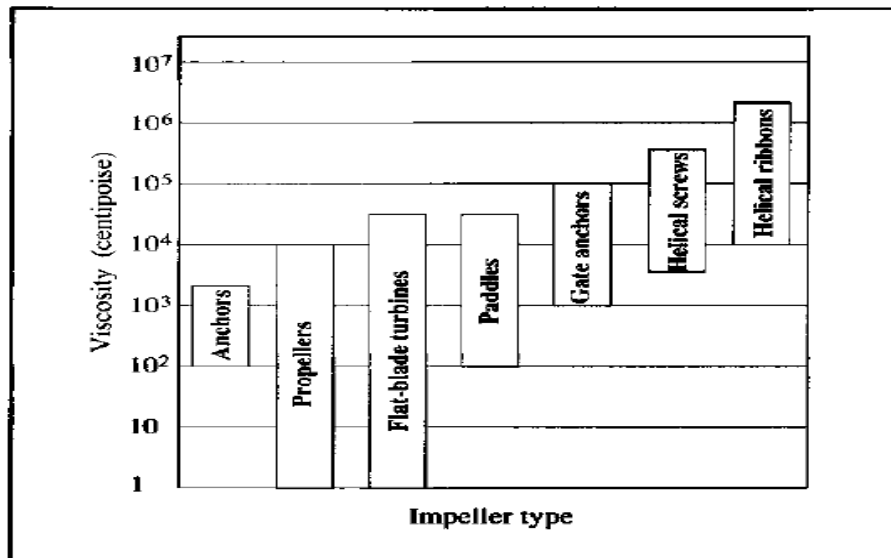
#### 4. Menentukan Jenis Pengaduk

Dipilih berdasarkan viskositas fluida yang diaduk (Holland, F.A dan F.S Chapman, Liquid Mixing and Processing in Stirred Tanks, Reinhold New York, 1996).

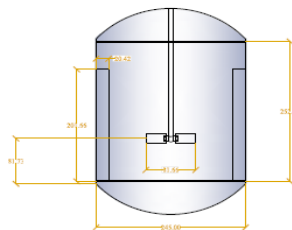
$$T = 363,15 \text{ K}$$

Komponen	kg/jam	fraksi massa	$\mu$ [ cP ]	xmassa x $\mu$
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2077.473388	0.20629219	6.22E-01	0.128407123
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	974.215828	0.09673920	6.22E-01	0.06
H <sub>2</sub> O	7018.1176020	0.69689599	3.11E-01	0.22
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.731326034	0.00007262	4.92E+00	0.00
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .2 4 H <sub>2</sub> O	0.00	0.00000000	6.22E-01	0.00
Total	10070.54	1.00000000	7.09E+00	0.41

$$\mu = 7,09 \text{ cP}$$



Dipilih jenis *flat six blade turbine with disk*, karena turbin ini dapat digunakan pada kecepatan tinggi pada cairan yang mempunyai viskositas sedang dan tidak terlalu kental.



Jumlah baffle = 4 (terpisah 90° satu sama lain)

Jumlah blade = 6

Di = Diameter Pengaduk

Dt = Diameter dalam reaktor

W = Lebar sudu

Z = Elevasi pengaduk

R = Panjang blade impeller

S = panjang blade dari pusat

Ht = Tinggi lurus reaktor

B = lebar baffle

Sehingga didapatkan

Di = 0,762 m

Z = 0,914 m

r = 0,1905 m

B = 0,1905 m

W = 0,15 m

S = 0,10 m

(Holland F.A and Chapman F.S Liquid Mixing and Processing, hal 12)

- Kecepatan putar pengaduk :

Dipilih berdasarkan ,McCabe L. Warren, Unit Operation of Chemical Engineering 5th edition hal 237

Kecepatan putar sekitar 400 - 800 rpm

Rpm = 400 rpm :  $\pi \times (0,558\text{m})$

Rpm = 227,85 rotasi/menit

- Bilangan Reynold

$$Re = \frac{\rho l N Di^2}{\mu l}$$

Keterangan :

Re : Bilangan Reynold

$\mu l$  : viskositas fluida yang diaduk [kg/ms]

$\mu l$  = 8,34 cP \* 0,0001 kg/ms cP

$$= 0,01 \text{ kg/ms}$$

PI = kecepatan massa / kecepatan volume

$$= \frac{10709,51 \text{ kg/jam}}{0,01 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

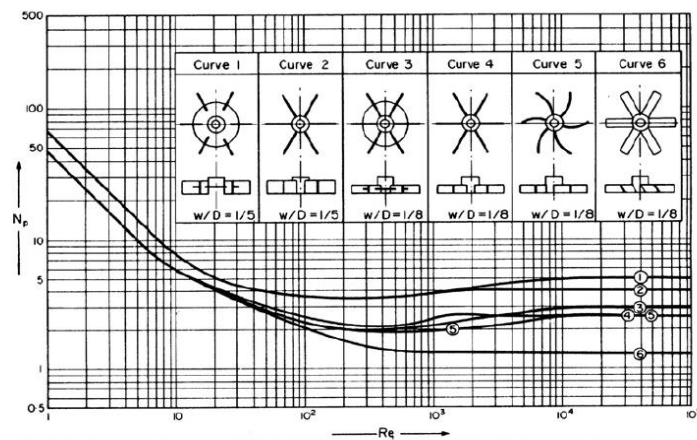
$$= 1.286.182,70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

N = 227,85 / menit \* menit / 60s

$$= 3,798 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Re} = \frac{1468207,96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (1,061 \text{ s}^{-1}) \cdot (0,7620 \text{ m})^2}{0,01}$$

$$= 1,8288\text{e}+8$$



**Figure 10.59.** Power correlations for baffled turbine impellers, for tank with 4 baffles [from Uhl and Gray (1967) with permission]. w = impeller width, D = impeller diameter.

Nilai Re adalah  $1,084\text{e}+8$  sehingga didapat pada grafik  $N_p = 4$

- Daya penggerak pengaduk

$$P_o = 4 * \left( 1.286.182,7 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * (4,798 \text{ s}^{-1})^3 * (0,5588)^5$$

$$= 15.351.543,7925 \text{ Nm/s}$$

$$= 15.351.543,7925 \text{ J/s}$$

- Efisiensi Motor

Diperoleh dari tabel 3.1 Towler, halaman 111

**Table 3.1.** Approximate Efficiencies of Electric Motors

Size (kW)	Efficiency (%)
5	80
15	85
75	90
200	92
750	95
>4000	97

Dari tabel diperoleh efisien = 95%

- Daya gerak motor yang diperlukan

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= \frac{15.351.543,7925}{95\%} \\ &= 15351543,79 \text{ watt} \\ &= 216,7 \text{ hP} \end{aligned}$$

Motor standar

Diperoleh dari Ludwig, E.E., Applied Process Design For Chemical and Petrochemical Plants, Gulf Publishing, Co. Houston ,Texas, (2001),edisi 3,

halaman 628

*Horsepower Ratings.*<sup>31</sup> Standard NEMA ratings for induction motors are

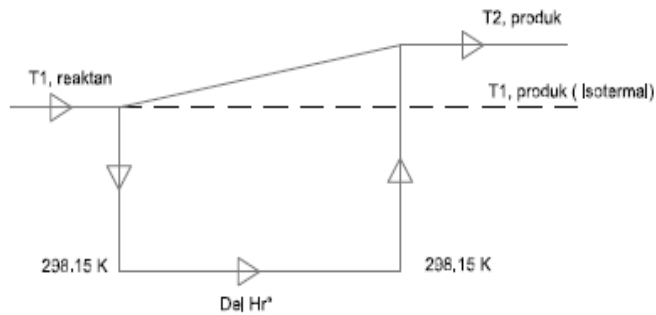
General purpose:  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3, 5,  $7\frac{1}{2}$ , 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, and 500.

Large motors: 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1,000, 1,250, 1,500, 1,750, 2,000, 2,250, 2,500, 3,000, 3,500, 4,000, 4,500, 5,000 and up to 30,000.



Motor standar : motor induksi dengan daya 250 hp

## 5. Perpindahan Kalor



Neraca panas pada reaktor

Kecepatan panas masuk – kecepatan panas keluar + panas yang timbul

karena reaksi – panas yang harus diserap = akumulasi

Kecepatan panas masuk :

$T = 363,15 \text{ K}$

$T_{reff} = 298,15 \text{ K}$

Komponen	kg/jam	kmol/jam	intc cp dt	m x int cp dt
			KJ /Kmol	KJ /jam
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2077.47339	6.07448	17269.46	104903.05
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	974.21583	7.38042	14033.14	103570.48
H <sub>2</sub> O	7018.11760	712.81318	4888.81	3484807.45
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.73133	0.01	9382.48	70.02
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .24 H <sub>2</sub> O	0.00000	0.00	0.00	
Total	10070.54	726.28	45573.89	3693351.00

$Q_{reaktan} = 3.693.351,00 \text{ kJ/jam}$

Entalpi reaksi pada kondisi standar

$$\Delta H^{\circ}R = \sum \Delta H^{\circ}f \text{ produk} - \sum \Delta H^{\circ}f \text{ bahan baku} \quad (1.4)$$

$$\Delta H^{\circ}R = [\Delta H^{\circ}f \text{ Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}] - [\Delta H^{\circ}f \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \Delta H^{\circ}f \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \Delta H^{\circ}f \text{ H}_2\text{O}]$$

$$\Delta H^{\circ}R = [-2352.2] - [-3435 + (-1180.9) + (-285.830)]$$

$$\Delta H^{\circ}R = 2549.53 \text{ kJ/mol (Reaksi Endotermis)}$$

$$\Delta H^{\circ}R = 2549530 \frac{\text{J}}{\text{mol}}$$

$$\begin{aligned} Q_{reaksi} &= F_{aO} \cdot X_a \cdot \Delta H^{\circ}R \\ &= 6,02 \text{ kmol/jam} * 0,95 * 2,549,53 \text{ kJ/kmol} \\ &= 14.712,72 \text{ kJ/jam} \end{aligned}$$

Panas yang dibawa oleh produk keluar

Komponen	kg/jam	kmol/jam	intc cp dt	m x int cp dt
			kJ /Kmol	kJ /jam
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	457.04415	0.30372	17269.46000	5245.15
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	348.78700	1.60966	14033.13600	22588.63
H <sub>2</sub> O	4971.25961	574.31495	4888.80895	2807716.08
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.73133	0.00746	9382.48254	70.02
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·24 H <sub>2</sub> O	4292.71606	5.77076	14718.60000	84937.50
Total	10070.54	576.24	60292.49	2920557.38

$$Q_{produk} = 2.920.557,38 \text{ kJ/jam}$$

Rumus neraca panas :

$$Q_{reaktan} + Q_{reaksi} - Q_{produk} - Q_{pemanas} = 0$$

$$Q_{pemanas} = 3.693.351,00 \text{ kJ/jam} + 14.712,72 \text{ kJ/jam} - 2.920.557,38 \text{ kJ/jam}$$

$$Q_{pemanas} = 797.506,34 \text{ kJ/jam}$$

Komponen	Masuk(kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qreaktan	3.693.351,00	
Qreaksi	14.712,72	
Qproduk		2.920.557,38
Pemanas		797.506,34
Total	3.708.063,72	3.708.063,72

## 6. Pemanas

### 1) Penentuan Entalpi Penguapan

Media pemanas menggunakan uap (steam)

Suhu uap masuk t1 : 393,15 K

Suhu air keluar, t2 : 393,15 K

Suhu rerata, tav : 393,15 k

Sifat fisis air pada suhu rerata : 120 °C

Kapasitas panas, cp uap : 2,18 Kj/(kg.°C)

Viskositas uap : 12,96 µPa.s

Densitas uap air : 1,12  $\frac{kg}{m^3}$

Entalpi penguapan :

$$h_{fg} = h_g - h_f$$

Keterangan :

Hg : entalpi uap jenuh

Hf ; entalpi cairan jenuh

$$H_{fg} = 2.705,93 \text{ kJ/kg} + 503,81 \text{ kJ/kg}$$

$$H_{fg} = 2.202,12 \text{ kJ/kg}$$

Massa Steam

$$m_{steam} = \frac{Q_t}{h_{fg}}$$

$$M_s = \frac{4.602.108,77 \text{ kJ/kg}}{2.202,12 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}}$$

$$M_s = 1.433,79 \text{ kg/jam}$$

2) Beda suhu rerata

$$LMTD = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln\left(\frac{\Delta t_2}{\Delta t_1}\right)}$$

Fluida panas		Fluida dingin		
393,15	suhu atas	363,15	30	$\Delta t_1$
393,15	suhu bawah	298,15	95	$\Delta t_2$

$$LMTD = 56,39 \text{ K}$$

3) Koefisien perpindahan kalor

Berdasarkan Towler dan Sinnot 798

**Table 12.1.** Typical Overall Coefficients—Cont'd

Immersed Coils		
Coil	Pool	
<i>Natural circulation</i>		
Steam	Dilute aqueous solutions	500-1000
Steam	Light oils	200-300
Steam	Heavy oils	70-150
<i>Agitated</i>		
Steam	Dilute aqueous solutions	800-1500
Steam	Light oils	300-500
Steam	Heavy oils	200-400
Water	Aqueous solutions	400-700
Water	Light oils	200-300
Jacketed Vessels		
Jacket	Vessel	
Steam	Dilute aqueous solutions	500-700
Steam	Light organics	250-500
Water	Dilute aqueous solutions	200-500
Water	Light organics	200-300

Nilai Ud berkisar antara 500 hingga 700

Ud yang digunakan adalah  $700 \frac{J}{m^2 s K}$

$$Ud = 0,70 \frac{kJ}{m^2 s K}$$

Luas perpindahan kalor yang dibutuhkan

$$A = \frac{Q_{pp}}{Ud LMTD}$$

$$A = \frac{3.258.469,20 \text{ kJ/jam}}{700 \frac{kJ}{m^2 s K} \cdot 56 \text{ K}}$$

$$A = 0,10 \text{ m}^2$$

Luas selimut

$$A = \pi \times Dt \times Hl + \pi Dt^2/4$$

$$A = 3,14 \times 1,68 \text{ m} \times 2,74 \text{ m} + 3,14 \times 1,68^2/4$$

$$A = 11,03 \text{ m}^2$$

luas selimut tangki yang tersedia > luas perpindahan kalor yang diperlukan, maka sistem pemanas yang digunakan adalah jaket

## 7. Perancangan Nozzle

Perancangan nozzle untuk umpan dihitung menggunakan diameter optimum pipa dengan persamaan :

$$D_{iopt} = 3.9 qf^{0.45} \rho_f^{0.13}$$

Dengan :

$D_{iopt}$  = diameter optimum (in)

$qf$  = kecepatan volume fluida ( $\frac{ft^3}{s}$ )

$\rho_f$  = rapat massa fluida ( $\frac{lb}{ft^3}$ )

(Peters, M.S.,K.D.,Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineers, McGrawHill, (1991), ed IV halaman 496)

Pada suhu 363,15 K

Komposisi dan rapat massa umpan

Komponen	kg/jam	$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	m <sup>3</sup> /jam
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	2.077,47	2.710,00	0,77
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	974,22	1.770,00	0,55
H <sub>2</sub> O	7.018,12	295,09	23,78
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,73	1.840,00	0,00
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> .(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .24 H <sub>2</sub> O	0,00	444,70	0,00
Total	10.070,54	7.059,80	25,10

$$\rho l = \frac{10.070,54 \text{ kg/jam}}{25,10 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 401,22 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho f = \frac{401,22 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{0,4536 \text{ kg}} * 0,3048^3 \text{ m}$$

$$= 25,05 \text{ lb/ft}^3$$

$$qf = \frac{25,10 \text{ m}^3/\text{jam}}{3600 \text{ s}} : 0,3048^3 \text{ m}$$

$$= 0,25 \text{ ft}^3/\text{s}$$

Pipa standar :

Dipilih dari tabel 17 Peters M.S.,K.D. Timmerhaus, Plant design and economics for Chemical Engineers, McGrawHill (1991), edisi 4, halaman

888

TABLE 13  
Steel-pipe dimensions

Nom- inal pipe size, in.	OD, in.	Sched- ule No.	ID, in.	Flow area per pipe, in. <sup>2</sup>	Surface per lin ft, ft <sup>2</sup>		Weight per lin ft, lb steel
					Outside	Inside	
3/8	0.405	40†	0.269	0.058	0.106	0.070	0.25
		80‡	0.215	0.036	0.106	0.056	0.32
1/4	0.540	40	0.364	0.104	0.141	0.095	0.43
		80	0.302	0.072	0.141	0.079	0.54
3/8	0.675	40	0.493	0.192	0.177	0.129	0.57
		80	0.423	0.141	0.177	0.111	0.74
1/2	0.840	40	0.622	0.304	0.220	0.163	0.85
		80	0.546	0.235	0.220	0.143	1.09
3/4	1.05	40	0.824	0.534	0.275	0.216	1.13
		80	0.742	0.432	0.275	0.194	1.48
1	1.32	40	1.049	0.864	0.344	0.274	1.68
		80	0.957	0.718	0.344	0.250	2.17
1 1/4	1.66	40	1.380	1.50	0.435	0.362	2.28
		80	1.278	1.28	0.435	0.335	3.00
1 1/2	1.90	40	1.610	2.04	0.498	0.422	2.72
		80	1.500	1.76	0.498	0.393	3.64
2	2.38	40	2.067	3.35	0.622	0.542	3.66
		80	1.939	2.95	0.622	0.508	5.03
2 1/2	2.88	40	2.469	4.79	0.753	0.647	5.80
		80	2.323	4.23	0.753	0.609	7.67
3	3.50	40	3.068	7.38	0.917	0.804	7.58
		80	2.900	6.61	0.917	0.760	10.3
4	4.50	40	4.026	12.7	1.178	1.055	10.8
		80	3.826	11.5	1.178	1.002	15.0
6	6.625	40	6.065	28.9	1.734	1.590	19.0
		80	5.761	26.1	1.734	1.510	28.6
8	8.625	40	7.981	50.0	2.258	2.090	28.6
		80	7.625	45.7	2.258	2.000	43.4
10	10.75	40	10.02	78.8	2.814	2.62	40.5
		60	9.75	74.6	2.814	2.55	54.8
12	12.75	30	12.09	115	3.338	3.17	43.8
16	16.0	30	15.25	183	4.189	4.00	62.6
20	20.0	20	19.25	291	5.236	5.05	78.6
24	24.0	20	23.25	425	6.283	6.09	94.7

† Schedule 40 **designates** former “standard” pipe.

‡ Schedule 80 **designates** former “extra-strong” pipe.

Dipilih 4 in Sch. No 40

Od = 4,5 in

Id = 4,03 in

Luas permukaan luar, a” =  $\pi$  \* surface

= 3,70 ft<sup>2</sup>





## KARTU KONSULTASI BIMBINGAN PRARANCANGAN

1. Nama Mahasiswa : M. Akhlis Fuad  
No MHS : 19521087

2. Nama Mahasiswa : Reza Alfurqon  
No. MHS : 19521129

Judul prancangan : PRARANCANGAN PABRIK ALUM  
DARI ALUMUNIUM SULFAT DENGAN  
KAPASITAS 40.000 TON/TAHUN

Mulai Bimbingan : 07 Oktober 2022

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen
1	13/10/22	Perkenalan dan diskusi mengenai tahap pra rancangan pabrik	<i>atcaiz</i>
2	16/11/22	Bimbingan luaran tahap 1-4	<i>atcaiz</i>
3	06/12/22	Revisi luaran tahap 1-4	<i>atcaiz</i>
4	15/12/22	Revisi luaran tahap 3-4 & Pengesahan luaran 1-2	<i>atcaiz</i>
9	22/3/23	Pengesahan luaran 3-4	<i>atcaiz</i>
10	5/6/23	Bimbingan luaran tahap 5	<i>atcaiz</i>
11	14/6/23	Pengesahan luaran tahap 5	<i>atcaiz</i>
12	6/7/23	Bimbingan luaran 6 s.d. 11	<i>atcaiz</i>
13	12/7/23	Pengesahan luaran tahap 6 dan 7	<i>atcaiz</i>

14	26/7/23	Bimbingan luaran tahap 12-15 & Pengesahan luaran tahap 9-11	<i>Umi Rofiqah</i>
15	8/8/23	Pengesahan luaran tahap 12-15	<i>Umi Rofiqah</i>
16	28/8/23	Pengesahan luaran tahap 8	<i>Umi Rofiqah</i>
17	6/10/23	Penyusunan Naskah	<i>Umi Rofiqah</i>

Dosen Pembimbing

*Umi Rofiqah*

Umi Rofiqah S.T.,M.Eng

