

SKRIPSI
PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI
ALUMINIUM HIDROKSIDA DENGAN ASAM SULFAT
KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Dian Novendri Doloksaribu

2110017411050

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta

UNIVERSITAS BUNG HATTA

OKTOBER 2022



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM
HIDROKSIDA DENGAN ASAM SULFAT KAPASITAS
50.000 TON/TAHUN**

Oleh :

Dian Novendri Dolok Saribu

2110017411050

Disetujui Oleh :

Pembimbing

Dr. Firdaus, S.T., M.T

Diketahui oleh :

Fakultas Teknologi Industri



Dekan

Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T

Jurusan Teknik Kimia

Ketua

Dr. Firdaus, S.T., M.T



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI

PRA RANCANGAN PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM
HIDROKSIDA DENGAN ASAM SULFAT KAPASITAS
50.000 TON/TAHUN

Oleh :

Dian Novendri Dolok Saribu

2110017411050

Sidang Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri
Universitas Bung Hatta Dengan Team Penguji :

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Firdaus, S.T.,M.T	
Anggota	1. Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti.,S.T.,M.T	
	2. Ellyta Sari, S.T., M.T	

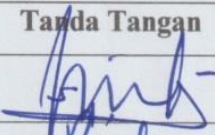
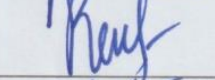

Pembimbing

Dr. Firdaus, S.T., M.T

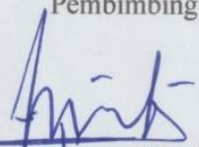


**LEMBAR PENGESAHAN REVISI LAPORAN SKRIPSI /
PRA RANCANGAN PABRIK**

Nama : Dian Novendri Dolok Saribu
NPM : 2110017411050
Tanggal Sidang : 13 Oktober 2022

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Firdaus, S.T.,M.T	
Anggota	1. Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti.,S.T.,M.T	
	2. Ellyta Sari, S.T., M.T	

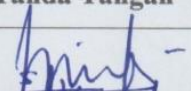
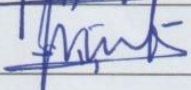
Pembimbing


Dr. Firdaus, S.T., M.T



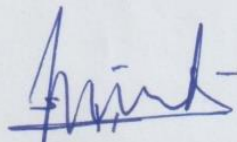
PENYERAHAN LAPORAN PRA RANCANGAN PABRIK

Nama : Dian Novendri Dolok Saribu
NPM : 2110017411050
Tanggal Sidang : 13 Oktober 2022

Nama Dosen	Instansi	Tanda Tangan
Dr. Firdaus, S.T., M.T	Jurusan	
Dr. Firdaus, S.T., M.T	Pembimbing	
	Perpustakaan FTI	



Padang, 2022

Koordinator Skripsi / Pra Rancangan Pabrik



Dr. Firdaus, S.T., M.T

NIK/NIP :

	FORMULIR PENILAIAN SEMINAR TUGAS AKHIR		
Fakultas Teknologi Industri	No. Dokumen 02/TA.02/TK-FTI/X-2022	Tanggal Terbit 13 Oktober 2022	Jurusan Teknik Kimia

BERITA ACARA SEMINAR TUGAS AKHIR

Pada hari *Kamis* tanggal *Tiga Belas Bulan Oktober Tahun Dua Ribu Dua Puluh Dua*, telah dilangsungkan Seminar Tugas Akhir Program Strata Satu (S-1) di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, terhadap :

Nama	: Dian Novendri Dolok Saribu
NPM	: 2110017411050
Judul Tugas Akhir	: Pra Rancangan Pabrik Alumunium Sulfat Dari Alumunium Hidroksida Dengan Asam Sulfat Dengan Kapasitas Produksi 50.000 Ton/Tahun
Pembimbing	: Dr. Firdaus, ST. MT.
Tanggal / Waktu Ujian	: 13 Oktober 2022 / 09.30 – 11.00 WIB
Ruang Ujian	: Ruang Sidang Prodi Teknik Kimia I

Hasil Ujian : “ Lulus *) dengan/tanpa perbaikan, nilai:

*) Tidak Lulus, dapat mengulang ujian pada :

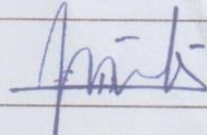
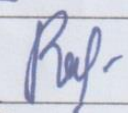
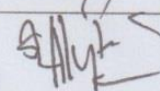
*) Tidak lulus

Nilai Akhir :

Angka : 80

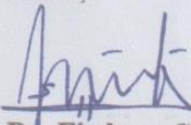
Huruf : C / C+ / B- / B / B+ / A- / A

Tim Penguji

Jabatan	Nama	Tanda tangan
Ketua	1. Dr. Firdaus, S.T., M.T.	1. 
Anggota	2. Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT.	2. 
	3. Ellyta Sari, ST. MT.	3. 

Demikianlah Berita Acara ini dikeluarkan agar dipergunakan seperlunya.

Dikeluarkan : Di Padang
Tanggal : 13 Oktober 2022
Jurusan Teknik Kimia
Ketua,


Dr. Firdaus, ST., MT.



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknologi Industri


Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, ST. MT.

INTISARI

Pabrik aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dengan asam sulfat ini dirancang dengan kapasitas produksi 50.000 ton/tahun dengan lokasi pabrik direncanakan di Kawasan Industri Gresik, Jawa Tengah. Pabrik ini beroperasi selama 330 hari per tahun. Proses produksi yang digunakan adalah proses Giulini dengan menggunakan bahan baku aluminium hidroksida dan direaksikan dengan asam sulfat sehingga menghasilkan aluminium sulfat, setelah terbentuk aluminium sulfat kemudian dilakukan pemekatan di evaporator dan dikristalisasi dalam kristalizer, kemudian kristal yang terbentuk di keringkan dalam rotary dryer hingga mencapai kemurnian 99,95%. Pabrik ini merupakan perusahaan yang berbentuk Perusahaan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi "line and staff", dan mampu menyerap tenaga kerja sebanyak 130 orang. Masa konstruksi pabrik direncanakan selama 5 tahun. Hasil analisa ekonomi pada rancangan pabrik aluminium sulfat ini menunjukkan bahwa pabrik ini layak didirikan dengan jumlah total investasi yang dibutuhkan Rp 792.446.881.332 yang diperoleh dari pinjaman bank 50% dan 50% modal sendiri. Laju pengembalian modal (ROR) sebesar 43,36 %, waktu pengembalian 2 tahun 7 bulan 5 hari dan *Break Event Point* (BEP) sebesar 39,90%.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan Kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, Sehingga berkat keridha'an Nya, tugas akhir dengan judul **“Pra Rancangan Pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dengan Asam Sulfat Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”** dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah dalam rangka memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan pendidikan S1 di jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta.

Penyusunan tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang Tua penulis yang senantiasa mendoakan dan merestui penulis.
2. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Bung Hatta, Padang.
3. Bapak Dr. Firdaus, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta, Padang.
4. Bapak Dr. Firdaus, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan serta pengetahuannya dalam penyelesaian proposal ini.
5. Ibu Prof. Dr. Eng. Reni Desmiarti, S.T., M.T dan Ibu Ellyta Sari, S.T, M.T selaku Dosen Penguji.
6. Seluruh Dosen Teknik Kimia Universitas Bung Hatta yang telah memberikan ilmu pengetahuannya dalam penyelesaian proposal ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universtas Bung Hatta angkatan 2021 yang senantiasa saling memotivasi.

Penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran dari pembaca demi perbaikan tugas akhir ini. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, Oktober 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kapasitas Rancangan	2
1.3 Penentuan Lokasi Pabrik	4
BAB II TINJAUAN TEORI.....	12
2.1 Tinjauan Umum.....	12
2.2 Tinjauan Proses.....	14
2.3 Sifat Fisika Dan Kimia	19
2.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	21
BAB III TAHAPAN DAN DESKRIPSI PROSES	22
3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram.....	22
3.2 Deskripsi Proses dan <i>Flowsheet</i>	23
BAB IV NERACA MASSA DAN ENERGI	26
4.1 Neraca Massa.....	26
4.2 Neraca Energi	32
BAB V UTILITAS	41
5.1 Unit Penyediaan Listrik	41
5.2 Unit Pengadaan Air.....	41
5.3 Unit Penyediaan Steam.....	53
5.4 Unit Pengolahan Limbah	54
BAB VI SPESIFIKASI PERALATAN	53
6.1 Spesifikasi Peralatan Utama	53
6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas	67

BAB VII TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)	74
7.1 Tata Letak Pabrik.....	74
7.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup	77
BAB VIII ORGANISASI PERUSAHAAN	84
8.1 Bentuk Perusahaan.....	84
8.2 Struktur Organisasi	85
8.3 Tugas dan Wewenang.....	86
8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji	90
8.5 Sistem Kerja.....	91
8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan	93
BAB IX ANALISA EKONOMI.....	95
9.1 <i>Total Capital Investment (TCI)</i>	95
9.2 <i>Biaya Produksi (Total Production Cost)</i>	97
9.3 <i>Harga Jual (Total Sales)</i>	97
9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik.....	97
BAB X TUGAS KHUSUS	100
10.1 Pendahuluan	100
10.2 Ruang Lingkup Rancangan	100
10.3 Rancangan Khusus.....	101
BAB XI KESIMPULAN DAN SARAN.....	120
11.1 Kesimpulan.....	120
11.2 Saran.....	121

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hubungan Antara Tahun dengan Produksi di Indonesia	3
Gambar 1.2 Lalang, Tayan Hilir, Sanggau Regency, Kalimantan Barat.....	5
Gambar 1.3 Gunung Kijang, Bintan Regency, Riau Islands	7
Gambar 1.4 Ngipik, Karangpoh , Kabupaten Gresik, Jawa Timur	9
Gambar 2.1 Struktur Aluminium Hidroksida	13
Gambar 2.2 Struktur Asam Sulfat	13
Gambar 2.3 Blok Diagram Proses Dorr.....	16
Gambar 2.4 Blok Diagram Proses Giulini.....	17
Gambar 2.5 Blok Diagram Proses Digesting.....	18
Gambar 3.1 Blok diagram proses pembuatan aluminium sulfat Dari aluminium hidroksida dan asam sulfat.....	22
Gambar 3.2 Flowsheet Pembuatan Aluminium Sulfat	25
Gambar 4.1. Blok Diagram neraca massa pada Mixer	26
Gambar 4.2 Blok diagram neraca massa pada Reaktor	27
Gambar 4.3 Blok diagram neraca massa pada Filter Press.....	28
Gambar 4.4 Blok diagram neraca massa pada Evaporator	29
Gambar 4.5 Blok diagram neraca massa pada Kristalizer.....	30
Gambar 4.6 Blok diagram neraca massa pada Centrifugasi.....	31
Gambar 4.7 Blok diagram neraca massa pada Rotary Dryer	32
Gambar 4.8 Blok diagram neraca Energi pada Heater	33
Gambar 4.9 Blok diagram neraca Energi pada Reaktor	34
Gambar 4.10 Blok diagram neraca Energi pada Cooler.....	35
Gambar 4.11 Blok diagram neraca Energi pada Evaporator	36
Gambar 4.12 Blok diagram neraca Energi pada Kondensor	37
Gambar 4.13 Blok diagram neraca Energi pada Kristalizer.....	38
Gambar 4.14 Blok diagram neraca Energi pada Kristalizer.....	39
Gambar 4.15 Blok diagram neraca Energi pada Kristalizer.....	40
Gambar 4.16 Blok diagram neraca Energi pada Kristalizer.....	40
Gambar 5.1 Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi	44
Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa	49

Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik	76
Gambar 7.2 Tata Letak Pabrik.....	77
Gambar 7.3 <i>Safety Helmet</i>	80
Gambar 7.4 <i>Safety Belt</i>	81
Gambar 7.5 <i>Safety Boot</i>	81
Gambar 7.6 <i>Safety Shoes</i>	81
Gambar 7.7 <i>Safety Gloves</i>	82
Gambar 7.8 <i>Ear Plug / Ear Muff</i>	82
Gambar 7.9 <i>Safety Glasses</i>	82
Gambar 7.10 <i>Safety Glasses</i>	83
Gambar 7.11 <i>Face Shield</i>	83
Gambar 7.12 <i>Rain Coat</i>	83
Gambar 8.1 Struktur Organisasi	86
Gambar 9.1 Kurva <i>Break Event Point</i>	99

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar pabrik penghasil aluminium hidroksida di Indonesia	2
Tabel 1.2 Daftar pabrik penghasil aluminium hidroksida di dunia.....	2
Tabel 1.3 Daftar pabrik penghasil Asam Sulfat di Dunia	2
Tabel 1.4 Daftar pabrik penghasil Asam Sulfat di Indonesia.....	2
Tabel 1.5 Data Impor Aluminium Sulfat Indonesia	3
Tabel 1.6 Data Ekspor Aluminium Sulfat Indonesia.....	3
Tabel 1.7 Daftar pabrik penghasil Aluminium Sulfat di Indonesia.....	4
Tabel 1.8 Analisa SWOT Lalang, Tayan Hilir, Sanggau Regency Kalimantan Barat	6
Tabel 1.9 Analisa SWOT Gunung Kijang, Bintan Regency, Kepulauan Riau.....	8
Tabel 1.10 Jl. Jenderal Ahmad Yani, Ngipik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.....	10
Tabel 2.1 Komposisi Al(OH) ₃ PT. ICA	13
Tabel 2.2 Perbandingan Proses Pada Pembuatan Aluminium Sulfat	18
Tabel 4.1 Neraca Massa Mixing	27
Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor.....	27
Tabel 4.3 Neraca Massa Filter Press.	28
Tabel 4.4 Neraca Massa Evaporator.....	29
Tabel 4.5 Neraca Massa Kristalizer.....	30
Tabel 4.6 Neraca Massa Centrifugasi.....	31
Tabel 4.7 Neraca Massa Rotary Dryer	32
Tabel 4.8 Nilai Kapasitas Panas Komponen Fungsi Temperatur.....	32
Tabel 4.9 Kapasitas panas elemen, Cal/mol K.....	32
Tabel 4.10 Nilai Panas Pembentukan Komponen	33
Tabel 4.8 Neraca Energi Heater	34
Tabel 4.9 Neraca Energi Reaktor	34
Tabel 4.10 Neraca Energi Cooler	35
Tabel 4.11 Neraca Energi Evaporator	36
Tabel 4.12 Neraca Energi Kondensor	37

Tabel 4.13 Neraca Energi Kristalizer	37
Tabel 4.14 Neraca Energi centrifugasi	38
Tabel 4.15 Neraca Energi Rotary Dryer	39
Tabel 4.16 Neraca Energi Heater	40
Tabel 5.1 Kebutuhan Air	41
Tabel 5.2 Kualitas Air Sungai Mireng	42
Tabel 5.3 Standar Baku Mutu Air Untuk Keperluan Sanitasi	43
Tabel 5.4 Standar Mutu Air Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001	44
Tabel 5.5 Persyaratan Air Umpan Boiler	48
Tabel 5.6 Kehilangan Efisiensi Termal Akibat Lapisan Kerak pada Boiler	49
Tabel 6.1 Spesifikasi Gudang $Al(OH)_3$	53
Tabel 6.2 Spesifikasi <i>Bucket Elevator</i>	54
Tabel 6.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan H_2SO_4	54
Tabel 6.4 Spesifikasi Pompa	55
Tabel 6.5 Daya Pompa Pada Peralatan	56
Tabel 6.6 Spesifikasi Tangki Pengenceran H_2SO_4	56
Tabel 6.7 Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i>	57
Tabel 6.8 Spesifikasi <i>Reaktor</i>	57
Tabel 6.9 Spesifikasi <i>Filter Press</i>	58
Tabel 6.10 Spesifikasi <i>Cooler</i>	59
Tabel 6.11 Spesifikasi <i>Evaporator</i>	60
Tabel 6.12 Spesifikasi <i>Condensor</i>	60
Tabel 6.13 Spesifikasi <i>Crystallizer</i>	61
Tabel 6.14 Spesifikasi <i>Belt Conveyor</i>	62
Tabel 6.15 Spesifikasi <i>Centrifuge</i>	62
Tabel 6.16 Spesifikasi <i>Screw Conveyor</i>	63
Tabel 6.17 Spesifikasi <i>Blower</i>	63
Tabel 6.18 Spesifikasi <i>Rotary Dryer</i>	64
Tabel 6.19 Spesifikasi <i>Roller Mill</i>	65
Tabel 6.20 Spesifikasi <i>Heater Udara</i>	65
Tabel 6.21 Spesifikasi <i>Silo</i>	66

Tabel 6.22 Spesifikasi Pompa	67
Tabel 6.23 Pompa pada Peralatan utilitas.....	67
Tabel 6.24 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai.....	68
Tabel 6.25 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum.....	68
Tabel 6.26 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor	69
Tabel 6.27 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit.....	69
Tabel 6.28 Spesifikasi Unit Pengolahan <i>Raw Water</i>	70
Tabel 6.29 Spesifikasi <i>Sand Filter</i>	71
Tabel 6.30 Spesifikasi Bak Penampungan Air Bersih	71
Tabel 6.31 Spesifikasi <i>Softener Tank</i>	72
Tabel 6.32 Spesifikasi Tangki Air Demin.....	72
Tabel 6.33 Spesifikasi Cooling Tower	73
Tabel 6.34 Spesifikasi <i>Deaerator</i>	73
Tabel 6.35 Spesifikasi <i>Boiler</i>	74
Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan <i>Non Shift</i>	91
Tabel 8.2 Karyawan <i>Non Shift</i>	92
Tabel 8.3 Karyawan <i>Shift</i>	92

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Perhitungan Neraca Massa	L.A
Lampiran B Perhitungan Neraca Energi	L.B
Lampiran C Perhitungan Spesifikasi Alat.....	L.C
Lampiran D Perhitungan Analisa Ekonomi	L.D

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setelah memasuki era pasar bebas dan pembangunan yang pesat, maka bangsa Indonesia dihadapkan dengan situasi pembangunan yang besar agar mampu bersaing dengan negara lain, serta mampu menaikkan taraf hidup masyarakat. Setiap pembangunan yang dilakukan tentu tidak terlepas dari pembangunan industri yang semakin hari semakin banyak didirikan termasuk dalam bidang kimia. Diantara produk yang dihasilkan di bidang kimia adalah aluminium sulfat hal ini sangat penting karena mampu mengurangi ketergantungan kita terhadap industri luar negeri serta mampu mengurangi pengeluaran oleh negara.

Menurut Indexmundi (2016), produksi aluminium sulfat pada tahun 2005-2011 cukup besar. Pada tahun 2011, Indonesia ke-11 untuk kategori negara pengekspor aluminium sulfat. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa Indonesia memiliki produksi aluminium sulfat yang besar sehingga dapat mengekspor ke negara lain. Menurut publikasi statistik industri besar dan sedang bahan baku (BPS, 2020) industri yang menggunakan aluminium sulfat diantaranya industri minyak kasar (minyak makan) dari nabati dan hewani, industri minyak goreng dari minyak kelapa sawit, industri gula pasir, industri kertas, industri kimia dasar organik yang bersumber dari hasil pertanian, industri damar buatan dan bahan baku plastik, industri sabun, dan industri perekat.

Aluminium sulfat $[Al_2(SO_4)_3]$ atau yang dikenal dengan sebutan tawas, alum, fero sulfat, merupakan flokulator yang berfungsi untuk menggumpalkan kotoran-kotoran pada proses penjernihan air. Selain untuk penjernihan air, Aluminium sulfat banyak digunakan dalam berbagai industri sebagai bahan baku maupun bahan pembantu (Nugrahanto, 2017). Industri yang menggunakan Aluminium sulfat sebagai bahan baku adalah industri sabun dan detergen, petrokimia, kertas, pewarna, farmasi, antiseptik kulit dan sintesis bahan lainnya. Penggunaan Aluminium sulfat sebagai bahan pembantu digunakan dalam *water treatment* dan pengolahan limbah.

1.2 Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik Aluminium Sulfat, terdapat beberapa faktor yang harus di pertimbangkan. Yaitu, ketersediaan bahan baku, kebutuhan pasar dan kapasitas minimum dari pabrik yang sudah ada.

1. Ketersediaan bahan baku.

Bahan baku pembuatan Aluminium Sulfat adalah Aluminium Hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan Asam Sulfat H_2SO_4 . Data produksi penghasil Aluminium Sulfat dan Asam Sulfat.

Tabel 1.1 Daftar pabrik penghasil aluminium hidroksida di Indonesia :

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
PT ICA	Indonesia	300.000	www.pt-ica.com

Tabel 1.2 Daftar pabrik penghasil aluminium hidroksida di dunia :

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
Chalco	China	2.592.000	Richard Flook (2018)
Alcoa	Australia	720.000	Richard Flook (2018)
Almatis	German	504.000	Richard Flook (2018)
Alteo	France	432.000	Richard Flook (2018)

Tabel 1.3 Daftar pabrik penghasil Asam Sulfat di Dunia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
Chemieanlagenbau Chemnitz	German	420.000	<i>Badische Anilin- und Soda-Fabrik</i>
Bestgrand Chemical Group	America	300.000	<i>Badische Anilin- und Soda-Fabrik</i>

Tabel 1.4 Daftar pabrik penghasil Asam Sulfat di Indonesia

Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
PT. Indo Acid Industry	Indonesia	82.500	www.indoacid.co.id
PT. Timuraya Tunggal	Indonesia	30.000	www.indoacid.co.id

2. Kebutuhan pasar.

Kebutuhan pasar Aluminium Sulfat dapat dilihat berdasarkan data ekspor dan impor Aluminium Sulfat di Indonesia. Data impor Aluminium Sulfat dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.5 Data Impor Aluminium Sulfat Indonesia

No	Tahun	Ekspor (Ton)
1	2015	46.504
2	2016	39.068
3	2017	39.430
4	2018	35.575
5	2019	37.511
6	2020	35.587

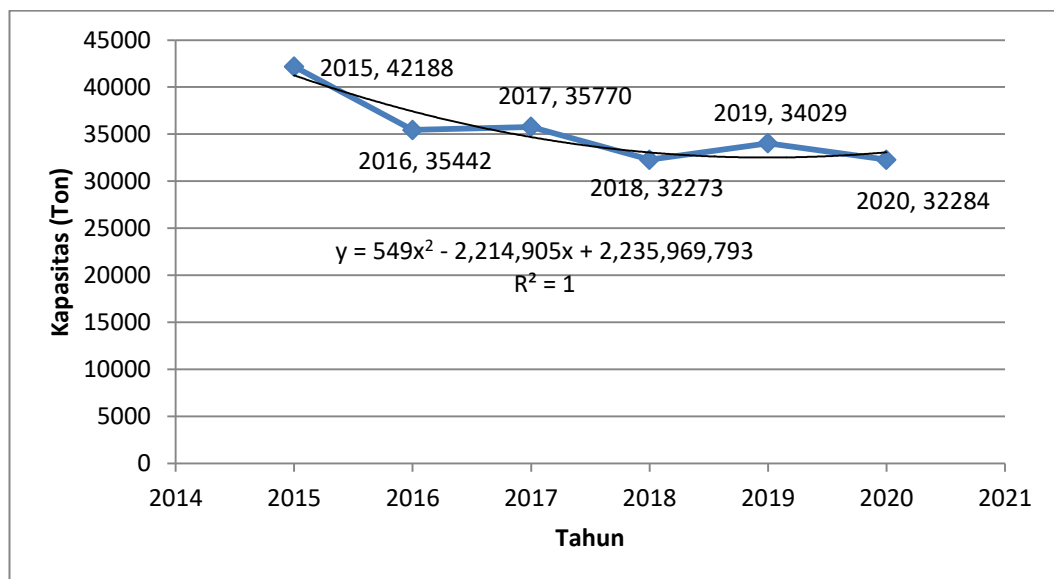
(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Tabel 1.6 Data Ekspor Aluminium Sulfat Indonesia

No	Tahun	Ekspor (Ton)
1	2015	42.188
2	2016	35.442
3	2017	35.770
4	2018	32.273
5	2019	34.029
6	2020	32.284

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2020)

Dari data ekspor Aluminium Sulfat di Indonesia tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara tahun dengan kebutuhan ekspor aluminium sulfat.



Gambar 1.1 Hubungan Antara Tahun dengan Produksi di Indonesia

Berdasarkan grafik kapasitas pabrik Aluminium Sulfat yang akan didirikan pada tahun 2025 dapat diperoleh dari persamaan Polinomial. Dari persamaan $Y = 548.52x^2 - 2.214.905,44x + 2.235969792,75$ diprediksi kebutuhan Aluminium Sulfat pada tahun 2025 sebesar 61.101,75 ton/tahun.

3. Kapasitas pabrik yang sudah ada.

Daftar pabrik penghasil aluminium sulfat di Indonesia.

Tabel 1.7 Daftar pabrik penghasil Aluminium Sulfat di Indonesia

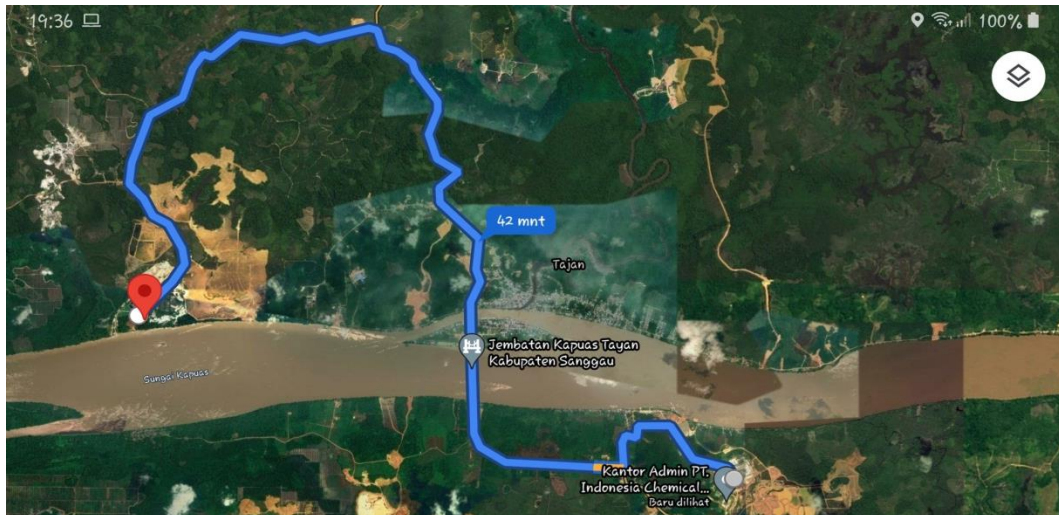
Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)	Sumber
PT Indonesia Acid Industri	44.600	www.indoacid.go.id
PT Mahkota Indonesia	50.000	Kemenperin.go.id
PT Utama Inti Hasi Kimia Industri	3.000	Kemenperin.go.id
PT Dunia Kimia Utama	10.000	Kemenperin.go.id

1.3 Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat mempengaruhi masa depan industri yang akan didirikan baik menyangkut produksi maupun distribusi produk. Maka dari itu pemilihan lokasi harus memberikan perhitungan biaya produksi yang minimum. Pemilihan ini bisa berdasarkan penggunaan analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunities, Threat*). Data analisis SWOT dapat dilihat pada masing-masing tabel dibawah ini.

1.3.1 Lokasi alternatif (Lalang, Tayan Hilir, Sanggau Regency, Kalimantan Barat)

Lokasi ini terletak di Lalang, Tayan Hilir, Sanggau Regency, Kalimantan Barat, yang dapat dilihat pada **Gambar 1.2** di bawah ini.



Gambar 1.2 Lalang, Tayan Hilir, Sanggau Regency, Kalimantan Barat
(Sumber : *maps.google.com*)

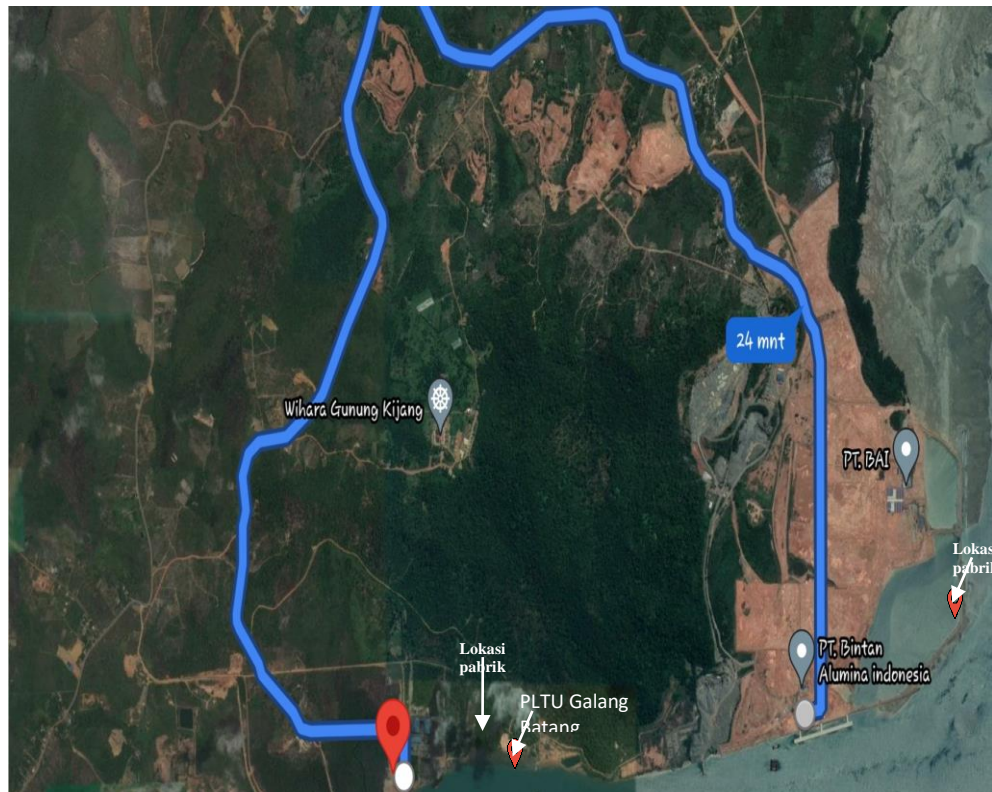
Analisa SWOT Lalang, Tayan Hilir, Sanggau Regency, Kalimantan Barat dapat dilihat pada **Tabel 1.8**

Tabel 1.8 Analisa SWOT Lalang, Tayan Hilir, Sanggau Regency, Kalimantan Barat

<p style="text-align: center;">INTERNAL</p> <p style="text-align: center;">EXTERNAL</p>	<p><i>STRENGTH (S)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dekat dengan penyediaan bahan baku, yaitu PT. Indonesia Chemical Alumina. 2. Dekat dengan dermaga Tayan. 3. Unit pengolahan air terintegrasi. 4. Tersedia tenaga kerja sesuai dengan kompetensi yang dibutuhkan. 5. Temperatur 27-30°C dan curah hujan 320 mm perbulan. 	<p><i>WEAKNESS (W)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ketergantungan dengan industri bahan baku 2. Biaya pendistribusian lebih besar. 3. Kurangnya tenaga kerja terlatih 4. Wilayah rawan bencana seperti kebakaran hutan, banjir, dan lainnya.
<p><i>OPPORTUNITY (O)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bahan Alumina yang dekat dengan pabrik Produk. 2. Terletak di kawasan industri Lalang, Tayan Hilir. 3. Rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik 	<p><i>S-O STRATEGY</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memaksimalkan kapasitas produksi 2. Meningkatkan kompetensi tenaga kerja. 3. Meminimalisir biaya distribusi bahan baku dari pabrik. 	<p><i>W-O STRATEGY</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran
<p><i>THREATS (T)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perusahaan memberikan pelatihan khusus kepada karyawan 2. Peningkatan pemasaran untuk ekspor dan impor. 	<p><i>S-T STRATEGY</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemberian <i>reward</i> kepada karyawan untuk pencapaian target 2. Peningkatan <i>standar</i> pengolahan limbah 	<p><i>W-T STRATEGY</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi

1.3.2 Lokasi alternatif II (Gunung Kijang, Bintan Regency, Kepulauan Riau)

Lokasi ini terletak di Lokasi ini terletak di Gunung Kijang, Bintan Regency, Riau Islands dapat dilihat pada **Gambar 1.3**



Gambar 1.3 Gunung Kijang, Bintan Regency, Riau Islands
(Sumber : *maps.google.com*)

Pabrik akan dibangun dekat dengan PLTU Galang Batang yang berada dekat kawasan industri Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau. Pemilihan lokasi tersebut dilakukan dengan analisa SWOT dapat dilihat pada **Tabel 1.9**

Tabel 1.9 Analisa SWOT Gunung Kijang, Bintang Regency, Kepulauan Riau

<p>INTERNAL</p> <p>EXTERNAL</p>	<p><i>STRENGTH (S)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dekat dengan penyedia bahan baku, yaitu PT Bintang Alumina Indonesia 2. Dekat dengan pelabuhan Kek Galang 3. Dekat dengan sungai gunung Kijang 4. Tenaga kerja di peroleh dari penduduk sekitar 5. Lokasi daerah stabil 6. Dekat dengan PLTU Galang Batang 	<p><i>WEAKNESSES (W)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Debit air yang fluktuatif 2. Kurangnya tenaga kerja yang terlatih.
<p><i>OPPORTUNITY (O)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik. 2. Kondisi alam yang stabil. 	<p><i>S-O Strategy</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memaksimalkan kapasitas produksi 2. Membuka akses <i>buy and sell</i> antar perusahaan di kawasan industri 3. Meningkatkan kompetensi tenaga kerja 	<p><i>W-O STRATEGY</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran. 2. Memberikan pelatihan pada pekerja.
<p><i>Threat (S)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Minimnya tenaga kerja yang terlatih 2. Minimnya air bersih dan tidak stabil 	<p><i>S-T Strategy</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan pelatihan kepada pekerja. 2. Membuat unit pengolahan air dan steam 	<p><i>W-T STRATEGY</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi

1.3.3 Lokasi alternatif III (Jl. Jenderal Ahmad Yani, Ngipik, Ngipik, Karangpoh, Kec. Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur)

Lokasi ini terletak di Jl. Jenderal Ahmad Yani, Ngipik, Ngipik, Karangpoh, Kec. Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dapat dilihat pada **Gambar 1.4**



Gambar 1.4 Jl. Jenderal Ahmad Yani, Ngipik, Ngipik, Karangpoh, Kec. Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur
(Sumber : *maps.google.com*)

Pabrik akan dibangun dekat dengan penyedia bahan baku yaitu Asam Sulfat dan dekat dengan Pelabuhan Petrokimia Gresik. Pemilihan lokasi tersebut dilakukan dengan analisa SWOT dapat dilihat pada **Tabel 2.0**

Tabel 2.0 Jl. Jenderal Ahmad Yani, Ngipik, Ngipik, Karangpoh, Kec. Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur

<p>INTERNAL</p> <p>EXTERNAL</p>	<p><i>STRENGTH (S)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dekat dengan penyedia bahan baku Asam Sulfat, yaitu PT Petrokimia Gresik. 2. Dekat dengan Pelabuhan Petrokimia Gresik. 3. Tenaga kerja di peroleh dari penduduk sekitar 4. Lokasi daerah stabil 	<p><i>WEAKNESSES (W)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kurangnya tenaga kerja yang terlatih. 2. Keterbatasan dalam membayar upah tenaga kerja yang sesuai dengan pendapatan dan kemampuan pabrik.
<p><i>OPPORTUNITY (O)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Rekomendasi tenaga kerja dari lembaga yang terdidik. 2. Kondisi alam yang stabil. 	<p><i>S-O Strategy</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memaksimalkan kapasitas produksi 2. Meningkatkan kompetensi tenaga kerja 	<p><i>W-O STRATEGY</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Meningkatkan usaha integrasi vertikal antara pengolahan dan pemasaran 2. Memberikan pelatihan pada pekerja.
<p><i>Threat (S)</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Minimnya tenaga kerja yang terlatih 2. Minimnya air bersih dan tidak stabil 	<p><i>S-T Strategy</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan pelatihan kepada pekerja. 2. Membuat unit pengolahan air dan steam 	<p><i>W-T STRATEGY</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Cost effectiveness</i> dalam penyediaan dan distribusi

- **Pemilihan Lokasi Pabrik**

Dari tiga data lokasi alternatif yang telah dijelaskan lokasi pendirian pabrik memiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing melalui analisa SWOT, maka diputuskan bahwa untuk pendirian pabrik aluminium sulfat ini akan didirikan di Kawasan PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur, Indonesia. Hal ini mengacu dengan kapasitas bahan baku yang besar, dekat dengan sumber bahan baku dan diikuti oleh hasil analisa SWOT yang mendukung di lokasi tersebut.

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1 Aluminium Sulfat

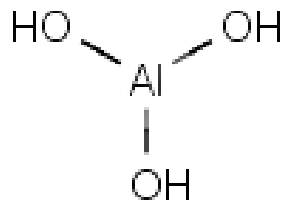
Alumunium sulfat ini larut dalam air dan digunakan sebagai bahan flokulasi dalam pemurnian air minum dan kilang pengolahan air limbah, dan juga dalam pembuatan kertas (pengolahan air pada proses industri pulp dan kertas). Alumunium Sulfat dapat menjernihkan air karena ketika Alumunium Sulfat ditambahkan dalam air maka muatan positif yang terdapat pada Alumunium Sulfat menyerap dan menetralsir muatan negatif dari air sehingga akan terbentuk koagulan - koagulan yang dapat disaring dan menghasilkan air yang jernih dan dapat dimanfaatkan. Dalam industri konstruksi aluminium sulfat digunakan sebagai zat tahan air (*waterproofing*) dan akselerator dalam beton. Penggunaan lainnya Aluminium sulfat dapat digunakan dalam pembuatan kertas untuk mengentalkan bubur kayu dalam proses pembuatan kertas, industri kulit, industri batik, industri tekstil, industri kosmetik, industri bahan pemadam api (Ismayanda, 2011).

2.1.2 Bahan Baku Pembuatan Aluminium Sulfat

Bahan baku dalam pembuatan aluminium sulfat adalah sebagai berikut :

1. Aluminium Hidroksida.

Aluminium hidroksida adalah suatu senyawa kimia dengan rumus kimia $\text{Al}(\text{OH})_3$, ditemukan di alam sebagai mineral gibbsite (dikenal pula dengan sebagai hydrargillite) dan tiga polimorfnya yang langka : bayerit, doyleit, dan nordstrandit. Senyawa ini memiliki sifat asam dan basa. Senyawa terkait yang berhubungan dengan senyawa ini seperti aluminium oksida hidroksida $\text{AlO}(\text{OH})$, dan aluminium oksida atau alumina (Al_2O_3). Senyawa ini bersama-sama merupakan komponen utama dari bijih bauksit aluminium.



Gambar 2.1 Struktur Aluminium Hidroksida
(sumber : Wikipedia.com)

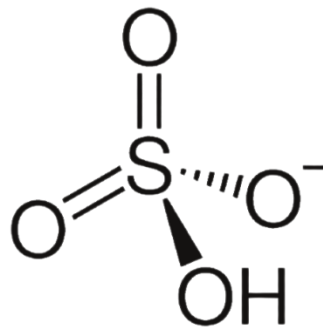
Tabel 2.1 Komposisi Al(OH)₃ PT. ICA

Spesifikasi	Keterangan
Wujud	Padatan
Warna	putih
Kandungan Al(OH) ₃	99,9%
Air	0,01%

(sumber : PT. ICA)

2. Asam Sulfat.

Asam sulfat (H₂SO₄) merupakan cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam. Bahan kimia ini dapat larut dengan air dengan segala perbandingan, mempunyai titik lebur 10,31°C dan titik didih pada 336,85°C tergantung kepekatan serta pada temperatur 300°C atau lebih terdekomposisi menghasilkan sulfur trioksida.



Gambar 2.2 Struktur Asam Sulfat
(sumber : Wikipedia.com)

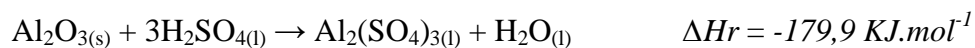
Pada proses pembuatan aluminium sulfat pada dasarnya mereaksikan bahan – bahan yang mengandung alumina (Al₂O₃) dengan asam sulfat. Metode dalam proses pembuatan aluminium sulfat dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut :

1. Proses Dorr.
2. Proses Giulini.
3. Proses Digesting.

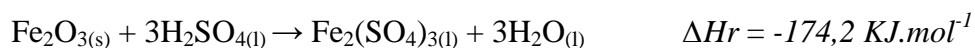
2.2 Tinjauan Proses

2.2.1 Proses Dorr

Bahan baku utama aluminium sulfat yakni bauksit terdiri dari (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , SiO_2 , TiO_2), yang berupa bongkahan-bongkahan dari gudang diangkat dengan menggunakan *belt conveyor* menuju *jaw crusher* untuk menghancurkan bongkahan dari ukuran besar menjadi kecil. Pecahan bauksit dari *jaw crusher* diangkat lagi menggunakan *belt conveyor* kemudian dihancurkan lagi dengan menggunakan *ball mill* (sampai ukuran 200 mesh). Keluar dari *ball mill*, bauksit masuk ke dalam *screen*. *Oversize* dikembalikan lagi ke *ball mill* untuk dihaluskan kembali, sedangkan *undersize* diangkat menggunakan *bucket elevator* lalu di tampung ke *hopper* bauksit dalam bentuk serbuk. Pada prarancangan ini pabrik aluminium sulfat didasarkan pada reaksi netralisasi yaitu reaksi antara senyawa basa dengan senyawa asam membentuk senyawa garam dan air. Semua atom H dari asam diganti dengan atom logan, jadi ion H^+ dari H_2SO_4 diganti ion Al_3^+ sehingga membentuk senyawa $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Di dalam *reaktor* bauksit dan H_2SO_4 48% direaksikan dengan aluminium hidroksida untuk menghasilkan aluminium sulfat. Bauksit dalam bentuk bubuk dan larutan H_2SO_4 dimasukkan kedalam reaktor dengan kondisi operasi 105°C dan tekanan 1 atm selama 1 jam. Adapun jenis *reaktor* yang digunakan yaitu reaktor alir tangki berpengaduk berjumlah 1 buah. Dari reaksi tersebut menghasilkan aluminium sulfat dengan konversi 92%. Reaksi yang terjadi :



Selain itu juga terdapat reaksi samping yaitu reaksi antara feri oksida dan asam sulfat, sebagai berikut, dengan konversi reaksi perubahan feri oksida menjadi FeSO_4 sebesar 65%.



Produk yang keluar dari *reaktor* kemudian di pompa menuju *cooler* untuk didinginkan sampai suhu 30°C . Lalu diumpankan ke *mixer* untuk mereaksikan

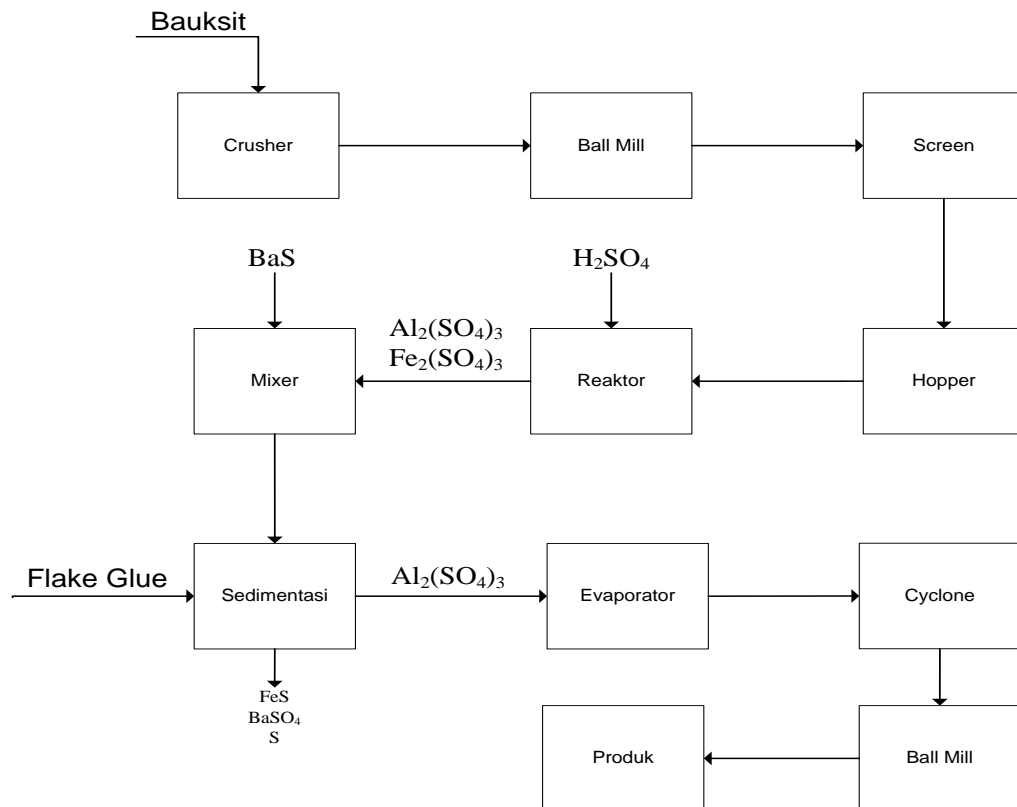
ferro sulfat dengan barium sulfida dari bin yang berfungsi untuk mereduksi $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ adapun reaksinya sebagai berikut:



Dan penambahan *flake glue* dari bin untuk membentuk flok-flok agar mudah mengendap. Selanjutnya dimasukkan ke *settling tank* untuk memisahkan endapan dan cairan. *Over flow* dari settling tank di pompa menuju *evaporator*. Sedangkan *under flow* selanjutnya di tampung.

Untuk menaikkan konsentrasi aluminium sulfat dari *settling tank* kemudian di alirkan kedalam *evaporator* hingga mencapai konsentrasi 90%. Selanjutnya larutan di pompa menuju *spray dryer* untuk proses pengeringan dan membentuk produk berupa serbuk atau *granular*, prinsip kerjanya yaitu *spray dryer* menyemprotkan cairan melalui *atomizer*, selanjutnya keluaran dari *spray dryer* kemudian dimasukkan kedalam *cyclone*. Karena *cyclone* bekerja secara *centrifugal* maka padatan terlempar ke dinding *cyclone* yang kemudian turun kebawah menuju ke *cooling conveyor* untuk proses pendinginan sampai 30°C. Setelah dingin produk dimasukkan ke dalam *ball mill* untuk menghaluskan ukuran produk, kemudian memasukkan ke dalam *screen* menyeragamkan ukuran produk menjadi 100 mesh.

Produk yang keluar dari screen terdapat dua bagian yaitu, produk yang lolos dibawa menggunakan *bucket elevator* dan di tampung didalam bin aluminium sulfat kemudian dilakukan pengepakan lalu disimpan didalam gudang, sedangkan produk yang tidak lolos dikembalikan lagi menjadi umpan *ball mill* untuk dihaluskan kembali.



Gambar 2.3 Blok Diagram Proses Dorr
(Sumber : Jurnal Aptar Eka Lestari & Sabidan Rabiah. 2020)

2.2.2 Proses Giulini

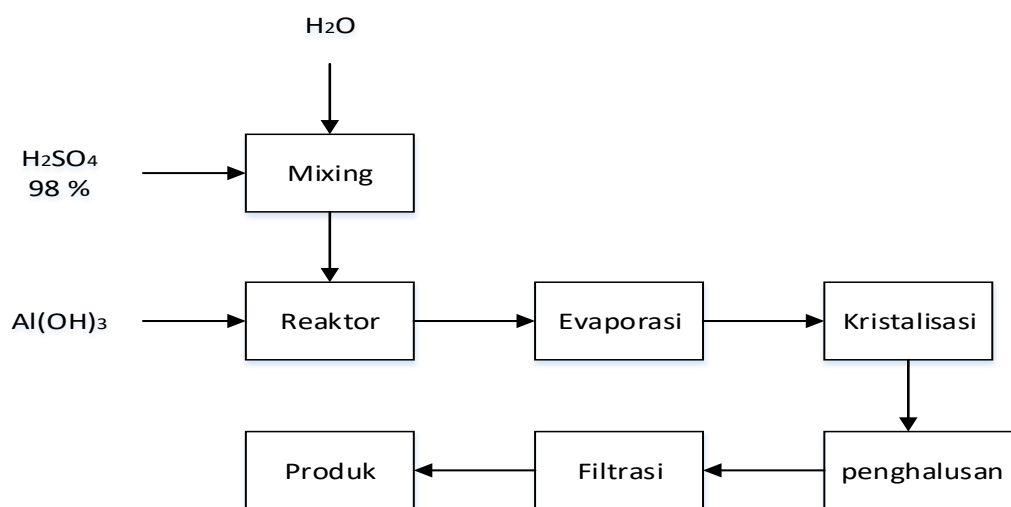
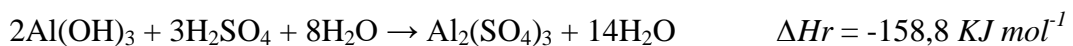
Aluminium hidroksida diangkut dan disimpan dalam tangki penyimpanan. Setiap aluminium hidroksida dibawa dengan kerekan ke gerbong umpan, di mana kantong itu dibuka dan dibawa ke tangki reaksi. Air reaksi, trihidrat dan asam sulfat diaduk selama beberapa waktu dengan uap air keluar melalui *stack*.

Setelah periode reaksi baik aluminium sulfat cair atau padat dibuat. Jika cair, *batch* terkonsentrasi dijalankan ke dalam tangki pengenceran yang diisi dengan air pengenceran di mana ia mendingin dari waktu ke waktu. Cairan aluminium sulfat kemudian disaring dan dipompa ke tempat penyimpanan. Ada fasilitas beban keluar *overhead* di *Morrinsville* di mana sejumlah bahan kimia cair tersedia di tangki pengiriman untuk jalan kapal tanker.

Jika padat dibuat, aluminium sulfat pekat dialirkan ke dalam panci tuang di mana ia mengeras, dibantu oleh kipas pendinginan. Panci diangkut ke rak penyimpanan dan dari sana mereka dibawa ke *Crushing Plant* dan dijatuhkan ke dalam *hopper*. Potongannya dipecah lebih lanjut oleh penampung besar diikuti

oleh penampung kecil dan kemudian disaring. Partikel yang terlalu besar masuk ke hopper pengantongan dan dijual sebagai penampung produk. Aluminium sulfat yang disaring dihancurkan secara berputar dan disaring lebih lanjut untuk baik kembali ke *rotary crusher* atau dikantongi sebagai produk tanah. Debu terus menerus dikumpulkan melalui sistem ekstraksi dan dijual sebagai produk. Pabrik Penghancur bersifat fleksibel dan rasio penampung ke tanah aluminium sulfat adalah variabel.

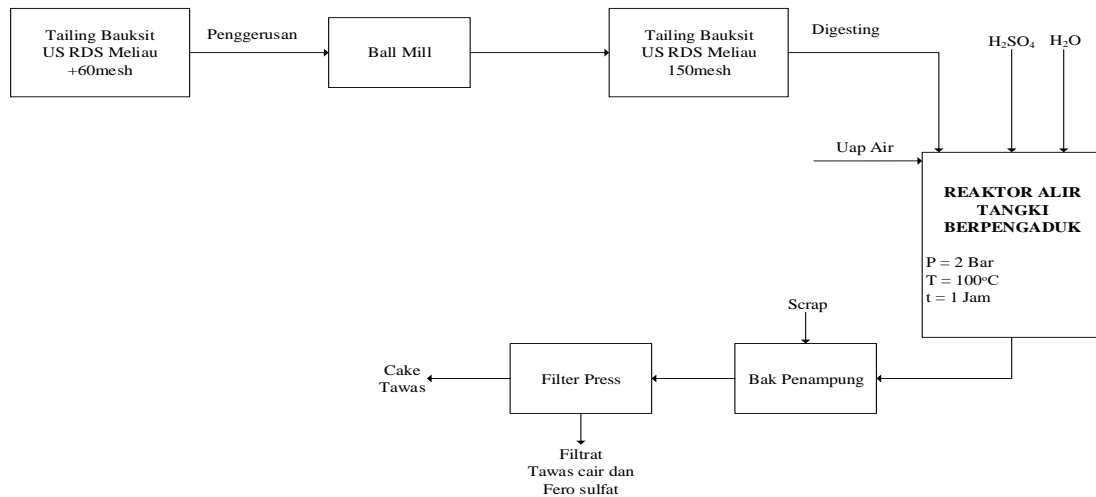
Aluminium sulfat diproduksi sesuai dengan reaksi eksotermik berikut:



Gambar 2.4 Blok Diagram Proses Giulini
(Sumber : US Patent 3226188)

2.2.4 Proses Digesting

Aluminium sulfat dapat dihasilkan melalui proses digesting bauksit dengan menggunakan asam sulfat. Percobaan pembuatan aluminium sulfat ini menggunakan ampas pencucian bauksit, berupa *undersize rotary drum scrubber* (RDS) yang berukuran +60mesh dan sudah mengalami penggerusan 150mesh. Proses ini dimulai dengan proses reduksi bauksit dengan *ball mill*, dilanjutkan dengan pelarutan bauksit dengan asam sulfat dalam sebuah reaktor pada suhu 100°C. Selanjutnya ditambah besi *scrap* untuk mereduksi kandungan ion feri dan fero sulfat dan didapatkan produk aluminium sulfat.



Gambar 2.6 Blok Diagram Proses Digesting
(Sumber : Hidayat, dkk., 2018)

2.2.5 Perbandingan Proses

Perbandingan proses pembuatan aluminium sulfat dapat dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa parameter seperti pada **Tabel 2.2** berikut ini :

Tabel 2.2 Perbandingan Proses Pada Pembuatan Aluminium Sulfat

Kriteria	Jenis Proses		
	Proses Dorr	Proses Giulini	Proses Digesting
Suhu operasi	Reaktor, heating 105°C	Reaktor, heating 150-170°C	Reaktor, Heating 110°C
Tekanan	1 atm	5 atm	4 atm
Bahan baku	Bauksit (Kadar SiO ₂ , TiO ₂ , Fe ₂ O ₃ masih tinggi)	Al(OH) ₃ Kadar Al ₂ O ₃ tinggi dan SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , Na ₂ O rendah	Ampas Bauksit (Masih mengandung Fe dan Fe ₂ SO ₄)
Bahan tambahan	Barium sulfida, Flake glue, asam sulfat	Seed aluminium sulfat, asam sulfat	Asam sulfat
Produk Samping	Fe ₂ (SO ₄) ₃ BaSO ₄ FeS	-	Fe ₂ SO ₄
Konversi Reaksi	92 %	92%	85 %

Literatur	Aptar Eka Lestari, Sadidan Rabiah (2020)	US Patent (1958)	Kukuh N, Hidayat, Husaini, Suganal (2018)
-----------	--	------------------	---

Berdasarkan **Tabel 2.2** dapat disimpulkan bahwa untuk pembuatan aluminium sulfat ialah dengan menggunakan proses giulini. Karena pada proses ini tidak perlu penambahan barium sulfida untuk mengendapkan kandungan besi, serta memiliki konversi reaksi yang tinggi.

2.3 Sifat Fisika Kimia Bahan Baku dan Produk

Bahan baku dalam pembuatan aluminium sulfat adalah Aluminium hidroksida dan asam sulfat. Berikut sifat fisika dan kimia yang terdapat dalam Aluminium hidroksida dan asam sulfat.

1. Aluminium Hidroksida

a. Sifat Fisika

- Titik lebur : 300°C (572°F).
- Berat Molekul : 78 ^{gr}/mol
- Warna : Putih.
- Densitas : 2,42 g/cm³.
- Nilai pH : 8,5 – 10,2 (20% H₂O) pada (20°C).

(Sumber : MSDS, 2018)

b. Sifat Kimia

- Golongan garam basa lemah.
- Berbentuk kristal bubuk.
- Stabil pada suhu dan tekanan normal.
- Tidak larut dalam air dan alkohol
- Dapat menyerap karbondioksida di udara.
- Larut dalam pelarut alkali, asam klorida, asam sulfat, asam kuat dengan adanya air.

(Sumber : MSDS,2018)

2. Asam Sulfat.

a. Sifat Fisika

- Titik lebur : 10,49°C.
- Berat molekul : 98 g/mol.
- Titik didih : 340°C.
- Berta molekul : 98,07 gr/mol.
- Densitas : 1,84 gr/ml.

(Sumber : MSDS, 2018)

b. Sifat Kimia

- Merupakan asam kuat.
- Bersifat korosif terhadap logam.
- Merupakan senyawa polar.
- Pelarut yang baik untuk senyawa organik.

(Sumber : MSDS, 2017)

3. Aluminium Sulfat

a. Sifat Fisika

- Warna : Putih.
- Berat molekul : 342 g/mol.
- Densitas : 2,672 g/cm³.
- Titik lebur : 770°C.

(Sumber : MSDS, 2014)

b. Sifat Kimia

- *insoluble material* : 0,03%.
- Bentuk : Kristal.
- Terjadi proses kristalisasi ketika dipanaskan.
- Bersifat korosif terhadap carbon steel, aluminium dan zinc.

(Sumber : MSDS, 2014)

2.4 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

1. Al(OH)_3

Spesifikasi	Keterangan
Wujud	Padatan
Warna	putih
Kandungan Al(OH)_3	99,9%
Air	0,01%

(sumber : PT. ICA)

2. H_2SO_4

Spesifik	Keterangan
Wujud	Cair
Warna	Tidak berwarna
Konsentrasi	98%

(Sumber : PT. Imdoacid)

3. Aluminium Sulfat (Produk)

Spesifik	Keterangan
Warna	Berwarna putih
Bentuk	Padatan
Kandungan air	0,01 %

BAB III TAHAPAN & DESKRIPSI PROSES

3.1 Tahapan Proses dan Blok Diagram

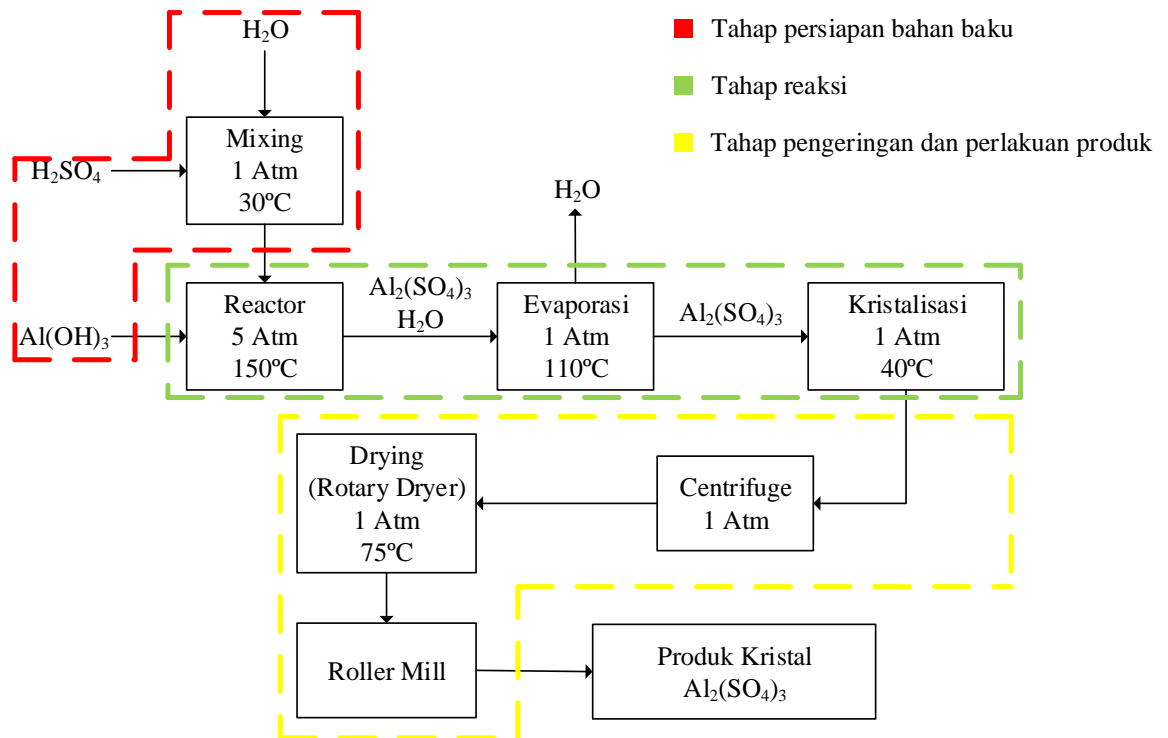
3.1.1 Tahapan Proses

Pembuatan Aluminium Sulfat dari aluminium hidroksida dan asam sulfat memiliki empat tahapan proses, yaitu :

1. Tahapan persiapan bahan baku.
2. Tahapan reaksi.
3. Tahapan pengeringan dan perlakuan produk.

3.1.2 Diagram Alir Proses

Diagram alir proses pembuatan aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dan asam sulfat dapat dilihat pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Blok diagram proses pembuatan aluminium sulfat

Dari aluminium hidroksida dan asam sulfat

3.2 Deskripsi Proses dan Flow Sheet

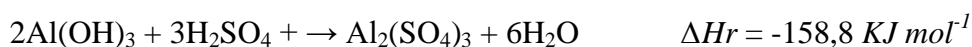
3.2.1 Deskripsi Proses

A. Tahapan Persiapan Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi aluminium sulfat adalah aluminium hidroksida $\text{Al}(\text{OH})_3$ dan asam sulfat. Bahan baku aluminium hidroksida disimpan didalam *Ware House* (WH-1.01) pada temperatur ruang, sedangkan asam sulfat 98% yang tersimpan didalam tangki penyimpanan (TP-1.01). Asam sulfat diencerkan dengan air proses menjadi 66% di dalam tangki pengenceran *mixing* (MI-1.01) setelah dicampurkan asam sulfat 66% dinaikkan suhunya menjadi 180°C , sebelum memasuki tangki reaktor CSTR beserta bahan baku $\text{Al}(\text{OH})_3$ dalam *Ware House* diangkut dengan *Belt Conveyor* (BC-1.01) lalu pengangkutan dilanjutkan menggunakan *Bucket Elevator* (BE-1.01) menuju *reaktor CSTR* (CSTR-2.01).

B. Tahapan Reaksi

Setelah semua bahan sudah dipersiapkan, maka aluminium hidroksida dan asam sulfat dimasukkan kedalam *Reaktor CSTR* (CSTR-2.01). Bahan baku $\text{Al}(\text{OH})_3$ dari *Ware House* (WH-1.01) diangkut dengan *Belt Conveyor* (BC-1.01) dan *Buceket Elevator* (BE-1.01) menuju *Reaktor CSTR* (CSTR-2.01), dan asam sulfat 66% dialirkan melalui pipa yang terlebih dahulu dilakukan pemanasan menggunakan *Heater* (H-1.01) sebelum memasuki *reaktor CSTR* (CSTR-2.01), lalu kedua bahan tersebut direaksikan dengan tekanan 5 atm suhu pada *reaktor* 150°C . Persamaan reaksi yang terjadi pada *reaktor CSTR* (CSTR-2.01) adalah :



Setelah terbentuk aluminium sulfat cair, selanjutnya akan dialirkan melalui pompa menuju *evaporator* (E-2.01). Sebelum tahap *kristalisasi*, terlebih dahulu dilakukan tahap *evaporasi* didalam *evaporator* (E-2.01) yang prinsip kerjanya, *evaporasi* bertujuan memekatkan aluminium sulfat dengan cara menguapkan air dan SO_3 pada temperatur 110°C setelah itu larutan pekat akan dialirkan melalui pipa menuju unit *Crystallizer* (K-3.01). Pada tahapan *kristalisasi* adalah proses pembentukan kristal aluminium sulfat, proses *kristalisasi* berlangsung didalam unit *crystallizer* (K-3.01) dengan suhu 40°C pembentukan kristal aluminium sulfat dapat dilakukan dengan cara menjaga suhu dibawah titik didih tetapi harus berada

dikisaran suhu *solidfication point* dari aluminium sulfat, pada unit *crystallizer* (K-3.01), kristal yang terbentuk akan diangkut dengan *conveyer* menuju *Centrifugal* (C-3.01) untuk memisahkan mother liquor dengan kristal aluminium sulfat, selanjutnya padatan kristal yang keluaran *centrifuge* (C-3.01) diangkut menggunakan *screw conveyer* (SC-3.01) Menuju Rotary dryer.

C. Tahapan Pengeringan dan Perlakuan Produk

Tahapan pengeringan dilakukan didalam *Rotary Dryer* (RD-3.01), aluminium sulfat keluaran dari *Centrifuge* (C-3.01) diangkut menuju *Rotary Dryer* (RD-3.01) untuk dikeringkan dengan memberikan udara panas yang dihembuskan oleh *Blower* (BL-3.01) dengan temperatur 75°C secara langsung terhadap kristal aluminium sulfat, udara panas output dari *Rotary Dryer* (RD-3.01) diarahkan menuju *Cyclone* (CY-4131) untuk memperoleh kembali kristal aluminium sulfat yang terbawah oleh udara. keluar *Rotary Dryer* (RD-3.01), selanjutnya padatan aluminium sulfat yang sudah kering diangkut dengan *Screw Conveyer* (SC-3.02) menuju *Roller Mill* (RM-3.01) untuk dihaluskan. Pada tahap penanganan produk ini, aluminium sulfat dikecilkan ukurannya lalu ditransportasikan menggunakan *Bucket Elevator* (BE-3.02) menuju tempat penyimpanan aluminium sulfat yaitu *Silo* (S-3.01).

BAB IV
NERACA MASSA DAN NERACA ENERGI

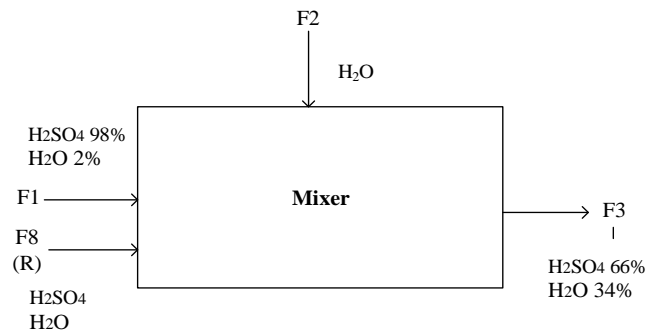
4.1. Neraca Massa

Kapasitas produksi	: 50.000 ton/tahun
	$\frac{50.000 \text{ ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}}$
	: 6.313 kg/hari
Waktu bekerja / tahun	: 330 hari
Jumlah bahan baku	
H ₂ SO ₄	: 5.899,00 kg/jam
Al(OH) ₃	: 3.130,08 kg/jam
Satuan operasi	: kg / jam

1. Tangki Pengeceran

Fungsi : Untuk mengencerkan larutan asam sulfat 98% menjadi 66% didasarkan pada US3226188

Berikut ini blok diagram neraca massa mixer yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.1. Blok Diagram neraca massa pada Mixer

Berikut ini neraca massa pada alat mixing dapat dilihat pada tabel 4.1.berikut :

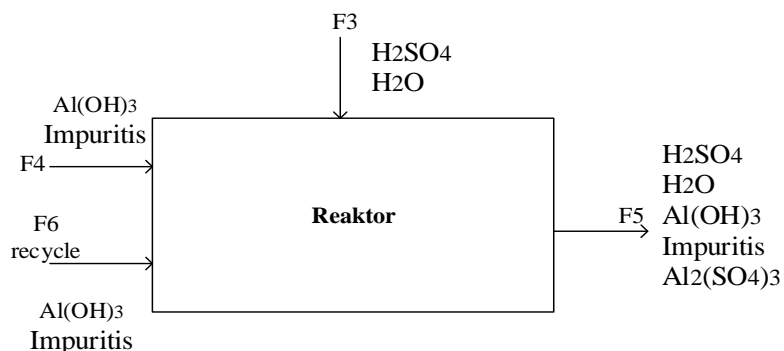
Tabel 4.1 Neraca Massa Mixing

Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/Jam)
	Recycle	F1	F2	F3
H ₂ SO ₄	471.920	5,427.1		5,899.00
H ₂ O	1.636	110.76	1.291,87	3038.88
total		8,937.8752		8937.8752

2. Reaktor

Fungsi = Untuk mereaksikan aluminium Hidroksida dan Asam Sulfat menjadi aluminium Sulfat.

Berikut ini blok diagram neraca massa reaktor yang dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.2 Blok diagram neraca massa pada Reaktor

Berikut ini neraca massa pada alat Reaktor dapat dilihat pada tabel 4.2.berikut :

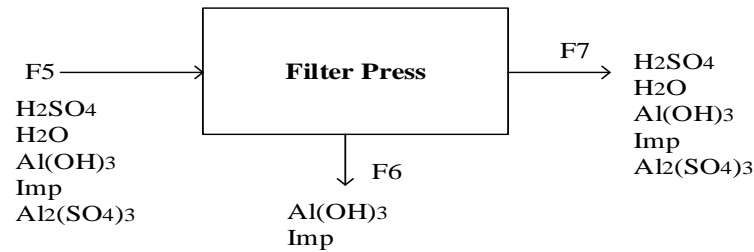
Tabel 4.2 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Masuk (kg/jam)			Keluar (kg/Jam)
	F6 RECYCLE	F3	F4	F5
H ₂ SO ₄		5,898.998		471.92
Al(OH) ₃	250.41		2,879.67	250.41
H ₂ O		3,038.878	2.88	5.035,38
Al ₂ (SO ₄) ₃				6.313,13
Total		12,070.84		12,070.84

3. Filter Press

Fungsi : Untuk Memisahkan Al(OH)_3 sisa hasil reaksi dari filtrat .

Berikut ini blok diagram neraca massa Filter Press yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Blok diagram neraca massa pada Filter Press

Berikut ini neraca massa pada alat Filter Press dapat dilihat pada tabel 4.3.berikut :

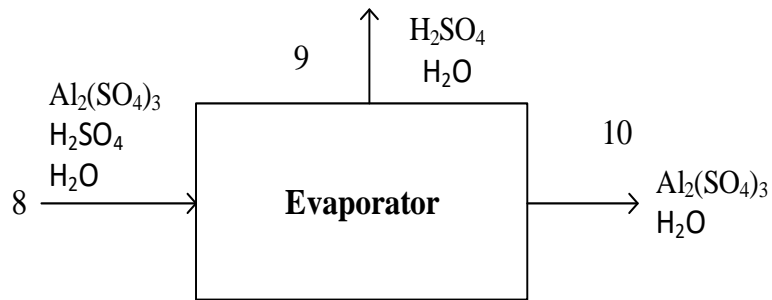
Tabel 4.3 Neraca Massa Filter Press.

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/Jam)	
	F5	F6	F7
H_2SO_4	471.91981		471.920
Al(OH)_3	250.40643	250.406	0.000
H_2O	5,035.38052		5035.381
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	6,313.13131		6,313.13131
Total	12,070.84	12070.84	

4. Evaporasi.

Fungsi : Untuk memekatkan larutan Aluminium Sulfat dengan Menguapkan Air .

Berikut ini blok diagram neraca massa Evaporator yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.4 Blok diagram neraca massa pada Evaporator

Berikut ini neraca massa pada alat Evaporator dapat dilihat pada tabel 4.4.berikut :

Tabel 4.4 Neraca Massa Evaporator

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/Jam)	
	F7	F8	F9
H ₂ SO ₄	471.920	471.920	
H ₂ O	5,035.381	1,636	3.399,378
Al ₂ (SO ₄) ₃	6,313.131		6313.1313
Total	11,820.43	11,820.43	

5. Kristalizer.

Fungsi : Untuk Mengkristalisasi Larutan Aluminium Sulfat.

Berikut ini blok diagram neraca massa Kristalizer yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.5 Blok diagram neraca massa pada Kristalizer

Berikut ini neraca massa pada alat Kristalizer dapat dilihat pada tabel 4.5.berikut :

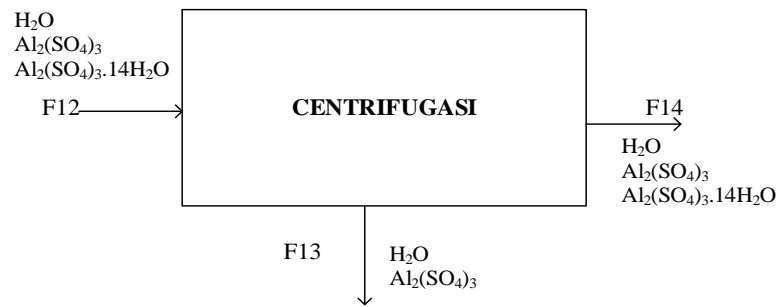
Tabel LA4.5 Neraca Massa Kristalizer

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/Jam)
	F11	F12
H ₂ O	3,399.378	3,268
Al ₂ (SO ₄) ₃	6,313.131	126.263
Al ₂ (SO ₄) ₃ .14H ₂ O		6,317.862
Total	9,712.510	9712.510

6. Centrifugal

Fungsi : untuk memisahkan produk kristal dari mother liquor.

Berikut ini blok diagram neraca massa Centrifugal yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.6 Blok diagram neraca massa pada Kristalizer

Berikut ini neraca massa pada alat Centrifugasi dapat dilihat pada tabel 4.6.berikut :

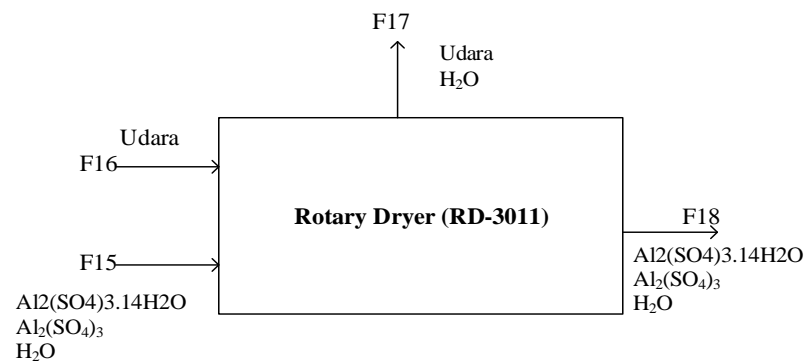
Tabel 4.6 Neraca Massa Centrifugasi

Komponen	Masuk (kg/jam)	Keluar (kg/Jam)	
	F7	F8	F9
H_2O	3,268.38	2,941.55	326.84
$Al_2(SO_4)_3$	126.26	113.64	12.63
$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	6,317.86		6,317.86
Total	9,712.51	9,712.51	

7. Rotary Dryer

Fungsi : Untuk Mengurangi Kadar air yang ada pada kristal aluminium sulfat yang basah.

Berikut ini blok diagram neraca massa *Rotary Dryer* yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.7 Blok diagram neraca massa pada Rotary Dryer

Berikut ini neraca massa pada alat Centrifugasi dapat dilihat pada tabel 4.7.berikut :

Tabel 4.7 Neraca Massa Rotary Dryer

Komponen	Masuk (kg/jam)		Keluar (kg/Jam)	
	F15	F16	F17	F18
H ₂ O	326.84		323.49	3.35
Al ₂ (SO ₄) ₃	6,317.86			6,317.86
Al ₂ (SO ₄) ₃	12.63			12.63
udara panas		6,469.9	6,469.9	
Total	13,127.19		13,127.19	

4.2. Neraca Energi

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai panas (Q) adalah:

- Panas Latent

$$Q = m \times \lambda$$

- Panas sensible

$$Q = m \times c_p \times \Delta T$$

- Data Cp berdasarkan fungsi temperature dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.8 Nilai Kapasitas Panas Komponen Fungsi Temperatur

Komponen	A	B	C	D	e
N ₂ (g)	29,342	-3,539×10 ⁻³	1,0076×10 ⁻⁵	-4,3116×10 ⁻⁹	2,5935×10 ⁻¹³
O ₂ (g)	29,526	-8,8999×10 ⁻³	3,3236×10 ⁻⁵	-3,2629×10 ⁻⁸	8,8607×10 ⁻¹²
H ₂ O (l)	92,053	-3,9953×10 ⁻²	-2,1103×10 ⁻⁴	5,3469×10 ⁻⁷	-
H ₂ SO ₄ (l)	26.004	7.03×10 ⁻¹	-1.39×10 ⁻³	1.03×10 ⁻⁶	-
H ₂ O (g)	33.933	-8.42×10 ⁻³	2.99×10 ⁻⁵	-1.78×10 ⁻⁸	3.6934×10 ⁻¹²

(Sumber : Yaws, 1990)

$$\int_{T_1}^{T_2} C_p \cdot dT = A(T_2 - T_1) + \frac{B}{2}(T_2^2 - T_1^2) + \frac{C}{3}(T_2^3 - T_1^3) + \frac{D}{4}(T_2^4 - T_1^4) + \frac{E}{5}(T_2^5 - T_1^5)$$

Tabel 4.9 Kapasitas panas elemen, Cal/mol K

Komponen	Kapasitas Panas
Al ₂ (SO ₄) ₃	63.5
Al ₂ (SO ₄) ₃ ·14H ₂ O(s)	235.00
Al(OH) ₃	104.9

- Panas reaksi dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut:

$$Q_r = -\Delta H_R$$

$$\Delta H_R = \Delta H^{\circ}_R + (\Delta H \text{ produk} - \Delta H \text{ reaktan})$$

$$\Delta H^{\circ}_R = \Delta H^{\circ}_f \text{ produk} - \Delta H^{\circ}_f \text{ reaktan}$$

Data dari ΔH°_f dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 4.10 Nilai Panas Pembentukan Komponen

Komposisi	ΔH°_f (Kj/kmol)	Literatur
$Al_2(SO_4)_3$	-3740.07	Perry 7ed;T.2-220
H_2SO_4	-887.13	Perry 7ed;T.2-220
$Al(OH)_3$	-1275.28	Perry 7ed;T.2-220
H_2O	-285.840	Perry 7ed;T.2-220

1. Heater

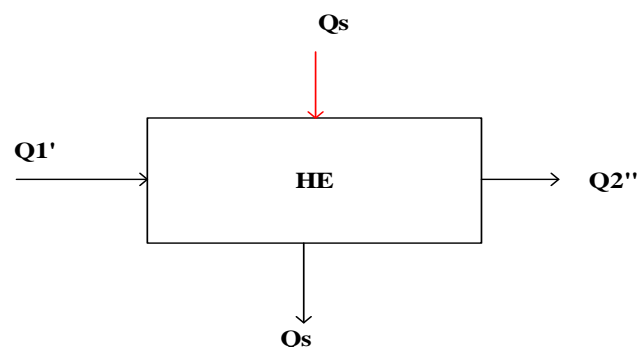
Fungsi: Sebagai tempat untuk memanaskan larutan asam Sulfat sebelum memasuki Reaktor.

Kondisi Operasi :

Temperatur in : 30 °C

Temperatur Out : 180 °C

Berikut ini blok diagram neraca Energi Heater yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.8 Blok diagram neraca Energi pada Heater

Table 4.8 Neraca Energi Heater

Aliran	masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q1 in	105965.2068	
Q2 Out		3389983.316
Q _s in	5360908.5	
Q _s out		2076890.392
Total	5466873.7072	5466873.7072

2. Reaktor

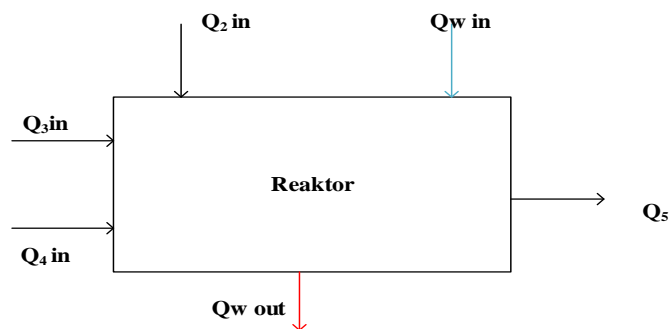
Fungsi : Sebagai tempat Mereaksikan Aluminium Hidroksida dengan Asam Sulfat.

Kondisi Operasi :

Temperatur : 150 °C

Tekanan : 5 atm

Berikut ini blok diagram neraca Energi Reaktor yang dapat dilihat pada gambar berikut.

**Gambar 4.9** Blok diagram neraca Energi pada Reaktor**Table 4.9** Neraca Energi Reaktor

Aliran	masuk (Kj/jam)	Keluar (Kj/jam)
Q2 _{in}	19424.413	
Q3 _{in}	3389983.316	
Q4 _{in}	20226.099	
Q5 _{out}		3393322
Q _{reaksi}	184157.2226	
Q _{w in}	0	
Q _{w out}		220469.481
Total	3613791.050	3613791.050

3. Cooler

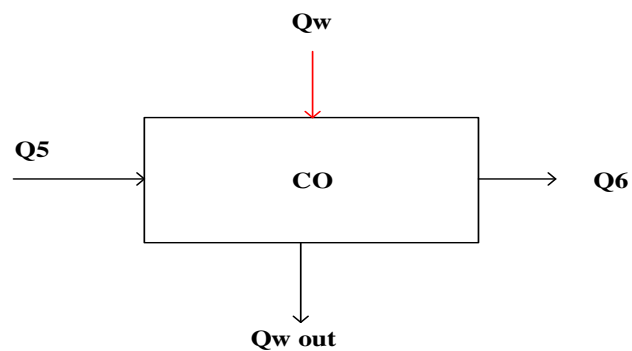
Fungsi: untuk menurunkan temperatur larutan Aluminium Sulfat.

Kondisi Operasi :

Temperatur in : 150 °C

Temperatur Out : 85 °C

Berikut ini blok diagram neraca Energi Cooler yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.10 Blok diagram neraca Energi pada Cooler

Table 4.10 Neraca Energi Cooler

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Q5	3393321.569	
Q6		1618541.034
QW in	0	
QW Out		1774780.535
Total	3393321.569	3393321.569

4. Evaporator

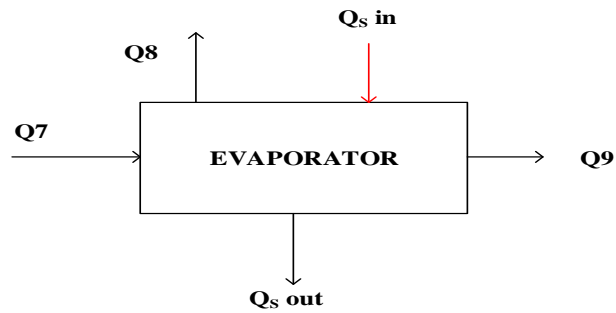
Fungsi: untuk memekatkan larutan Aluminium Sulfat dengan cara penguapan .

Kondisi Operasi :

Temperatur : 110 °C

Tekanan : 1 atm

Berikut ini blok diagram neraca Energi Evaporator yang dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 4.11 Blok diagram neraca Energi pada Evaporator

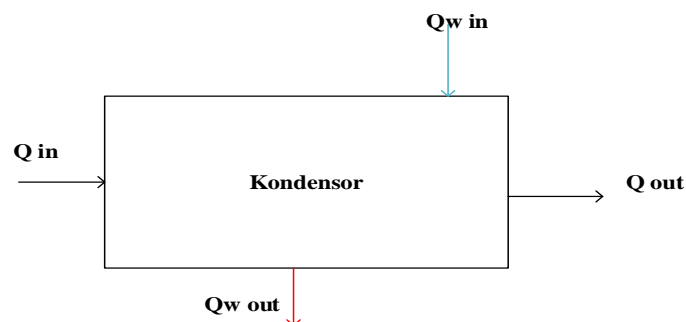
Table 4.11 Neraca Energi Evaporator

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Qin 7	1598335.162	
Qout 8		297873.0815
Qout 9		1625717.189
Qs in	530954.0996	
Qs out		205698.9907
Total	2129289.261	2129289.261

5. Kondensor.

Fungsi: untuk membentuk padatan aluminium hidroksida.

Berikut ini blok diagram neraca Energi Kondensor yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.12 Blok diagram neraca Energi pada Kondensor

Table 4.12 Neraca Energi Kondensor

Aliran	Panas Masuk kJ/kmol	Panas Keluar kJ/kmol
Q_w in	0	
Q_w out		297873.0815
Q_{CD}	297873.0815	
TOTAL	297873.0815	297873.0815

6. Kristalizer.

Fungsi : untuk mengkristalkan larutan Aluminium sulfat

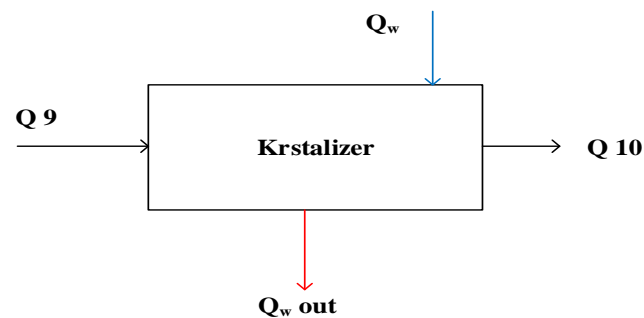
Kondisi Operasi

Temperatur in : 110 °C

Temperatur out : 40 °C

Tekanan : 1 atm

Berikut ini blok diagram neraca Energi Kristalizer yang dapat dilihat pada gambar berikut.

**Gambar 4.13** Blok diagram neraca Energi pada Kristalizer**Table 4.13** Neraca Energi Kristalizer

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Q 9	1625717.189	
Q 10		1453007.299
QW in	0	
QW Out		172709.8901
Total	1625717.189	1625717.189

7. Centrifugasi

Fungsi : untuk memisahkan mother liquor dengan kristal aluminium sulfat

Berikut ini blok diagram neraca Energi Centrifugasi yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.14 Blok diagram neraca Energi pada Kristalizer

Table 4.14 Neraca Energi centrifugasi

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Q 10	363777.2914	
Q 11		165786.9689
Q 12		173761.2087
Q loss		24229.11372
Total	363,777.291	363,777.291

8. Rotary Dryer

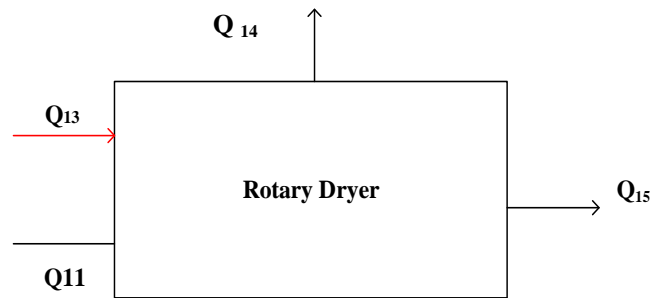
Fungsi: mengurangi kadar air produk (aluminium Sulfat)

Kondisi Operasi :

Temperatur : 55 °C

Tekanan : 1 atm

Berikut ini blok diagram neraca Energi Rotary Heater yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.15 Blok diagram neraca Energi pada Kristalizer

Table 4.15 Neraca Energi Rotary Dryer

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Q_{11} in	165786.969	
Q_{13} udara	334563.674	
Q_{14} out udara		133802.574
Q_{15} out		319899.524
Q_{loss}		46648.545
Total	500350.643	500350.643

9. Heater Udara

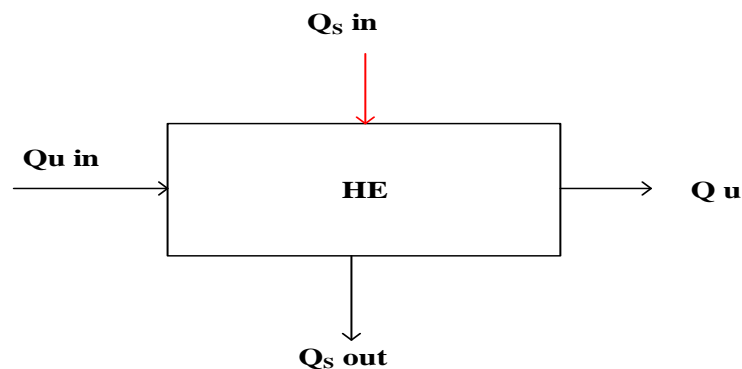
Fungsi: untuk menaikkan temperature udara

Kondisi Operasi :

Temperatur in : 30 °C

Temperatur Out : 75 °C

Berikut ini blok diagram neraca Energi Heater yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.16 Blok diagram neraca Energi pada Kristalizer

Table 4.16 Neraca Energi Heater

Aliran	Masuk (kj/jam)	Keluar (kj/jam)
Q _{in}	34876.59	
Q _{out}		334563.67
Q _{s in}	489216.253	
Q _{s out}		189529.169
Total	466193.01	466193.01

BAB V UTILITAS

Unit utilitas merupakan unit penunjang bagi unit proses utama dalam suatu pabrik atau sarana penunjang untuk menjalankan suatu pabrik dari tahap awal sampai produk akhir. Utilitas yang diperlukan pada prarancangan pabrik Aluminium Sulfat dari aluminium hidroksida dengan asam sulfat kapasitas 50.000 ton/tahun ini meliputi :

1. Listrik digunakan untuk alat pompa dan penunjang lainnya.
2. Air proses digunakan untuk pembuatan air pendingin pada Cooler.
Air sanitasi, digunakan untuk para karyawan lingkungan pabrik (perumahan, perkantoran, laboratorium, mesjid/ musholla, kantin, mess dan lain-lain).
3. *Steam* digunakan untuk alat *heater*, Evaporasi.
4. Air pendingin digunakan untuk *cooler, kristalizer, reaktor*

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan kebutuhan air pendingin, air sanitasi dan *steam* yang dapat dilihat pada **Tabel 5.1**

Tabel 5.1 Kebutuhan Air

Kebutuhan Air	Laju Alir (Kg/jam)
Air Umpan Boiler	2021,419
Air Pendingin	24209,357
Air Sanitasi	1314,710
Air Proses	2918,49
Total	30.463,974

5.1 Unit Penyediaan Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada pabrik aluminium sulfat direncanakan untuk non proses (perumahan, perkantoran, laboratorium, mesjid/musholla, kantin dan lain-lain) dan keperluan proses seperti menggerakkan pompa, penerangan dan peralatan instrumentasi. Sumber pengadaan listrik untuk kebutuhan-kebutuhan tersebut diperoleh dari PLN dan sebagai cadangan digunakan genset.

5.2 Unit Pengadaan Air

Untuk memenuhi kebutuhan air pada pabrik aluminium sulfat digunakan sumber air yang berasal dari ngipik, Gresik, Jawa Timur yang ditampung di dalam

bak penampung sementara, sebelum digunakan sebagai air sanitasi, air proses dan air umpan boiler. Kualitas air sungai dapat dilihat pada **Tabel 5.2**.

Tabel 5.2 Kualitas Air Sungai Mireng

No	Parameter	Satuan	
1	Temperatur	°C	26-29
2	Total Suspended Solids (TSS)	Mg/L	9-25
3	Kekeruhan	Ntu	3-5,17
4	pH	-	5-9
5	COD	Mg/L	4-22,6
6	BOD	Mg/L	3,48-4,25
7	DO	Mg/L	5,8-6,96
8	Silika	Mg/L	5,2-17,14
9	Besi	Mg/L	0,5
10	Mangan (Mn)	Mg/L	0,6
11	Sulfat	Mg/L	400
12	Timbal	Mg/L	0,03
13	Fecal Coliform	Mg/L	100

Sumber : *Direktorat jenderal pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan, Kementerian Lingkungan Hidup*

5.2.1 Air Sanitasi

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 tentang : Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi dan lain-lain, air sanitasi adalah air yang dapat digunakan untuk pemeliharaan kebersihan perorangan dan bahan baku air minum dengan standar baku mutunya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.3 Standar Baku Mutu Air Untuk Keperluan Sanitasi

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (Kadar Maksimum)
Parameter Fisik			
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	TDS (Total <i>Dissolved Solid</i>)	mg/L	
4	Suhu	°C	Suhu udara ± 3
5	Rasa		Tidak berasa
6	Bau		Tidak berbau
Parameter Biologi			
1	Total coliform	CFU/100 ml	50
2	E.coli	CFU/100 ml	0
Parameter Kimia			
1	pH	mg/L	6,5 – 8,5
2	Besi	mg/L	1
3	Fluorida	mg/L	1,5
4	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500
5	Mangan	mg/L	0,5
6	Nitrat	mg/L	10
7	Nitrit	mg/L	1
8	Sianida	mg/L	0,1
9	Deterjen	mg/L	0,05
10	Pestisida total	mg/L	0,1
Tambahan			
1	Air raksa	mg/L	0,001
2	Arsen	mg/L	0,05
3	Kadmium	mg/L	0,005
4	Kromium	mg/L	0,05
5	Selemium	mg/L	0,01
6	Seng	mg/L	15
7	Timbal	mg/L	0,05
8	Benzene	mg/L	0,01
9	Zat organik (KMNO ₄)	mg/L	10

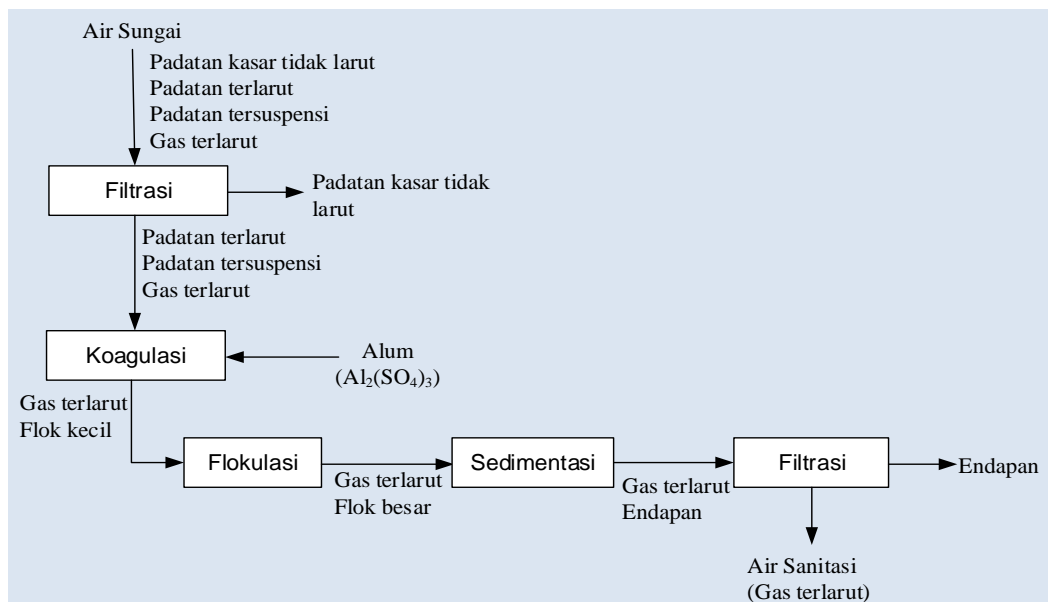
Selain itu berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang : Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, air untuk kebutuhan sanitasi dan bahan baku air minum dapat dikategorikan dalam kelas satu dengan standar mutunya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.4 Standar Mutu Air Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001

No	Parameter	Satuan	Kandungan Maksimum
1	TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/L	1000
2	TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	mg/L	50
3	pH	-	6 – 9
4	BOD	mg/L	2
5	DO	mg/L	6
6	COD	mg/L	10
7	Fosfat	mg/L	0,2
8	MBAS (deterjen)	µg/L	200
9	Timbal (Pb)	mg/L	0,03
10	Fenol	ml/100 ml	1
11	Tembaga (Cu)	mg/L	0,02
12	Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	mg/L	0,002
13	Sianida	mg/L	0,02

Untuk mendapatkan kualitas air sanitasi yang diharapkan dan sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan seperti pada **Tabel 5.3** dan **Tabel 5.4** maka dilakukan pengolahan air yang berasal dari telaga ngipik, Gresik, Jawa timur yang dapat dilihat pada **Gambar 5.1** dibawah ini

Pengolahan air sanitasi dapat dilihat pada **Gambar 5.1** dibawah ini.

**Gambar 5.1** Blok Diagram Proses Pengolahan Air Sanitasi

a. Proses Presedimentasi

Air sungai sebelum dikirim ke unit utilitas, dipisahkan terlebih dahulu dari kotoran yang berupa zat padat kasar yang terapung dengan cara memasang saringan disekitar *suction* pompa pengambil air (P-1001), lalu dipompakan dan dialirkan ke bak penampung sementara (BP-1101). Pada proses presedimentasi ini diharapkan dapat mengendapkan air baku sebanyak 20%.

b. Proses Pengolahan *Raw Water*

Air dari bak penampungan (BP-1101) dialirkan ke bak pengolahan *raw water* (BPR-2102) yang terdiri dari empat buah bak, yaitu bak pembentukan koagulan (*Mixing Chamber*), bak pembentukan flok-flok (*Flocculation Chamber*), bak sedimentasi (*Sedimentation Chamber*), dan bak penampungan limpahan air bersih (*Float Chamber*). Bak pengolahan *raw water* (BPR-2102) berfungsi untuk menghilangkan padatan terlarut dengan cara menambahkan bahan kimia sehingga terbentuk gumpalan dari kotoran-kotoran yang tersuspensi dalam air. Pengolahan *raw water* terbagi menjadi tiga tahap :

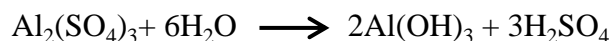
1. Proses Koagulasi

Air dari bak penampungan (BP-1101) dialirkan ke bak pembentukan koagulan, pada bak ini diinjeksikan bahan-bahan kimia sebagai berikut :

- Larutan Alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Bahan kimia ini untuk menggabungkan beberapa molekul melalui penetralan muatan.

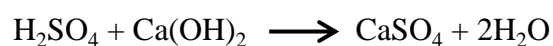
Reaksi yang terjadi :



- Larutan Kapur Tohor ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Bahan ini digunakan untuk menetralkan air yang dihasilkan pada unit pengendapan sehingga memperoleh nilai pH=7.

Reaksi yang terjadi :



- Larutan *Calcium Hypochlorite* ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$)

Penambahan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ berfungsi sebagai :

- Desinfektan berfungsi membunuh bakteri yang terdapat dalam air.
- Menghilangkan senyawa nitrogen dalam air, terutama amoniak.
- Mengontrol rasa, bau, dan warna.
- Meminimalkan H_2S .
- Meminimalkan Mn dan Fe
- Mengontrol alga dan lumut.
- Sebagai bahan pendukung koagulasi

2. Proses Flokulasi

Proses flokulasi, yaitu penggabungan flok-flok kecil menjadi flok yang berukuran besar. Proses flokulasi juga bisa dipercepat dengan penambahan zat kimia tertentu (flokulan aid), seperti $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Faktor utama yang mempengaruhi keefektifan koagulasi dan flokulasi air adalah tingkat kekeruhan air, padatan tersuspensi, pH, durasi dan tingkat agitasi selama koagulasi dan flokulasi, serta dosis koagulan.

Pengolahan dengan metode koagulasi-flokulasi dapat menghilangkan padatan tersuspensi sebesar 60-90%, BOD sebesar 40-70%, COD sebesar 30-60%, fosfor sebesar 70-90%, dan bakteri patogen yang menempel pada padatan tersuspensi sebesar 80-90% (U.S.EPA, 1987). Koagulan-koagulan yang terbentuk dialirkan bersama air ke bak pembentukan flok. Pada bak ini dilengkapi dengan pengaduk yang berputar dengan lambat sehingga koagulan-koagulan saling bergabung membentuk flok-flok.

3. Proses Sedimentasi

Flok-flok yang terbentuk dialirkan bersama air ke bak sedimentasi. Flok- flok ini akan mengendap dengan proses sedimentasi, dimana flok akan terbentuk pada bagian dasar tangki dan air bersih dialirkan pada bagian atas (limpahan). Bak sedimentasi ini dilengkapi dengan *sludge scrapper* yang bertujuan untuk mengangkut lumpur agar lumpur lebih cepat keluar.

c. Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan kloid. Pada pengolahan air, filtrasi digunakan untuk menyaring air hasil dari proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi sehingga dihasilkan air yang bersih.

Air bersih dari bak pengolahan *raw water* (BPR-2102) diteruskan ke *sand filter* (SF-2301), guna memisahkan kotoran-kotoran halus yang masih terdapat dalam air dan menghilangkan bau, rasa dan warna yang masih terdapat pada air tersebut. Penyaring yang digunakan pada *sand filter* (SF-2301) adalah pasir silika, karbon aktif, dan kerikil. Agar pasir tidak terikut didalam air, maka pada bagian bawah *Sand Fiter* (SF-2301) diberi penyaring. Air yang keluar dari *sand filter* (SF-2301) ditampung pada tangki penampungan air bersih (BP-2103). Air bersih ini sebagian digunakan untuk air sanitasi dan sebagian lagi di alirkan ke tangki air pendingin.

5.2.2 Air Pendingin

Air pendingin atau *cooling water* dihasilkan pada menara pendingin (*Cooling tower*). *Cooling tower* berfungsi sebagai alat untuk mendinginkan air panas yang berasal dari *condensor* dan *cooler* dengan cara dikontakkan langsung dengan udara secara konveksi paksa menggunakan *fan*/kipas.

Langkah pertama adalah memompa air panas tersebut menuju *cooling tower* melewati *system* pemipaan yang pada ujungnya memiliki banyak *nozzle* untuk tahap *spraying* atau semburan. Air panas yang keluar dari *nozzle* secara langsung sementara itu udara atmosfer dialirkan melalui atau berlawanan dengan arah jatuhnya air panas karena pengaruh *fan/blower* yang terpasang pada *cooling tower*. Sistem ini sangat efektif dalam proses pendinginan air karena suhu kondensasinya sangat rendah mendekati suhu *wet-bulb* udara. Air yang sudah mengalami penurunan temperatur ditampung dalam bak/basin untuk kemudian dipompa kembali menuju *condensor* dan *cooler*. Pada *cooling tower* juga dipasang katup *make up water* yang dihubungkan kesumber air terdekat untuk menambah kapasitas air pendingin jika terjadi kehilangan air ketika proses *evaporative cooling* tersebut.

5.2.1 Air Proses dan Air Umpan Boiler

Air baku ini yang berasal dari ngipik sebagian digunakan untuk air sanitasi dan sebagian lagi dilakukan demineralisasi untuk mendapatkan air proses dan air umpan boiler yang diharapkan memiliki spesifikasi sesuai dengan syarat air yang digunakan untuk umpan boiler dan air proses. Air umpan boiler harus memenuhi standar kualitas, yang dapat dilihat pada Tabel 5.6.

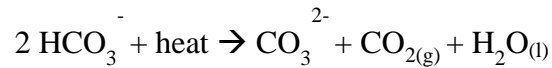
Tabel 5.5 Persyaratan Air Umpan Boiler

No	Parameter	Nilai
1	TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	≤ 3500 ppm
2	Alkalinitas	≤ 700 ppm
3	Padatan terlarut	≤ 300 ppm
4	Silika	60 – 100 ppm
5	Besi	$\leq 0,1$ ppm
6	Tembaga	$\leq 0,5$ ppm
7	Oksigen	$\leq 0,007$ ppm
8	Kesadahan	≤ 0
9	Kekeruhan	≤ 175 ppm
11	Residu fosfat	≤ 140 ppm

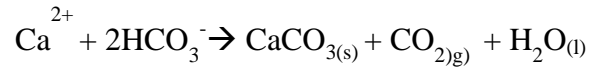
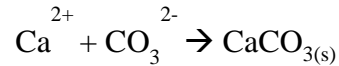
Sumber: PT. Nalco Indonesia

Selain itu air yang digunakan untuk umpan boiler harus bebas dari mineral-mineral atau unsur yang menyebabkan kesadahan air menjadi tinggi. Ion-ion seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan menyebabkan tingginya kesadahan air disamping juga Mn^{2+} dan $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$. Ion-ion penyebab kesadahan ini harus dieliminasi sekecil mungkin sehingga konsentrasinya maksimum 0,05 ppm.

Air umpan boiler dengan tingkat kesadahan yang tinggi dapat menyebabkan pembentukan kerak pada pipa maupun boiler itu sendiri. Kerak ini akan terbentuk ketika ion-ion seperti Ca^{2+} bereaksi dengan anion yang secara alami terdapat di dalam air, seperti ion bikarbonat (HCO_3^-) yang merupakan hasil reaksi antara CO_2 dengan air pada tekanan atmosfer. Ketika larutan yang mengandung Ca^{2+} dan HCO_3^- dipanaskan, endapan kalsium karbonat akan terbentuk sebagai hasil dari reaksi ion seperti di bawah ini.



Ion karbonat yang dihasilkan kemudian bereaksi dengan ion kalsium menurut persamaan reaksi :



Endapan kalsium karbonat inilah yang akan menempel pada permukaan peralatan sehingga mengurangi efisiensi alat. Pipa yang sudah ditumbuhi kerak ini akan memberikan hambatan gesekan sehingga mengurangi laju alir air.

Fenomena terbentuknya kerak ini dapat dilihat pada **Gambar 5.2**



Gambar 5.2 Lapisan Kerak pada Pipa

Selain itu, boiler dengan permukaan yang dilapisi oleh kerak juga akan mengalami penurunan efisiensi panas seperti yang ditunjukkan oleh **Tabel 5.6**.

Tabel 5.6 Kehilangan Efisiensi Termal Akibat Lapisan Kerak pada Boiler

Ketebalan Lapisan Kerak (in)	Kehilangan Efisiensi Termal (%)
1/16	15
1/8	25
1/4	39
3/8	55
1/2	70

Sumber : Pears, 2004

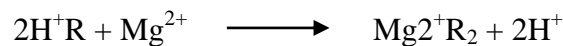
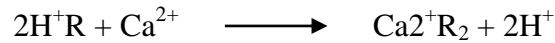
1. Demineralisasi (*Water Softener*)

Water softener menggunakan prinsip kerja pertukaran ion. Pada proses ini, air dialirkan melalui unggun resin yang telah dijenuhkan terlebih dahulu dengan mengalirkan larutan *brine* (mengandung ion natrium) melewati unggun.

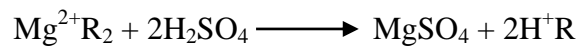
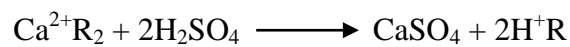
- **Pertukaran Kation (Cation Exchanger)**

Pertukaran kation berfungsi untuk mengikat logam-logam alkali dan mengurangi kesadahan air yang digunakan. Proses yang terjadi adalah pertukaran antara kation Ca, Mg dan kation lain yang larut dalam air dengan kation resin.

Resin yang digunakan bermerek Doulittle C-20. Reaksi yang terjadi adalah



Untuk regenerasi dipakai H_2SO_4 dengan reaksi :



Kation lainnya, seperti ion Cu^{2+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} dan Fe^{2+} dll, juga akan dihilangkan dari dalam air melalui proses ini. Air yang keluar selanjutnya ditampung pada *demin water storage tank* (TDW-4201) dan dapat digunakan untuk air umpan *boiler*.

Perhitungan Kesadahan Kation :

Air telaga ngipik mengandung kation Ca^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , dan Fe^{2+} masing-masing 195 ppm, 96 ppm, 0,027 ppm, 0,002 ppm, 0,007 ppm, 0,02 ppm, 0,05 ppm, 0,026 ppm (Tabel 5.7)

1 grain/gal = 17,1 ppm

Laju alir air (m) = 11553,99 kg/jam

- Total kesadahan kation = 291,13 ppm

- Densitas air (ρ) = 997 kg/m³

$$\text{Volume (V)} = \frac{m}{\rho} = \frac{11553,99 \text{ kg/jam}}{997 \text{ kg/m}^3} = 11,59 \text{ m}^3/\text{jam} = 51,02 \text{ gal/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Kesadahan air} &= \frac{291,2 \text{ grain}}{17,1 \text{ galon}} \times 51,02 \text{ gal/menit} \times \frac{1}{1000} \text{ kg.grain} \\ &= 0,87 \text{ kg.grain/menit} \\ &= 1250,92 \text{ kg.grain/hari} \end{aligned}$$

Volume Resin yang Diperlukan :

Total Kesadahan air = 1250,92kg.grain/hari

Dari Tabel 12.2, *The Nalco Water Hand Book*, 1992, diperoleh :

Resin yang digunakan memiliki EC (Exchanger Capacity) = 20 kgr/ft³

Direncanakan :

- Diameter Tangki = 4 ft
- Luas permukaan = $12,5 \text{ ft}^2$

$$\text{Kebutuhan resin} = \frac{1250,92 \text{ kg.grain/hari}}{20 \text{ kgr/ft}^3} = 62,55 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

Tinggi yang ditempati oleh resin (h) :

Kebutuhan resin = tinggi resin x luas permukaan

$$62,55 \text{ ft}^3/\text{hari} = h \times 12,55 \text{ ft}^2$$

$$h = 4,98 \text{ ft}$$

Faktor kelonggaran diambil 80%, maka :

$$\text{Tinggi resin} = 4,98 \text{ ft} / 80\%$$

$$= 6,23 \text{ ft}$$

Regenerasi volume resin (V) = h x A

$$= 6,23 \text{ ft} \times 12,55 \text{ ft}^2$$

$$= 78,18 \text{ ft}^3$$

Siklus regenerasi (t) = $\frac{\text{Volume resin} \times \text{kapasitas resin}}{\text{Total muatan}}$

$$= \frac{78,18 \text{ ft}^3 \times 20 \text{ kgr/ft}^3}{1250,92 \text{ kg.grain/hari}}$$

$$= 1,3 \text{ hari (30 jam)}$$

Sebagai regenerant digunakan H₂SO₄ dimana pemakaiannya sebanyak 9,61 lb H₂SO₄/ft³ untuk setiap regenerasi (Nalco, 1988)

Kebutuhan H₂SO₄ = $\frac{\text{Total muatan} \times \text{kapasitas regenerasi}}{\text{kapasitas resin}}$

$$= \frac{1250,92 \text{ kg.grain/hari} \times 9,61 \text{ lb H}_2\text{SO}_4/\text{ft}^3}{20 \text{ kgr/ft}^3}$$

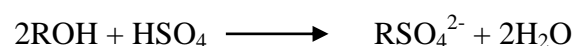
$$= 601,07 \text{ lb regenerasi} \times (1/30 \text{ jam})$$

$$= 20,04 \text{ lb/jam (9,09 kg/jam)}$$

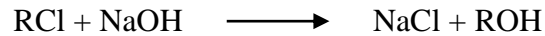
- **Pertukaran Anion (Anion Exchanger)**

Pertukaran anion berfungsi untuk menukar anion yang terdapat dalam air dengan ion Hidroksida dari resin. Resin yang digunakan bermerek Dower 2.

Reaksi yang terjadi adalah



Untuk regenerasi dipakai NaOH dengan reaksi :



Perhitungan Kesadahan Anion :

Air dari telaga ngipik mengandung anion Cl_2^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^- dan CO_3^{2-} masing-masing 60 ppm, 0,30 ppm, 0,74 ppm, 45 ppm, dan 97 ppm (**Tabel 5.7**)

1 grain/gal = 17,1 ppm

Kebutuhan air umpan boiler (m) = 11553,99 kg/jam

- Total kesadahan anion = 203,04 ppm

- Densitas air (ρ) = 997 kg/m³

$$\text{Volume (V)} = \frac{m}{\rho} = \frac{11553,99 \text{ kg/jam}}{997 \text{ kg/m}^3} = 11,59 \text{ m}^3/\text{jam} = 51,02 \text{ gal/menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Kesadahan air} &= \frac{203,04 \text{ grain}}{17,1 \text{ galon}} \times 51,02 \text{ gal/menit} \times \frac{1}{1000} \text{ kg.grain} \\ &= 0,61 \text{ kg.grain/menit} \\ &= 872,41 \text{ kg.grain/hari} \end{aligned}$$

Volume Resin yang Diperlukan :

Total Kesadahan air = 872,41 kg.grain/hari

Dari Tabel 12.2, The Nalco Water Hand Book, 1992, diperoleh :

Resin yang digunakan memiliki EC (Exchanger Capacity) = 25 kgr/ft³

Direncanakan :

- Diameter Tangki = 4 ft
- Luas permukaan = 12,5 ft²

$$\text{Kebutuhan resin} = \frac{872,41 \text{ kg.grain/hari}}{25 \text{ kgr/ft}^3} = 34,90 \text{ ft}^3/\text{hari}$$

Tinggi yang ditempati oleh resin (h) :

Kebutuhan resin = tinggi resin x luas permukaan

$$34,90 \text{ ft}^3/\text{hari} = h \times 12,5 \text{ ft}^2$$

$$h = 2,78 \text{ ft}$$

Faktor kelonggaran diambil 80%, maka :

$$\text{Tinggi resin} = 8,92 \text{ ft} / 80\%$$

$$= 3,47 \text{ ft}$$

Regenerasi volume resin (V) = h x A

$$= 3,47 \text{ ft} \times 12,5 \text{ ft}^2$$

$$\begin{aligned}
 &= 43,62 \text{ ft}^3 \\
 \text{Siklus regenerasi (t)} &= \frac{\text{Volume resin x kapasitas resin}}{\text{Total muatan}} \\
 &= \frac{43,62 \text{ ft}^3 \times 25 \text{ kgr/ft}^3}{872,41 \text{ kg.grain/hari}} \\
 &= 1,3 \text{ hari (30 jam)}
 \end{aligned}$$

Sebagai regenerant digunakan NaOH dimana pemakaiannya sebanyak 3,5 lb H₂SO₄/ft³ untuk setiap regenerasi (Nalco, 1988)

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan NaOH} &= \frac{\text{Total muatan x kapasitas regenerasi}}{\text{kapasitas resin}} \\
 &= \frac{2801,90 \text{ kg.grain/hari} \times 3,5 \text{ lb H}_2\text{SO}_4/\text{ft}^3}{25 \text{ kgr/ft}^3} \\
 &= 122,14 \text{ regenerasi} \times (1/30 \text{ jam}) \\
 &= 4,07 \text{ lb/jam (1,85 kg/jam)}
 \end{aligned}$$

5.3 Unit Penyediaan *Steam*

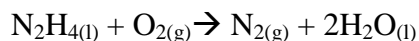
Unit ini berfungsi memenuhi kebutuhan *steam* pada pabrik, *steam* dihasilkan oleh boiler dan digunakan untuk keperluan proses.

5.3.1 *Deaerator*

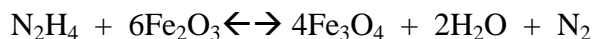
Selain bebas dari ion-ion penyebab kesadahan, air umpan boiler juga harus bebas dari kandungan gas terlarut, seperti oksigen dan karbon dioksida. Keberadaan oksigen dan karbon dioksida terlarut di dalam air umpan boiler akan memicu terjadinya korosi pada perpipaan, boiler, dan peralatan lainnya.

Pemisahan gas terlarut dari air umpan boiler ini dapat dilakukan dalam suatu alat *deaerator*. Untuk menghilangkan kandungan gas-gas terlarut didalam air diberikan perlakuan fisik dan kimia. Perlakuan fisik dilakukan dengan menaikkan suhu air didalam *deaerator* dengan menggunakan *steam*. Mekanismenya yaitu: Air umpan boiler disemprotkan melalui *nozzle* dari bagian atas kolom *deaerator* yang terdiri atas *tray-tray*. Dari bagian bawah dialirkan *steam* dengan arah yang berlawanan dengan arah air umpan (*counter flow*). Kontak antara steam dengan air umpan pada *tray-tray* ini akan menaikkan temperature air sehingga dapat mengurangi kelarutan gas oksigen dan karbon dioksida didalam air sampai 0,007 ppm. Dilanjutkan dengan perlakuan kimia yaitu dengan penambahan bahan kimia yang dikenal dengan oksigen *scavenger*. Oksigen *scavenger* yang biasa digunakan

adalah hidrazin (N_2H_4) dapat menghilangkan sisa oksigen yang tidak hilang secara mekanis. Hidrazin akan bereaksi dengan oksigen membentuk air dan gas nitrogen, sehingga dapat menghilangkan sisa kandungan gas terlarut dalam didalam air. Reaksi hidrazin dengan oksigen adalah sebagai berikut.



Hydrazine dapat juga bereaksi dengan besi dengan reaksi sebagai berikut :



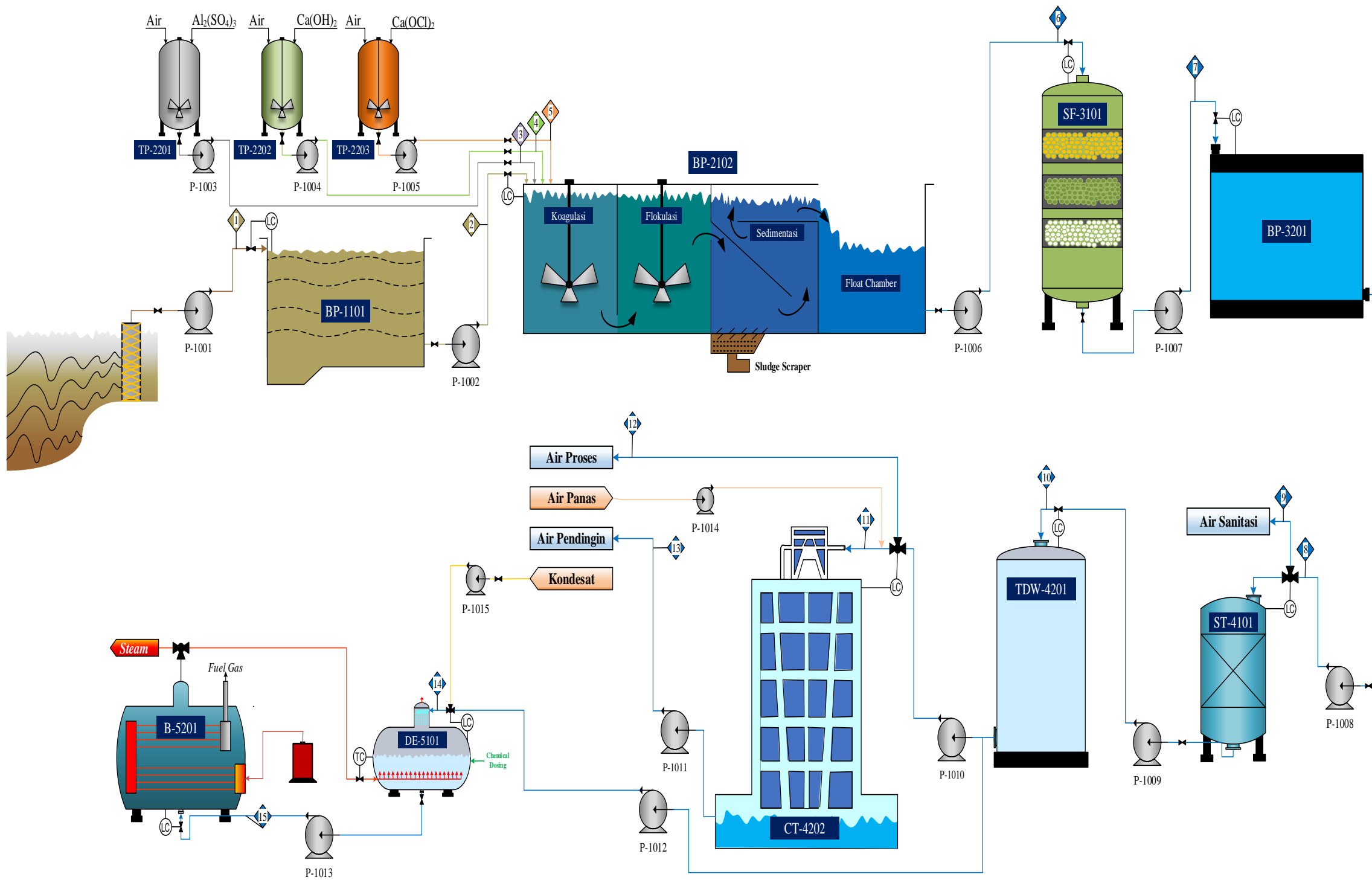
Selanjutnya air yang sudah bebas dari kandungan gas terlarut akan turun dan masuk ke dalam *storage tank* yang terletak di bagian bawah *deaerator* untuk kemudian dialirkan ke dalam boiler. Temperatur air keluar dari alat ini berkisar antara 102-104°C. Air keluaran *daerator* dialirkan ke Boiler (B-3801) untuk menghasilkan uap atau *steam* yang dibutuhkan pada proses pabrik. Jenis boiler yang digunakan adalah *fire tube boiler*. Api akan mengalir melewati *tube-tube* dan memanaskan air. Energi panas yang dilepaskan bahan bakar diserap oleh air sehingga air mengalami perubahan dari fasa cair menjadi fasa uap (*saturated* atau *superheated steam*). *Steam* yang dihasilkan ini kemudian dikirim ke *plant* untuk digunakan pada alat *heat exchanger*. Kondensat yang dihasilkan kemudian dialirkan ke *deaerator* (DE-3701) kembali. *Steam* yang dihasilkan bersuhu 200°C.

5.4 Unit Pengolahan Limbah

Limbah suatu industri merupakan hal yang tidak dapat diabaikan keberadaannya. Limbah yang tidak dikelola dengan baik bisa berdampak bagi lingkungan. Kandungan bahan-bahan organik yang tinggi pada limbah yang dihasilkan dapat menjadi sumber pertumbuhan mikroba. Sehingga limbah industri secara langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat apabila tidak dikelola dengan benar.

Dalam proses produksinya, pabrik Aluminium Sulfat menghasilkan hanya sedikit limbah, yaitu limbah Air proses pada alat pemisahan *centrifugasi*. Sehingga penanganan limbah di pabrik biodiesel tidak terlalu diperhatikan secara khusus.

UTILITAS PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM HIDROKSIDA DENGAN ASAM SULFAT KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN



Kode Alat	Keterangan
P-1001 s/d 1015	Pompa
BP-1101	Bak Penampung Air Sungai
TP-2201	Tangki Pelarutan $Al_2(SO_4)_3$
TP-2202	Tangki Pelarutan $Ca(OH)_2$
TP-2203	Tangki Pelarutan $Ca(OCl)_2$
BP-2102	Bak Pengolahan Raw Material
SF-3101	Sand Filter
BP-3201	Bak Penampung Air Sungai
ST-4101	Softener Tank
TDW-4201	Demin Water Storage Tank
CT-4202	Cooling Tower
DE-5101	Daerator
B-5201	Boiler


JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS BUNG HATTA

FLWSHEET UTILITAS PABRIK ALUMINIUM SULFAT DARI ALUMINIUM HIDROKSIDA DENGAN ASAM SULFAT KAPASITAS 50.000 TON/TAHUN

Digambar Oleh

Dian Novendri Doloksaribu
(21100217411050)

Amdanu W.A.K LumbanTobing
(21100217411051)

Diperiksa dan Disetujui Oleh

Dr. Firdaus, S.T., M.T
Dosen Pembimbing

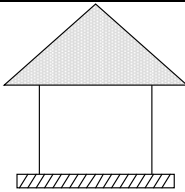
BAB VI
SPESIFIKASI PERALATAN

Berdasarkan perhitungan, diperoleh spesifikasi peralatan pada prarancangan pabrik Aluminium Sulfat dari Aluminium Hidroksida dan Asam sulfat dapat diuraikan di bawah ini :

6.1 Spesifikasi Peralatan Utama

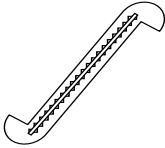
6.1.1 Tangki Penyimpanan H₂SO₄

Tabel 6.1 Spesifikasi Gudang Al(OH)₃

SPESIFIKASI	
Nama	Gudang Al(OH) ₃
Kode	WH-1.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan bahan baku Al(OH) ₃
Sifat Bahan	Padatan
Fasa Bahan Yang Disimpan	Padatan
DATA DESIGN	
Gambar	
Konstruksi	Dinding beton, alas semen, atap asbes
Tinggi Gudang	6,5 m
Panjang Gudang	13 m
Lebar Gudang	13 m

6.2.2 Bucket Elevator

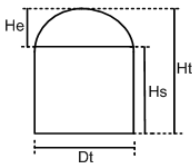
Tabel 6.2 Spesifikasi *Bucket Elevator*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Bucket Elevator</i>
Kode	(BE-1.01) dan (BE-3.02)
Jumlah	2 Unit
Fungsi	Untuk mengangkut bahan baku padatan
Sifat Bahan	Padatan
Fasa Bahan Yang Disimpan	Padatan
DATA DESIGN	
Gambar	
Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Tinggi <i>Elevator</i>	7,6 m
Ukuran <i>Bucket</i>	5,5 in
Jarak antar <i>Bucket</i>	8 in
Kecepatan <i>Bucket</i>	225 ft/menit
Kecepatan putaran	43 Rpm
Power Poros	1 Hp

6.2.3 Tangki Penyimpanan H₂SO₄

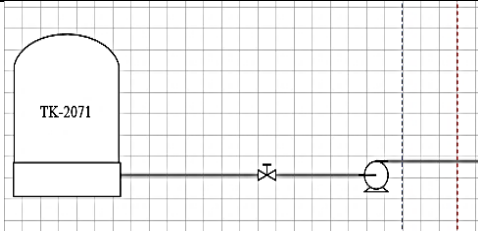
Tabel 6.3 Spesifikasi Tangki Penyimpanan H₂SO₄

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Penyimpanan H ₂ SO ₄
Kode	TP-1.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai tempat penyimpanan bahan baku H ₂ SO ₄
Sifat Bahan	korosif
Fasa Bahan Yang Disimpan	Cair
DATA DESIGN	

Gambar	
Konstruksi	<i>Silinder Vertikal, alas datar dan tutup ellipsoidal</i>
Diameter tangki, (Dt)	7,8 m ³
Tinggi Tangki	5,2 m
Tinggi Silinder	3,9 m
Tinggi Tutup Ellipsoidal	1,3 m

6.2.4 Pompa

Tabel 6.4 Spesifikasi Pompa

SPESIFIKASI	
Nama	Pompa
Kode	P-1.01
Jumlah	4 Unit
Fungsi	Sebagai alat transportasi cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal Pump</i>
Bahan	<i>Carbon Steel</i>
Tekanan	1 atm
Densitas	1823,2 kg/m ³
Viskositas Campuran	26,20 cP
Faktor Keamanan	10%
Daya Pompa	1 Hp
Diameter Optimum	1,6 in

6.2.5 Pompa Peralatan

Tabel 6.5 Daya Pompa Pada Peralatan

Kode Alat	Jenis Pompa	Daya (Hp)
P-1.01	<i>Centrifugal Pump</i>	1 Hp
P-1.02	<i>Rotary Pump</i>	3,8 Hp
P-2.03	<i>Rotary Pump</i>	1 Hp
P-2.04	<i>Rotary Pump</i>	1 Hp
P-2.05	<i>Rotary Pump</i>	1 Hp

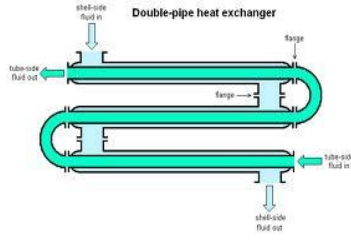
6.2.6 Tangki Pengenceran

Tabel 6.6 Spesifikasi Tangki Pengenceran H₂SO₄

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Pengenceran H ₂ SO ₄
Kode	MI-1.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai pengenceran H ₂ SO ₄
Sifat Bahan	korosif
Fasa Bahan Yang Disimpan	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Konstruksi	<i>Carbon steel, SA-285, Gr.C</i>
Diameter tangki, (Dt)	1,7 m
Tinggi Tangki	3,1 m
Tinggi Tutup <i>Ellipsoidal</i>	0,45 m
Tebal <i>Ellipsoidal</i>	0,3 in
Diameter Pengaduk	0,5 m
Panjang <i>Blade</i> Pengaduk	0,4 m
Lebar <i>Blade</i> Pengaduk	0,3 m
Tinggi Pengaduk	1,7 m
Lebar <i>Baffle</i>	0,4 m
Daya Motor	10,32 Hp

6.2.7 Heat Exchanger

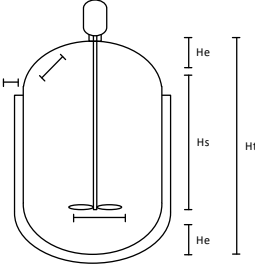
Tabel 6.7 Spesifikasi *Heat Exchanger*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Heat Exchanger</i>
Kode	HE-1.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai tempat pemanasan H ₂ SO ₄
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Double-Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>duplex stainless steel</i>
<i>Overall Clean Coefficient, U_c</i>	2,93 Btu/Jam.°F
<i>Overall design Coefficient, U_d</i>	2,91 Btu/Jam.°F
<i>Dirt Factor, RD</i>	0,0002
<i>OD Tube</i>	2,38 in
<i>ID Shell</i>	2,067 in
Luas Penampang	5,3 ft ²

6.2.8 Reaktor

Tabel 6.8 Spesifikasi *Reaktor*

SPESIFIKASI	
Nama	Reaktor
Kode	R-1011
Jumlah	1 unit
Fungsi	Tempat terjadinya reaksi
Tekstur bahan	Liquid
DATA DESIGN	

Gambar	
Tipe	Silinder vertikal berpengaduk dengan tutup dan alas elipsiodal,
Bahan konstruksi	<i>Carbon stell SA 240 grade M TYPE 316</i>
Volume tangki	7,63 m ³
Diameter tangki	2,05 m
Hs	2,56 m
He	0,51 m
Ht	3,58m
Hc	3,22 m
Tekanan Cairan, Pc	8,05 psi
Tekanan Desain, Pd	81,53 psi
Tebal dinding tangki, Td	0,3
Tebal elipsiodal, Te	0,3
Diameter impeller, Da	2,30 ft
Lebar daun impeller, W	1,38 ft
Tinggi pengaduk dari dasar	2,30 ft
Daya motor pengaduk	1,54 HP
Luas permukaan	52,78 ft ²
Jarak jaket	30 cm
Tinggi jaket	3,36 m
Diameter Jaket	2,03 m

6.2.9 Filter Press

Tabel 6.9 Spesifikasi *Filter Press*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Filter Press</i>
Kode	FP-1.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai tempat pemisahan Al(OH) ₃ yang tidak bereaksi
DATA DESIGN	

Gambar	
Tipe	<i>Plate and frame filter press</i>
Bahan	<i>Carbon steel (SA-285 grade A)</i>
Jumlah <i>Plate</i>	10 buah
Jumlah <i>Frame</i>	10 buah

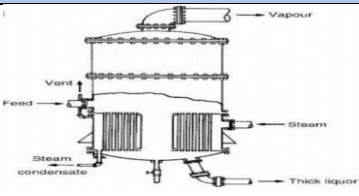
6.2.10 Cooler

Tabel 6.10 Spesifikasi Cooler

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Cooler</i>
Kode	C-1.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai tempat pendinginan $Al_2(SO_4)_3$
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Double-Pipe Heat Exchanger</i>
Bahan	<i>duplex stainless steel</i>
<i>Overall Clean Coefficient, U_c</i>	120,53 Btu/Jam.°F
<i>Overall design Coefficient, U_d</i>	97,121 Btu/Jam.°F
<i>Dirt Factor, RD</i>	0,002
<i>OD Tube</i>	0,13 ft
<i>ID Shell</i>	0,11 ft
Luas Penampang	135,82 ft ²

6.2.11 Evaporator

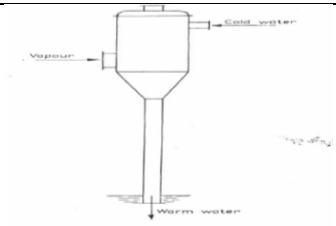
Tabel 6.11 Spesifikasi *Evaporator*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Evaporator</i>
Kode	FP-1.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai tempat memekatkan $Al_2(SO_4)_3$ dan mengurangi kadar air
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Long-Tube Vertical (Silinder vertical dengan tutup ellipsoidal dan alas conical)</i>
Bahan	<i>Stainless Steel (SA-240 Grade 304)</i>
Diameter <i>Evaporator</i>	1,8 m
Tinggi <i>Evaporator</i>	4,3 m
Tinggi <i>Silinder</i>	1,8 m
Tinggi <i>Ellipsoidal</i>	0,4 m
Tinggi <i>Conical</i>	0,5 m
Tinggi cairan dalam <i>Evaporator</i>	3,7 m
Tebal dinding <i>Evaporator</i>	0,081 in
Tebal tutup <i>Ellipsoidal</i>	0,086 in
Tebal dinding alas <i>Conical</i>	0,086 in

6.2.12 Condensor

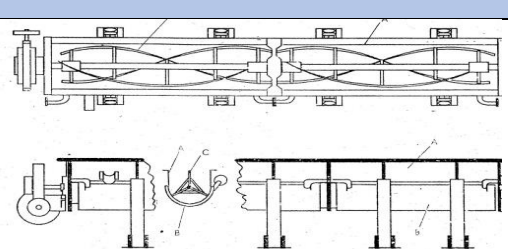
Tabel 6.12 Spesifikasi *Condensor*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Condensor</i>
Kode	CD-2.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai alat untuk merubah fasa gas dari <i>Evaporator</i> menjadi fasa cair
DATA DESIGN	

Gambar	
Tipe	<i>Wet Counter Current</i>
Bahan	<i>Stainless Steel</i>
Tinggi badan <i>condenser</i>	8,2 ft
Diameter badan <i>condenser</i>	3,32 ft
Tinggi <i>tailing</i> pipa	159,6 ft

6.2.13 Crystallizer

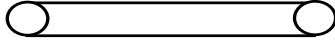
Tabel 6.13 Spesifikasi Crystallizer

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Crystallizer</i>
Kode	K-3.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai alat untuk pembentukan kristal $Al_2(SO_4)_3$
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Swenson Walker</i>
Bahan	<i>Carbon steel SA-283 grade C 1 Unit</i>
Panjang Kristalizer	4,9 m
Luas perpindahan panas, A	51,33 ft ²

6.2.14 Belt Conveyor

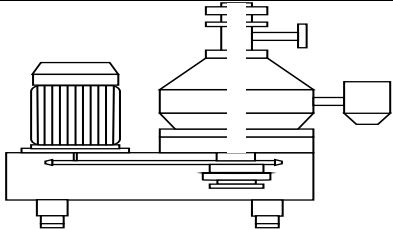
Tabel 6.14 Spesifikasi Belt Conveyor

SPESIFIKASI

Nama	<i>Belt Conveyor</i>
Kode	(BC-1.01), (BC2.02) dan (BC-3.03)
Jumlah	3 Unit
Fungsi	Sebagai alat transportasi padatan
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Belt conveyor</i>
Bahan	<i>Rubber</i>
Diameter <i>centrifuge</i>	51,33 ft ²
Diameter <i>bowl</i>	13 in
Kecepatan putaran	4000 Rpm
Daya motor	6 Hp
Gaya <i>centrifuge</i>	2953,6 Lbf
Tebal dinding silinder	0,04 in

6.2.15 Centrifuge

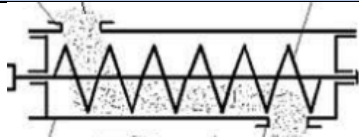
Tabel 6.15 Spesifikasi Centrifuge

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Centrifuge</i>
Kode	CF-3.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai alat pemisah air dari Al ₂ (SO ₄) ₃
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Dish centrifuge</i> dengan alas dan tutup datar
Bahan	<i>Stainless Steel austenitic (SA-240 Grade 304)</i>
Diameter <i>centrifuge</i>	51,33 ft ²

Diameter <i>bowl</i>	13 in
Kecepatan putaran	4000 Rpm
Daya motor	6 Hp
Gaya <i>centrifuge</i>	2953,6 Lbf
Tebal dinding silinder	0,04 in

6.2.16 Screw Conveyor

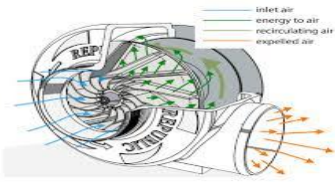
Tabel 6.16 Spesifikasi *Screw Conveyor*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Screw Conveyor</i>
Kode	(SC-3.02) dan (SC-3.01)
Jumlah	2 Unit
Fungsi	Sebagai alat transportasi krsital $Al_2(SO_4)_3$
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Silinder</i>
Bahan	<i>Stainless Steel (SA-240)</i>
Diameter pipa	2,5 in
Diameter <i>shaft</i>	2 in
Diameter <i>flights</i>	10 in
Panjang maksimum	45 in
Pusat gantungan	10 in
Kecepatan motor	55 Rpm
Daya motor	1,5 Hp

6.2.17 Blower

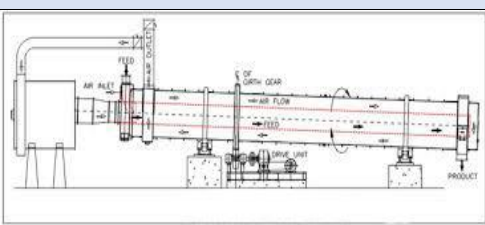
Tabel 6.17 Spesifikasi *Blower*

SPESIFIKASI	
Nama	Blower
Kode	B
Jumlah	1 unit
Fungsi	Alat untuk menghisap udara
Tekstur bahan	Udara

DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Centrifugal</i>
Bahan Konstruksi	<i>Comercial Steel</i>
Rate volumetrik udara (Q)	5541,16 m ³ /jam
Daya blower	0,02 HP

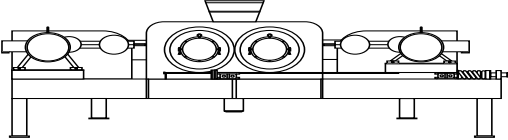
6.2.18 Rotary Dryer

Tabel 6.18 Spesifikasi Rotary Dryer

SPESIFIKASI	
Nama	Rotary dryer
Kode	RD
Jumlah	1 unit
Fungsi	Alat untuk mengurangi kadar air aluminium
Tekstur bahan	Sulfat Solid
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Rotary dryer</i>
Bahan Konstruksi	<i>Stainless steel</i>
Volume rotary	10,998 m ³
Luas permukaan	233,4416 ft ²
Diameter rotary	1,03 m
Panjang rotary	4,12 m
Kecepatan putaran	5,50 rpm
Waktu tinggal	9,9 menit
Daya	1,1 HP

6.2.19 Roller Mill

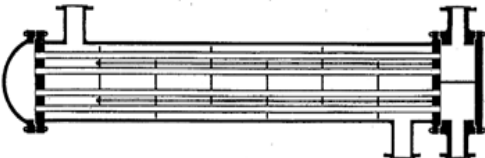
Tabel 6.19 Spesifikasi Roller Mill

SPESIFIKASI	
Nama	Roller Mill
Kode	RM-3.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai alat transportai krsital $Al_2(SO_4)_3$
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	Silinder
Diameter roll	18 in
Face roll	18 in
Size lump	4 in
Putaran	150 Rpm
Daya motor	8 Hp

6.2.20 Heater Udara

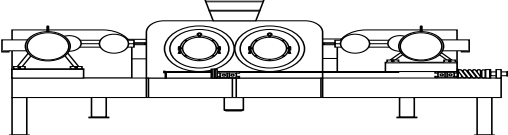
Tabel 6.20 Spesifikasi Heater Udara

SPESIFIKASI	
Nama	Heater
Kode	HE
Jumlah	1 unit
Fungsi	Alat untuk menaikkan temperatur Udara .
Tekstur bahan	Gas
DATA DESIGN	

Gambar	
Tipe	<i>Shell and Tube</i>
Bahan konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Panas yang dibawa steam	486.556,03 kJ/jam
LMTD	263,43 °F
A	437,74 ft ²
Luas daerah aliran steam (As)	0,13 ft ²
Kecepatan aliran (Gs)	110855,14 lb/jam ft ²
Bilangan reynold (Re)	283646,510
Luas daerah aliran udara (At)	0,17 ft ²
Kecepatan aliran (Gt)	1437012,97 lb/jam ft ²
Bilangan reynold (Ret)	3260160,059
Uc	16,30 BTU/h(ft ²)(°F)
Ud	7,5 BTU/h(ft ²)(°F)
Rd	0,072
ΔPs (shell)	0,03 Psi
ΔPs (tube)	0.05 psi

6.2.21 Silo

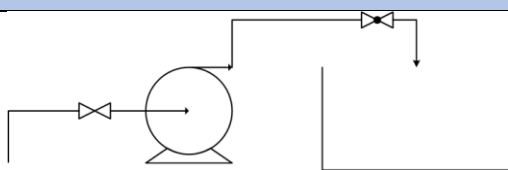
Tabel 6.21 Spesifikasi Silo

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Roller Mill</i>
Kode	RM-3.01
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Sebagai alat transportasi krsital Al ₂ (SO ₄) ₃
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Silinder</i>
Diameter roll	18 in
Face roll	18 in
Size lump	4 in
Putaran	150 Rpm
Daya motor	8 Hp

6.2 Spesifikasi Peralatan Utilitas

6.2.1. Pompa Air Sungai

Tabel 6.22 Spesifikasi Pompa

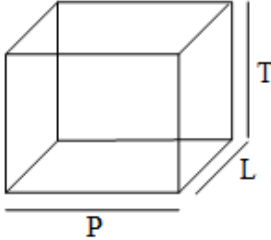
SPESIFIKASI	
Nama	Pompa
Kode	P-1001
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Transportasi cairan
DATA DESIGN	
Gambar	
Bahan Konstruksi	<i>Commercial steel pipe</i>
Type	<i>Centrifugal pump</i>
Laju Alir	11555,45 kg/jam
Ukuran Pipa	2,5 in sch 40
OD Pipa	2,875 in
ID Pipa	2,460 in
Daya	1,4 HP

Tabel 6.23 Pompa pada Peralatan utilitas

Kode	Keterangan	Ukuran pipa (in)	Daya (HP)
P-1002	Pompa bak penampungan	2,5	1,1435
P-1003	Pompa tangki pelarutan alum	1/8	0,0001
P-1004	Pompa tangki pelarutan kapur tohor	1/8	0,0001
P-1005	Pompa tangki kaporit	1/8	0,0003
P-1006	Pompa ke unit pengolahan raw water	2,5	0,73
P-1007	Pompa ke sand filter	2,5	0,62
P-1008	Pompa ke bak penampungan air bersih	2,5	0,85
P-1009	Pompa ke softener tank	2,5	0,64
P-10010	Pompa ke tangki air demin	2	0,90
P-10011	Pompa ke deaeratrator	2	0,1
P-10012	Pompa ke boiler	2	0,42
P-10013	Pompa ke cooling tower	3	6,28

6.2.2. Bak Penampung Air Sungai

Tabel 6.24 Spesifikasi Bak Penampung Air Sungai

SPESIFIKASI	
Nama	Bak Penampung Air Sungai
Kode	BP-1101
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Menampung air sungai sebelum diolah menjadi air bersih
DATA DESIGN	
Gambar	
Bahan Konstruksi	Beton bertulang
Type	Persegi Panjang
Laju Alir	11555,45 kg/jam
Panjang	11 m
Lebar	7 m
Tinggi	4 m

6.2.3. Tangki Pelarutan Alum

Tabel 6.25 Spesifikasi Tangki Pelarutan Alum

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Pelarutan Alum
Kode	T-2202
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Tempat melarutkan alum
Sifat bahan	Korosif
Fasa	Padat
DATA DESIGN	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel (SA-285 Grade A)</i>
Type	Silinder vertikal dengan alas dan tutup ellipsoidal
Laju Alir	11.555,45 kg/jam
Diameter tangki	0,48 m
Tinggi tangki	0,73 m
Tebal tangki	0,84 mm
Kecepatan Pengaduk	4,83 rps
Daya Pengadukan	0,02 HP
Daya Motor	0,03HP

6.2.4. Tangki Pelarutan Kapur Tohor

Tabel 6.26 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kapur Tohor

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Pelarutan Kapur Tohor
Kode	T-2201
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Tempat melarutkan Kapur Tohor
Sifat bahan	Reaktif terhadap asam
Fasa	Padat
DATA DESIGN	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel (SA-285 Grade A)</i>
Type	Silinder vertikal dengan alas dan tutup ellipsoidal
Laju Alir	11.555,45 kg/jam
Diameter tangki	0,30 m
Tinggi tangki	0,44 m
Tebal tangki	0,72 mm
Kecepatan	7,23 rps
Pengaduk	
Daya Pengadukan	0,013 HP
Dayar Motor	0,017 HP

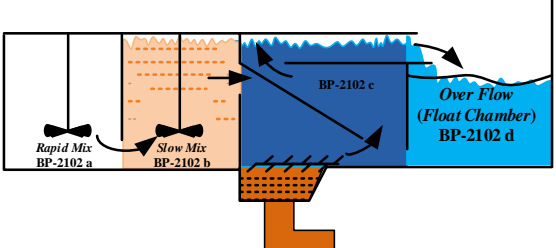
6.2.5. Tangki Pelarutan Kaporit

Tabel 6.27 Spesifikasi Tangki Pelarutan Kaporit

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Pelarutan Kaporit
Kode	T-2203
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Tempat melarutkan Kaporit
Sifat bahan	Korosif
Fasa	Padat
DATA DESIGN	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel (SA-285 Grade A)</i>
Type	Silinder vertikal dengan alas dan tutup ellipsoidal
Laju Alir	11.555,45 kg/jam
Diameter tangki	0,33 m
Tinggi tangki	0,50 m
Tebal tangki	0,74 mm
Kecepatan	6,71 rps
Pengaduk	
Daya Pengadukan	0,014 HP
Dayar Motor	0,017 HP

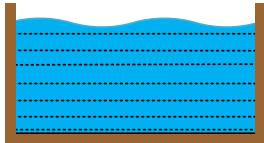
6.2.6. Unit Pengolahan *Raw Water*

Tabel 6.28 Spesifikasi Unit Pengolahan *Raw Water*

SPESIFIKASI	
Nama	Unit Pengolahan <i>Raw Water</i>
Kode	BP-2102
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Tempat pencampuran, pembentukan dan pengendapan flok-flok yang terkandung dalam air
DATA DESIGN	
Gambar	
Bahan Konstruksi	Beton bertulang
Type	Persegi Panjang
Laju Alir	11.555,45 kg/jam
Panjang Total	4,9 m
Lebar	3,3 m
Tinggi	1,6 m
Panjang Bak Pencampur	0,97 m
Panjang Bak Flokulasi	0,97 m
Panjang Bak Sedimentasi	1,46 m
Panjang Bak Berpelampung	1,46 m

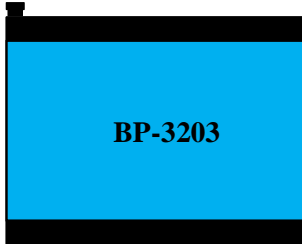
6.2.7. Sand Filter

Tabel 6.29 Spesifikasi *Sand Filter*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Sand Filter</i>
Kode	SF-3101
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Menyaring sisa-sisa flok dalam air dari bak penampung berpelampung
DATA DESIGN	
Gambar	
Bahan Konstruksi	Beton bertulang
Type	Persegi Panjang dengan isi pasir silica dll
Laju Alir	72749,39066 kg/jam
Panjang	3,91 m
Lebar	2,61 m
Tinggi	1,30 m


6.2.8. Bak Penampungan Air Bersih

Tabel 6.30 Spesifikasi Bak Penampungan Air Bersih

SPESIFIKASI	
Nama	Bak Penampungan Air Bersih
Kode	BP-3203
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Menampung air bersih hasil penyaringan dari sand filter
DATA DESIGN	
Gambar	
Bahan Konstruksi	Beton bertulang
Type	Persegi Panjang
Laju Alir	11.555,45 kg/jam
Panjang	3,9 m
Lebar	2,6 m
Tinggi	1,3 m

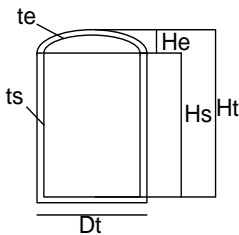
6.2.9. Softener Tank

Tabel 6.31 Spesifikasi *Softener Tank*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Softener Tank</i>
Kode	ST-4101
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Menghilangkan kandungan ion-ion di dalam air
DATA DESIGN	
Gambar	
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>
Type	MHC 1200-3
Laju Alir	11555,45 kg/jam
Diameter tangki	1,22 m
Tinggi	1,52 m

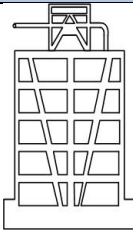
6.2.10. Tangki Air Demin

Tabel 6.32 Spesifikasi Tangki Air Demin

SPESIFIKASI	
Nama	Tangki Air Demin
Kode	TDW-4201
Jumlah	1 Unit
Fungsi	Tempat penyimpanan air bersih bebas mineral
DATA DESIGN	
Gambar	
Bahan Konstruksi	<i>Steinless steel (SS316), grade 55 C-Si</i>
Type	Silinder vertikal dengan alas dan tutup ellipsoidal
Kapasitas	11.555,45 kg/jam
Diameter tangki	1,52 m
Tinggi	1,90 m
Tebal dinding	1,62 mm


6.2.11. Cooling Tower

Tabel 6.33 Spesifikasi Cooling Tower

SPESIFIKASI	
Nama	Cooling Tower
Kode	CT-5101
Jumlah	1 unit
Fungsi	Mendinginkan air sirkulasi yang telah dipakai untuk pendinginan
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa bahan	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Induced draft cooling tower</i>
Diameter tower	7,7 m
Tinggi tower	15,38 m
Daya fan	1,7 HP

6.2.12. Deaerator


Tabel 6.34 Spesifikasi Deaerator

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Deaerator</i>
Kode	DE-3301
Jumlah	1 unit
Fungsi	Menghilangkan gas terlarut dalam air umpan <i>boiler</i>
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>SM7 D</i>

Panjang tangki	2,74 m
Diameter	0,91 m
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>

6.2.13. Boiler

Tabel 6.35 Spesifikasi *Boiler*

SPESIFIKASI	
Nama	<i>Boiler</i>
Kode	B-3401
Jumlah	1 unit
Fungsi	Menghasilkan <i>steam</i>
Sifat bahan	Tidak korosif
Fasa bahan	Cair
DATA DESIGN	
Gambar	
Tipe	<i>Fire-tube boiler</i>
Panjang	3,48 m
Lebar	1,75 m
Tinggi	2,43 m
Tekanan operasi	10 bar
Bahan Konstruksi	<i>Carbon Steel</i>

BAB VII

TATA LETAK PABRIK DAN K3LH (KESEHATAN, KESELAMATAN KERJA DAN LINGKUNGAN HIDUP)

Susunan peralatan dan fasilitas dalam suatu rancangan alir proses merupakan syarat penting dalam memperkirakan biaya secara akurat sebelum mendirikan pabrik atau desain secara terperinci pada masa mendatang meliputi desain sarana perpipaan, fasilitas bangunan, tata letak peralatan dan kelistrikan. Hal ini secara khusus akan memberi informasi yang dapat diperoleh biaya yang terperinci sebelum pabrik didirikan.

7.1 Tata Letak Pabrik

Tata letak pabrik adalah suatu perencanaan dan penginterogasian aliran dari komponen-komponen produksi suatu pabrik, sehingga diperoleh suatu hubungan yang efisien dan efektif antara operator, peralatan dan gerakan material dari bahan baku menjadi produk. Tata letak suatu pabrik memainkan peranan yang penting dalam menentukan biaya produksi serta efisiensi dan keselamatan kerja. Oleh karena itu, tata letak pabrik disusun secara cermat untuk menghindari kesulitan di kemudian hari.

Suatu rancangan pabrik yang rasional mencakup penyusunan area proses, *Storage* (persediaan) dan area pemindahan / area alternatif (area *handling*) pada posisi yang efisien dan dengan melihat faktor-faktor sebagai berikut (*Peter, M.S., and Timmerhaus, K.D., 2004*) :

- A. Urutan proses produksi dan kemudian akseibilitas operasi, jika suatu produk perlu diolah lenih lanjut maka unit berikutnya disusun berurutan sehingga sistem perpipaan dan penyusunan letak pompa lebih sederhana.
- B. Pengembangan lokasi baru atau penambahan / perluasan lokasi yang telah ada sebelumnya.
- C. Distribusi ekonomis dari fasilitas logistik (bahan baku dan bahan pelengkap), fasilitas utilitas (pengadaan air, *steam*, tenaga listrik dan bahan bakar), bengkel untuk pemeliharaan / perbaikan alat serta peralatan pendukung lainnya.

- D. Bangunan menyangkut luas bangunan, kondisi bangunan dan konstruksinya yang memenuhi syarat.
- E. Pertimbangan kesehatan, keamanan dan keselamatan seperti kemungkinan kebakaran / peledakan.
- F. Masalah pembuangan limbah.
- G. Alat-alat yang dibersihkan / dilepas pada saat *shutdown* harus disediakan ruang yang cukup sehingga tidak mengganggu peralatan lainnya.
- H. Pemeliharaan dan perbaikan.
- I. Fleksibilitas dalam perencanaan tata letak pabrik harus dipertimbangkan dengan kemungkinan dari perubahan proses / mesin, sehingga perubahan-perubahan yang dilakukan tidak memerlukan biaya yang tinggi.
- J. *Service area* seperti kantin, tempat parkir, ruang ibadah dan sebagainya diatur sedemikian rupa sehingga tidak terlalu jauh dari tempat kerja.

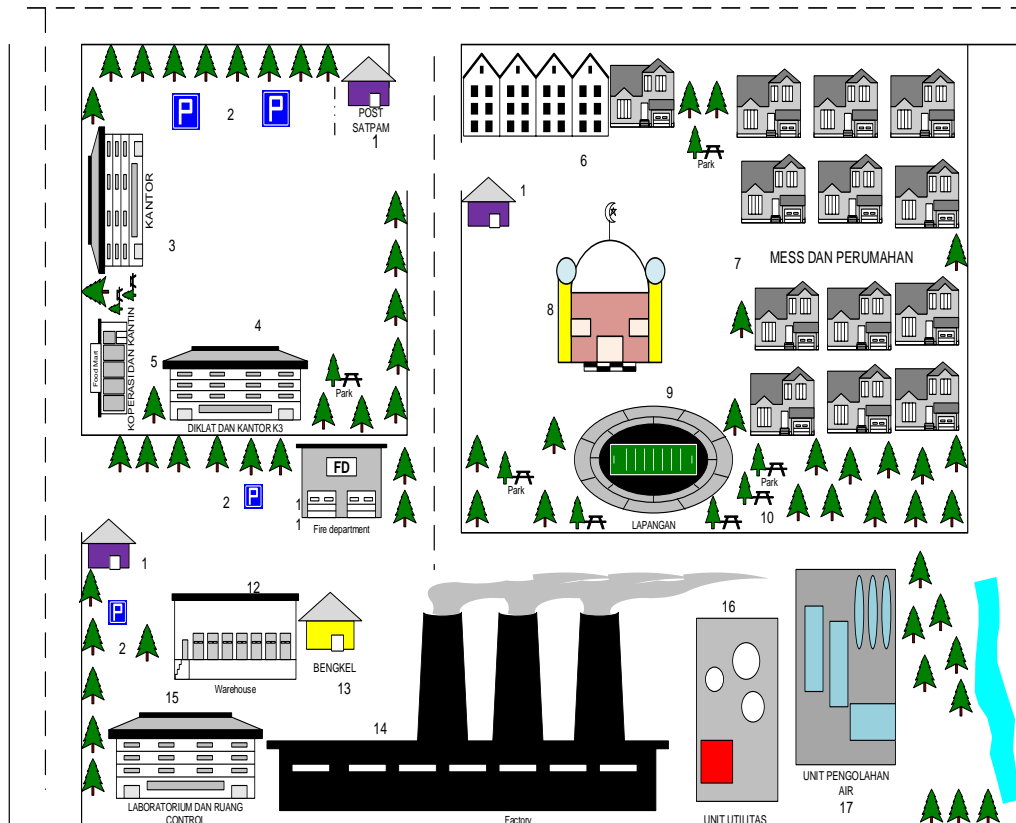
Penyusunan tata letak peralatan proses, tata letak bangunan dan lain-lain akan berpengaruh secara langsung pada investasi modal, biaya produksi, efisiensi kerja dan keselamatan kerja. Pengaturan tata letak pabrik yang baik akan memberikan beberapa keuntungan, seperti :

1. Mengurangi jarak transportasi bahan baku dan produk sehingga memudahkan proses *handling*.
2. Membrikan ruang gerak yang lebih leluasa sehingga mempermudah perbaikan mesin dan peralatan yang rusak.
3. Menurunkan ongkos produksi
4. Meningkatkan keselamatan kerja.
5. Mengefisiensikan kerja semaksimal mungkin.
6. Meningkatkan pengawasan operasi dan proses agar lebih baik.

Pabrik aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dan asam sulfat ini berdiri di Jl. Jendral Ahmad Yani, Ngipik, Karangpoh, Kec. Gresik, Jawa Timur dengan luas daerah 5 Ha dengan perincian sebagai berikut :

- Area Pabrik : 1 Ha
- Area perumahan : 1 Ha
- Area Perkantoran : 0,5 Ha
- Area perluasan : 2,5 Ha

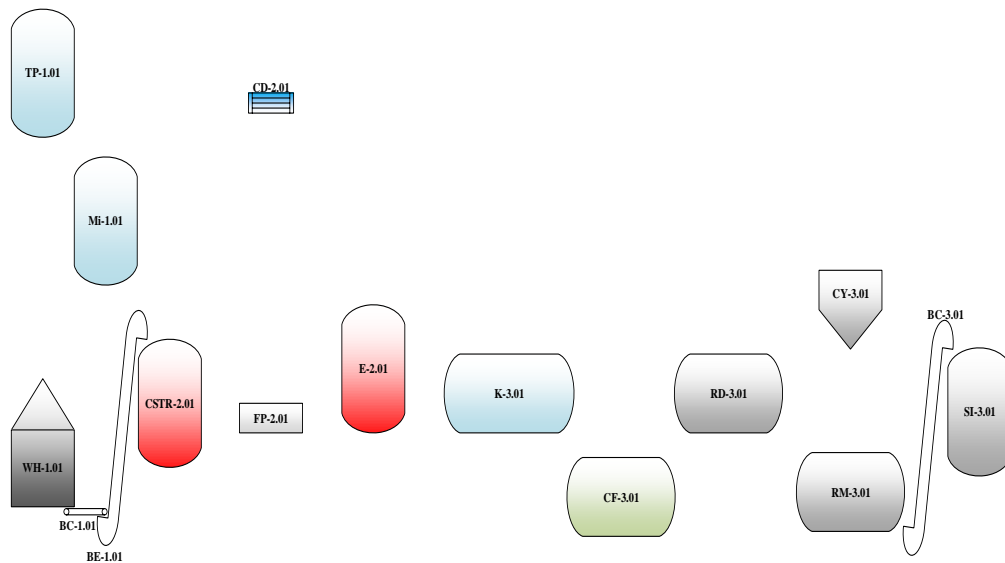
Tata letak lingkungan pabrik dan tata peralatan pabrik dapat dilihat pada Gambar 7.1 dan 7.2 berikut ini.



Gambar 7.1 Tata Letak Lingkungan Pabrik

Keterangan:

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1. Pos satpam | 10. Taman |
| 2. Area Parkir | 11. <i>Unit pemadam</i> |
| 3. Kantor Taman | 12. Warehouse |
| 4. Kantor diklat dan K3 | 13. Bengkel |
| 5. Kantin dan Koperasi | 14. Unit proses |
| 6. Mess | 15. Laboratorium dan ruang control |
| 7. Perumahan karyawan | 16. Unit utilitas |
| 8. Masjid | 17. Unit pengolahan air |
| 9. Lapangan Bola | |



Gambar 7.2 Tata Letak Pabrik

7.2 Kesehatan dan Keselamatan Kerja Lingkungan Hidup

Suatu usaha perencanaan dalam pengaturan peralatan pabrik sehingga seluruh karyawan, masyarakat sekitar dan lingkungan terhindar dari bahaya yang ditimbulkan oleh pabrik.

Dalam melaksanakan pekerjaan setiap karyawan perlu disiplin untuk menghindari bahaya yang mungkin terjadi. Dengan adanya keselamatan kerja suatu pabrik, berarti ada usaha untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, bebas dari kecelakaan, kehancuran dan kebocoran. Selain bahaya yang bersumber dari dalam pabrik, bahaya juga dapat berasal dari luar pabrik, seperti angin, gempa dan petir.

Usaha-usaha yang perlu diperhatikan untuk menanggulangi bahaya-bahaya yang mungkin terjadi adalah sebagai berikut :

1. Tangki dipilih yang tahan tekan, tahan korosi dan dilengkapi dengan *manhole* dan *handhole* untuk pemeriksaan dan pemeliharaan.
2. Memakai jaket untuk mencegah kebocoran pada suatu sistem pemipaan.
3. Pipa – pipa yang dialiri fluida panas dan beracun diberi warna kontras dan dipasang jauh dari tempat karyawan lewat.
4. Lampu – lampu penerangan pada daerah suatu proses diberi khusus yang tahan terhadap panas.

5. Kabel – kabel listrik pada daerah suatu proses diberi isolasi khusus yang tahan terhadap panas.
6. Bangunan – bangunan yang tinggi harus diberi penangkal petir.
7. Ventilasi udara untuk laboratorium dan ruang penyimpanan bahan kimia harus cukup agar sirkulasi udara baik.
8. Sistem pemadaman kebakaran disesuaikan dengan jenis proses.
9. Pengontrolan harus diadakan secara periodik untuk peralatan dan instalasi pabrik.

7.2.1 Sebab – sebab terjadinya Kecelakaan

Secara umum sebab terjadinya kecelakaan sebagai berikut :

1. Lingkungan fisik

Lingkungan fisik meliputi mesin, peralatan, bahan produksi, lingkungan kerja, penerangan dan lain – lain.

Kecelakaan terjadi akibat :

- Kesalahan perencanaan.
- Rusaknya peralatan.
- Kesalahan waktu pembelian.
- Terjadi ledakan karena kondisi operasi yang tidak terkontrol.
- Penyusunan peralatan dan bahan produksi yang kurang tepat.

2. Manusia (karyawan)

Kecelakaan yang disebabkan oleh manusia (karyawan) antara lain :

- Kurangnya pengetahuan dan keterampilan karyawan.
- Ketidakcocokan karyawan dengan peralatan proses atau lingkungan kerja.
- Kurangnya motivasi kerja dan kesadaran karyawan akan keselamatan kerja.
- Ketidakmampuan fisik, mental serta faktor bakat lainnya.

3. Sistem manajemen

Adapun kecelakaan yang disebabkan sistem manajemen adalah :

- Kurangnya perhatian terhadap keselamatan kerja.

- Kurangnya penerapan prosedur kerja dengan baik.
- Kurangnya pengawasan terhadap kegiatan pemeliharaan pabrik dan modifikasi pabrik.
- Tidak mengadakan inspeksi peralatan.
- Kurang perhatian pada sistem penanggulangan bahaya.

7.2.2 peningkatan Usaha Keselamatan Kerja

Untuk meningkatkan keselamatan kerja yang harus diperhatikan dahulu adalah perkiraan – perkiraan di daerah mana yang paling rawan dengan kecelakaan. Kemudian mengetahui jenis kecelakaan apa saja yang dapat terjadi.

Di lokasi pabrik aluminium sulfat ini kemungkinan jenis kecelakaan yang terjadi adalah :

1. Kecelakaan karena ledakan dan kebakaran dapat terjadi terutama di area proses dan utilitas. Hal – hal yang perlu diperhatikan :
 - Cara pemasangan peralatan pabrik.
 - Kondisi operasi yang terjadi pada masing – masing alat.
 - Pemeriksaan terhadap peralatan hendaknya dilakukan secara rutin.
 - Menyediakan alat pemadam kebakaran serta alat penyelamatan yang baru.

2. Kecelakaan secara fisik.

Kecelakaan ini terjadi karena :

- Benturan.

Pencegahan dapat dilakukan dengan cara :

- Memberi pagar pembatas pada peralatan yang bergerak.
- Mewajibkan setiap karyawan memakai helm dan sepatu seperti pengaman apabila masuk ke lokasi pabrik.

7.2.3 Alat Pelindung Diri (APD)

Alat pelindung diri (APD) merupakan kelengkapan yang wajib digunakan saat bekerja sesuai dan risiko kerja untuk menjaga keselamatan pekerja itu sendiri dan orang di sekelilingnya. Kewajiban itu sudah disepakati oleh pemerintah melalui Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia.

Semua jenis APD harus digunakan sebagaimana mestinya, gunakan pedoman yang benar – benarsesuai dengan standar keselamatan kerja (K3L) “Kesehatan, Keselamatan Kerja dan Lingkungan”.

Hukum yang mendasari adalah :

1. Undang – undang No.1 Tahun 1970
 - a. Pasal 3 ayat (1) butir f : Dengan peraturan perundangan ditetapkan syarat – syarat untuk memberikan APD.
 - b. Pasal 9 ayat (1) butir c : Pengurus diwajibkan menunjukkan dan menjelaskan pada tiap tenaga kerja baru tentang APD.
 - c. Pasal 12 ayat butir b : Dengan peraturan perundangan diatur kewajiban dan atau hak tenaga kerja untuk memakai APD.
 - d. Permenakertans No. Per. 01/MEN/1981.
2. Pasal 4 ayat (3) menyebutkan kewajiban pengurus menyediakan pelindung diri dan wajib bagi tenaga kerja untuk menggunakannya untuk pencegahan penyakit akibat kerja.
3. Permenakertans No. Per. 03/MEN/1982.

Pasal 2 butir 1 menyebutkan, memeberikan nasehat mengenai perencanaan dan pembuatan tempat kerja, pemilihan alat pelindung diri yang diperlukan dan gizi serta penyelenggaraan makanan ditempat kerja.

7.2.4 Macam – Macam Alat Pelindung Diri

1. *Safety Helmet*

Safety Helmet merupakan alat pelindung kepala yang melindungi kepala dari benda – benda yang bisa mencederai kepala secara langsung ataupun tidak langsung.



Gambar 7.3 *Safety Helmet*
 Sumber : Tokotakumi.com

2. Tali Keselamatan (*Safety Belt*)

Berfungsi sebagai alat pengaman ketika menggunakan alat transportasi ataupun peralatan lain yang serupa (mobil, pesawat, alat berat, dan lain – lain).



Gambar 7.4 *Safety Belt*
Sumber : Aliexpress.com

3. Sepatu Karet (*Safety Boot*)

Berfungsi sebagai alat pengaman saat bekerja di tempat yang becek ataupun berlumpur. Kebanyakan dilapisi dengan metal untuk melindungi kaki dari benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia dsb.



Gambar 7.5 *Safety Boot*
Sumber : Bhineka.com

4. Sepatu Keselamatan (*Safety Shoes*)

Seperti sepatu biasa, tapi dari bahan kulit dilapisi metal dengan sol dari karet tebal dan kuat. Berfungsi mencegah kecelakaan fatal yan menimpa kaki karena tertimpa benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia, dsb.



Gambar 7.6 *Safety Shoes*
Sumber : Bhineka.com

5. Sarung Tangan (*Safety Gloves*)

Berfungsi sebagai alat pelindung tangan pada saat bekerja di tempat atau situasi yang dapat mengakibatkan cedera tangan. Bahan dan bentuk sarung tangan disesuaikan dengan fungsi masing – masing pekerjaan.



Gambar 7.7 *Safety Gloves*

Sumber : Durston.com

6. Penutup Telinga (*Ear Plug / Ear Muff*)

Berfungsi sebagai telinga pada saat bekerja di tempat yang berisik. Subat telinga yang baik adalah menahan frekuensi tertentu saja, sedangkan frekuensi untuk bicara (komunikasi) tak terganggu.



Gambar 7.8 *Ear Plug / Ear Muff*

Sumber : Tokopedia.com

7. Kaca Mata Pelindung (*Safety Glasses*)

Berfungsi sebagai pelindung mata ketika bekerja (misalnya Mengelas) agar tidak membuat mata sakit karena pancaran cahaya dari pengelasan.



Gambar 7.9 *Safety Glasses*

Sumber : Bhineka.com

8. Masker (*Repirator*)

Berfungsi sebagai penyaring udara yang dihisap saat bekerja di tempat dengan kualitas udara buruk (misal berdebu, beracun, dsb).



Gambar 7.10 *Safety Glasses*
Sumber : Tokopedia.com

9. Pelindung Wajah (*Face Shield*)

Berfungsi sebagai pelindung wajah dari percikan benda asing saat bekerja (misal pekerjaan menggerinda).



Gambar 7.11 *Face Shield*
Sumber : Tokopedia.com

10. Jas Hujan (*Rain Coat*)

Berfungsi sebagai dari percikan air saat bekerja (misal bekerja pada waktu hujan atau sedang mencuci alat).



Gambar 7.12 *Rain Coat*
Sumber : Tokopedia.com

BAB VIII

ORGANISASI PERUSAHAAN

Organisasi perusahaan adalah suatu proses yang menjadi tempat orang-orang berinteraksi untuk mencapai tujuan perusahaan. Organisasi merupakan hal yang penting untuk perusahaan, hal ini menyangkut keberhasilan dan efektivitas dalam peningkatan pendapatan perusahaan dalam memproduksi dan mendistribusikan produk yang dihasilkan.

8.1 Bentuk Perusahaan

Pada Prarancangan pabrik aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dan asam sulfat ini, bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT). Pemilihan ini didasarkan pertimbangan sebagai berikut :

- a. Perseroan Terbatas adalah suatu badan hukum, artinya pemegang saham adalah pemilik dari perusahaan dan kekuasaan tertinggi pada rapat pemegang saham.
- b. Tanggung jawab dan wewenang pemegang saham terbatas karena segala sesuatu yang menyangkut kelancaran produksi dipegang oleh pimpinan perusahaan, sehingga pembagian hak dan wewenang antara pemegang saham dengan pelaksanaan perusahaan terlihat dengan jelas.
- c. Direktur perusahaan adalah orang yang dipandang mampu mengendalikan perusahaan sehingga diharapkan mampu mendapatkan keuntungan yang maksimal.
- d. Mudah untuk mendapatkan modal, yaitu dengan menjual saham perusahaan.
- e. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak berpengaruh dengan berhentinya salah satu pemegang saham, direksi beserta stafnya serta karyawan perusahaan.
- f. Perseroan Terbatas dapat menarik modal yang sangat besar dari masyarakat, sehingga dengan modal ini PT dapat memperluas usahanya.

8.2 Struktur Organisasi

Struktur organisasi akan menentukan kelancaran aktivitas perusahaan dalam pencapaian keuntungan yang maksimal dan perkembangan perusahaan yang baik. Dalam pengelolaan perusahaan direncanakan memakai sistem *Line and staff organization*. Pemilihan sistem ini didasarkan atas beberapa azas yang akan dijadikan pedoman, antara lain :

- Pembagian tugas dan wewenang yang jelas.
- Sistem *control* atas kerja yang telah dilaksanakan.
- Kesatuan perintah dan tanggung jawab.

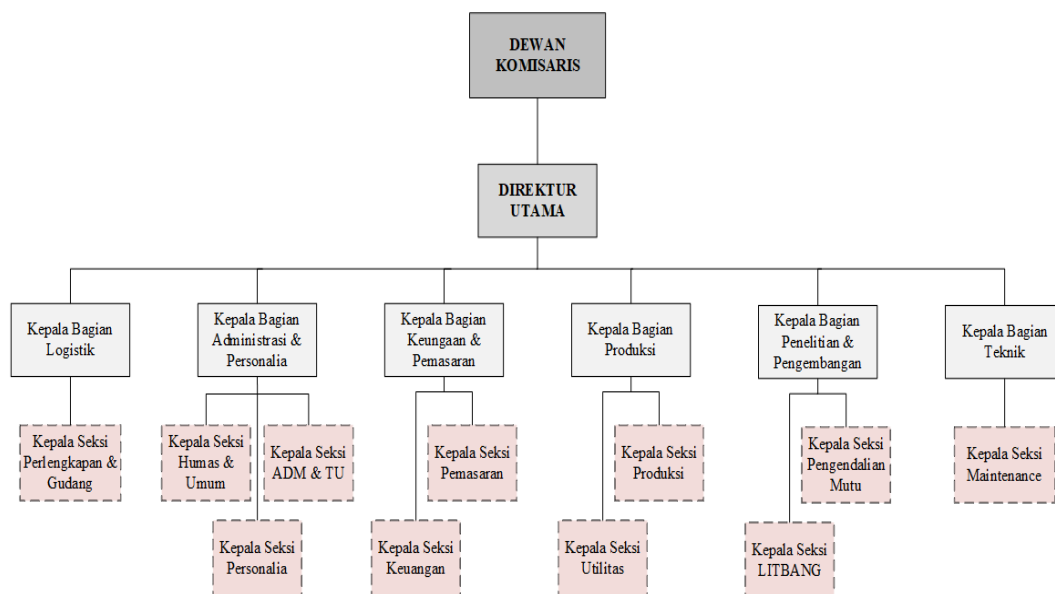
Pada sistem ini garis kekuasaan lebih sederhana dan praktis, dimana :

- Pimpinan yang terpusat pada satu tangan tidak akan menyebabkan timbulnya kesimpangsiuran dalam menjalankan tugas (adanya kesatuan komando).
- Kepala bagian merupakan orang yang ahli di bidangnya.
- Keputusan dapat dijalankan dengan cepat.

Ada dua kelompok penting yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi *line and staff*, yaitu :

- Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok operasional produksi.
- Sebagai *staff* yaitu orang-orang yang membantu tugas dari para Dewan Direksi dan Kepala Bagian.

Perusahaan dipimpin oleh seorang direktur utama yang dibantu oleh direksi. Dalam kegiatan operasionalnya direksi dibantu oleh *staff* dan kepala departemen. Direktur utama bertanggung jawab kepada dewan komisaris yang merupakan wakil dari pemegang saham mayoritas sebagai badan tertinggi yang berkewajiban menentukan kebijaksanaan umum dan mengawasi jalan perusahaan. Adapun struktur organisasi Pabrik Zeolit A Pelet dari Kaolin ini dapat dilihat pada **Gambar 8.1.**



Gambar 8.1 Struktur Organisasi

8.3 Tugas dan Wewenang

Pembagian tugas dan wewenang merupakan hal yang sangat penting dalam suatu kegiatan guna kelancaran operasi perusahaan. Adapun tugas dan wewenang tiap jabatan sebagai berikut :

8.3.1 Pemegang Saham

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

- Mengangkat dan memberhentikan Dewan Komisaris
- Menentukan gaji dari Dewan Komisaris
- Menyerahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan dari perusahaan.
- Evaluasi kinerja perusahaan

8.3.2 Dewan Komisaris

Dewan komisaris selaku pimpinan tertinggi yang diangkat oleh rapat pemegang saham untuk masa jabatan tertentu mempunyai tugas dan wewenang:

- Menetapkan kebijaksanaan perusahaan sesuai dengan kebijaksanaan pemerintah.
- Menilai dan menyetujui rencana direktur, target laba perusahaan, lokasi sumber-sumber dana dan penyerahan pemasaran.
- Mengawasi tugas-tugas direktur dan membantunya dalam hal yang penting.
- Sebagai wakil pemilik saham, dewan ini bertanggung jawab langsung kepada pemilik saham.

8.3.3 Direktur Utama

Direktur utama membawahi kepala bagian. Tugas dan wewenang direktur utama, yaitu:

- Melaksanakan kebijakan dewan komisaris
- Menyusun target laba perusahaan, lokasi sumber-sumber dana dan penyerahan pemasaran.
- Membuat keputusan serta membuat perjanjian kerjasama dan kontrak kerja dengan pihak luar organisasi.
- Menetapkan kebijakan umum dalam perencanaan dan pelaksanaan program perusahaan.
- Memberikan laporan kegiatan kepada dewan komisaris

8.3.4 Kepala Bagian

Tugas dan wewenang kepala bagian adalah sebagai berikut :

- Bertanggung jawab kepada direktur atas tugas yang diberikan untuk mencapai target yang telah direncanakan.
- Mengawasi kualitas dan kuantitas barang-barang dan peralatan yang menjadi tanggung jawabnya.
- Menciptakan kerja sama yang baik dan menjamin keselamatan para karyawan dan memberikan saran-saran serta membuat laporan secara berkala kepada atasan.

Kepala bagian ini terdiri atas :

a. Bagian Keuangan dan Pemasaran

Bagian ini terbagi atas 2 bagian, yaitu :

1. Bagian anggaran dan akuntansi, mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :
 - Mengelola anggaran pendapatan dan belanja perusahaan.
 - Mengatur dan menyerahkan gaji karyawan.
 - Mengatur dan merencanakan pembelian barang investasi.
 - Mengatur dan mengawasi setiap pengeluaran dan pembelian bahan baku dan penjualan produk.
 - Membuat dan membukukan pemasukan dan pengeluaran perusahaan.
2. Bagian pemasaran mempunyai wewenang untuk melaksanakan pemasaran produksi. Bagian pemasaran mempunyai wewenang sebagai berikut :
 - Menentukan daerah-daerah pemasaran hasil produksi.
 - Meningkatkan hubungan kerjasama yang baik dengan perusahaan luar.

b. Bagian Logistik

Bagian logistik mempunyai tugas dan wewenang sebagai berikut :

- Mengatur penerimaan, pergudangan dan suplai bahan baku serta alat-alat yang merupakan kebutuhan produksi.
- Bertanggung jawab terhadap tersedianya bahan baku dan alat-alat yang cukup untuk kelangsungan proses produksi.

Bagian ini dalam pengoperasiannya terbagi dua bagian, yaitu :

1. Perlengkapan

Tugasnya membeli barang yang dibutuhkan perusahaan dalam bidang proses produksi, kebutuhan pegawai dan lain-lain.

2. Gudang

Tugasnya menyimpan dan mendistribusikan barang-barang jadi, suku cadang, bahan-bahan kimia dan lain-lain.

c. Bagian Administrasi dan Personalia

Bagian ini dalam pengoperasiannya terbagi empat, yaitu :

1. Bagian personalia

Tugas dan wewenang bagian ini adalah :

- Menerima dan memberhentikan tenaga kerja yang sesuai dengan kemampuan dan keahlian masing-masing.
- Memberikan penilaian terhadap prestasi karyawan.
- Memberikan latihan dan peningkatan bagi peningkatan mutu dan prestasi karyawan.

2. Bagian administrasi dan tata usaha

Bagian ini bertugas membuat dan mengatur kelancaran administrasi dalam perusahaan.

3. Bagian hubungan masyarakat

Bagian ini mempunyai tanggung jawab dalam mengelola hubungan dengan masyarakat dan izin-izin yang menyangkut perusahaan.

4. Bagian umum

Bagian ini mempunyai tugas dan wewenang :

- Memberikan pelayanan bagi semua unsur dalam organisasi di bidang kesejahteraan dan fasilitas-fasilitas kesehatan.
- Bertanggung jawab terhadap keamanan dan keselamatan yang meliputi satuan pengamanan (satpam) dan pemadam kebakaran.

d. Bagian Produksi

Bagian produksi bertanggung jawab terhadap proses produksi, yaitu mengoperasikan peralatan atau mengendalikan proses terutama penyediaan utilitas, pengemasan, pengepakan produk dan perencanaan produksi yang akan datang. Bagian produksi dibagi dua bagian, kedua bagian ini mempunyai tanggung jawab sendiri-sendiri, diantaranya :

1. Bagian Produksi

Bagian ini mempunyai tugas dan wewenang :

- Melaksanakan dan mengawasi operasi selama proses berlangsung.
- Mengawasi persediaan bahan baku dan penyimpanan hasil produksi.

2. Bagian Utilitas

Bagian ini bertanggung jawab terhadap penyediaan air, listrik dan lain-lainnya yang berkaitan dengan kelancaran fungsional utilitas.

e. Bagian Teknik

Bagian ini bertanggung jawab memelihara semua peralatan fisik pabrik.

Bagian ini dalam pengoperasiannya terbagi atas dua bagian, yaitu :

1. Bagian teknik pemeliharaan mesin dan peralatan (*maintenance*), mempunyai wewenang :

- Mengawasi dan menyelenggarakan pemeliharaan peralatan.
- Melakukan perbaikan untuk kelancaran operasi.

2. Bagian teknik umum

Bagian ini bertanggung jawab atas pemeliharaan dan perbaikan-perbaikan fasilitas-fasilitas penunjang lainnya.

f. Bagian Penelitian dan Pengembangan

Bagian ini dalam pengoperasiannya terbagi atas dua bagian, yaitu:

1. Bagian pengendalian mutu

Mempunyai tugas :

- Membuat program dan melaksanakan suatu penelitian guna meningkatkan mutu produksi dan efisiensi proses produksi.
- Mengawasi pelaksanaan penelitian dan analisa hasil produksi.

2. Bagian laboratorium

Mempunyai tugas dan wewenang :

- Melakukan analisa terhadap bahan baku yang terlibat dalam proses produksi.
- Melakukan analisa semua bahan yang terlibat untuk mengontrol proses produksi.

8.4 Sistem Kepegawaian dan Sistem Gaji

Pada pabrik aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dan asam sulfat ini sistem gaji karyawan ditentukan berdasarkan tanggung jawab serta keahlian karyawan tersebut. Pembagian karyawan pabrik ini dibagi menjadi tiga golongan, yaitu :

1. Karyawan tetap

Karyawan tetap adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan suatu keputusan direktur dan mendapat gaji bulanan sesuai kedudukan, keahlian dan masa kerja.

2. Karyawan harian

Karyawan harian adalah karyawan yang diangkat dan diberhentikan direktur tanpa surat keputusan direktur dan mendapat upah harian yang dibayar setengah bulan sekali sesuai dengan hari kerja.

3. Karyawan tidak tetap (kontrak)

Karyawan tidak tetap adalah karyawan yang digunakan oleh pabrik saat diperlukan sesuai perjanjian yang disepakati dan diberhentikan sesuai masa kontrak kerja. Keselamatan seluruh karyawan selama jam kerja dijamin dengan asuransi tenaga kerja.

8.5 Sistem Kerja

Pabrik Zeolit A Pelet ini beroperasi selama 300 hari setahun secara batch dengan waktu kerja 24 jam sehari. Untuk menjaga kelancaran produksi serta mekanisme administrasi dan pemasaran, masa waktu kerja dibagi dengan *shift* dan *non shift*.

8.5.1 Waktu Kerja Karyawan *Non Shift*

Waktu kerja untuk karyawan *non shift* dapat dilihat pada **Tabel 8.1**.

Tabel 8.1 Waktu Kerja Karyawan *Non Shift*

Hari	Jam Kerja	Jam Istirahat
Senin s/d Kamis	08.00 – 17.00	12.00 – 13.00
Jumat	08.00 – 17.00	11.30 – 13.00

8.5.2 Waktu Kerja Karyawan *Shift*

Pembagian jam kerja terdiri dari 3 *shift* dan 4 group, dimana 3 group melakukan *shift* sedangkan satu *shift* libur. Setiap group dikepalai seorang *foreman shift*. Pengaturan jam kerja *shift* ini adalah :

- *Shift 1* (Pagi) : Jam 07.00 – 15.00
- *Shift 2* (Sore) : Jam 15.00 – 23.00
- *Shift 3* (Malam) : Jam 23.00 – 07.00

➤ **Jumlah Karyawan**

Jumlah karyawan pada pra rancangan pabrik aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dan asam sulfat ini dapat dilihat pada **Tabel 8.2** dan **Tabel 8.3**.

Tabel 8.2 Karyawan *Non Shift*

No	Jabatan	Jumlah
1	Dewan Komisaris	2
2	Direktur Utama	1
3	Kepala Bagian	6
4	Kepala seksi	11
5	Karyawan Akuntansi	2
6	Karyawan Produksi dan Pemasaran	4
7	Karyawan Administrasi dan Manajemen	4
8	Sekretaris	3
9	Kepala Satpam	2
Jumlah		35

Tabel 8.3 Karyawan *Shift*

No	Jabatan	Operator
1	Karyawan Produksi	30
2	Karyawan Utilitas	15
3	Karyawan Mesin (teknisi)	6
4	Karyawan Laboratorium dan Pengendali Mutu	12
5	Karyawan Instrumentasi dan Elektrikal	10
6	Satpam	6
7	Supervisor	11
8	<i>Office boy</i>	5
Jumlah		95

8.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan

Kesejahteraan sosial atau jaminan sosial adalah suatu bentuk pemberian penghasilan, baik dalam bentuk materi ataupun non materi, yang diberikan oleh perusahaan pada karyawan untuk selama masa pengabdianya ataupun setelah berhenti karena pensiun atau karena lanjut usia dalam usaha pemenuhan kebutuhan, baik kebutuhan materi atau non materi, kepada para karyawan dengan tujuan untuk memberikan semangat atau dorongan kepada para karyawan (Wursanto, 2005). Jaminan sosial diberikan kepada karyawan, antara lain :

a. Tunjangan

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

b. Cuti

- Cuti tahunan diberikan kepada setiap karyawan selama 12 hari kerja setahun.
- Cuti sakit diberikan kepada karyawan yang menderita sakit berdasarkan surat keterangan dokter.
- Cuti mendadak diberikan kepada karyawan apabila terjadi hal-hal diluar dugaan.

c. Perlengkapan kerja karyawan produksi

Perlengkapan kerja diberikan kepada karyawan berupa *safety shoes, safety earring, helm*, pakaian, masker dan kacamata.

d. Pengobatan

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

e. Asuransi tenaga kerja (ASTEK)

Sesuai dengan yang telah diatur pada pasal 15 ayat 2 Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan transmigrasi Republik Indonesia No. PER.07/MEN/V/2010, premi Asuransi ditetapkan sebesar Rp. 400.000,- yang terdiri dari;

- a. Premi Asuransi TKI Pra Penempatan sebesar Rp. 50.000,-
- b. Premi Asuransi TKI Masa Penempatan sebesar Rp. 300.000,-
- c. Premi Asuransi TKI Purna Penempatan sebesar Rp. 50.000,-

PP No 84 Tahun 2013 menetapkan jaminan kesehatan bagi tenaga kerja. Pasal 9 ayat (1) berbunyi, Sbb:

(1). Besarnya iuran program jaminan sosial tenaga kerja, adalah :

- a. Jaminan Kecelakaan kerja yang perincian besarnya iuran berdasarkan kelompok jenis usaha sebagaimana tercantum dalam Lampiran 1, antara lain :

- Kelompok I : 0,24% dari upah sebulan
- Kelompok II : 0,54% dari upah sebulan
- Kelompok III : 0,89% dari upah sebulan
- Kelompok IV : 1,27% dari upah sebulan
- Kelompok V : 1,74% dari upah sebulan

- b. Jaminan Hari Tua, sebesar 5,70% dari upah sebulan

- c. Jaminan Kematian, sebesar 0,30% dari upah sebulan

(2). Iuran Jaminan Kecelakaan kerja dan Jaminan Kematian ditanggung sepenuhnya oleh pengusaha

(3). Iuran Jaminan Hari Tua sebagaimana dimaksud dalam ayat (1). Huruf b, sebesar 3,70% ditanggung oleh pengusaha dan sebesar 2% ditanggung oleh tenaga kerja.

BAB IX

ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi diperlukan untuk menentukan jumlah modal yang dibutuhkan untuk mendirikan dan mengoperasikan pabrik serta tinjauan kelayakan suatu pabrik. Faktor – faktor yang perlu ditinjau dalam analisa ekonomi adalah :

1. Investasi yang dibutuhkan untuk pendirian suatu pabrik sampai beroperasi yang dikenal dengan istilah *Total Capital Investment*.
2. Biaya produksi (*Total Production Cost*).
3. Harga jual produk yang dihasilkan.
4. Tinjauan kelayakan dari investasi yang disebut *Profitability Measure of Investment*. Tinjauan kelayakan ini terdiri atas perhitungan laba kotor dan laba bersih, laju pengembalian modal (*Rate of Return*), waktu pengembalian modal (*Pay Out Time*), serta titik impas (*Break Event Point*).

9.1 Total Capital Investment (TCI)

Total Capital Investment (TCI) adalah sejumlah modal yang ditanamkan/diresikokan untuk mendirikan pabrik sampai pabrik siap beroperasi. *Total Capital Investment* terbagi 2, yaitu :

a. *Fixed Capital Investment* (FCI)

Fixed Capital Investment atau investasi biaya tetap adalah modal yang dikeluarkan untuk pembelian dan pemasangan peralatan pabrik serta alat penunjang lainnya sehingga pabrik dapat beroperasi. Berdasarkan perhitungan Lampiran D didapatkan *Fixed Capital Investment* sebesar US\$ 41.916.566 atau Rp 620.029.849.132

b. *Working Capital Investment* (WCI)

Working Capital Investment atau investasi biaya kerja adalah modal atau biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan pabrik sampai menghasilkan produk perdana. Biaya ini dimaksudkan untuk membiayai start up, gaji karyawan, pembelian bahan baku, pajak dan kebutuhan lainnya. Berdasarkan perhitungan Lampiran D didapatkan *Working Capital Investment* sebesar US\$.7.397.041 atau Rp 109.417.032.200. Dengan demikian, *Total Capital Investment* adalah sebesar US\$ 49.313.607 atau Rp 792.446.881.332

9.2 Biaya Produksi (*Total Production Cost*)

Total Production Cost adalah biaya yang diperkirakan untuk menjalankan pabrik. Biaya produksi terbagi 2, yaitu:

a. *Manufacturing Cost*

Manufacturing cost adalah biaya yang berhubungan dengan produksi yang terdiri dari *Direct Production Cost*, biaya tetap dan biaya *overhead*. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, didapatkan harga *manufacturing cost* seperti berikut.

- *Direct Production Cost* = US\$ 21.078.376 = Rp. 311.791.341.115
- *Fixed Charge* = US\$ 1.941.517 = Rp. 28.718.921.003
- *Plant overhead cost* = US\$ 3.640.796 = Rp. 53.854.658.026

b. *General expenses*

General expenses adalah biaya yang diperlukan untuk keperluan administrasi, distribusi, penjualan produk, penelitian dan pembiayaan lainnya. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, *general expenses* yang didapatkan adalah US\$ 9.747.273 atau Rp. 144.181.660.119

Dengan demikian, *Total Production Cost* adalah sebesar US\$ 36.407.962 atau Rp 538.546.580.263

9.3 Harga Jual (*Total Sales*)

Produk utama yang dihasilkan pada pabrik aluminium Sulfat yang akan dipasarkan di seluruh wilayah Indonesia dan sebagian nya akan di ekspor. Harga jual aluminium hidroksida ini adalah sebesar US\$ 1,2169/kg. Total penjualan aluminium sulfat 50.000 ton/tahun sebesar US\$. 60.843.699 atau Rp. 900.000.000.000,00

9.4 Tinjauan Kelayakan Pabrik

Tinjauan kelayakan pabrik aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dengan asam sulfat kapasitas 50.000 ton/tahun ini dapat dilihat dari 4 bagian berikut ini.

9.4.1 Laba Kotor dan Laba Bersih

Labanya adalah hasil yang diperoleh dari total penjualan dikurangi total biaya produksi. Laba kotor adalah laba sebelum dikeluarkan pajak, sedangkan laba

bersih adalah laba yang diperoleh setelah dikeluarkan pajak. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, diperoleh laba sebagai berikut.

Laba kotor yang diperoleh adalah	= US\$24.435.270
	= Rp. 361.453.419.736
- Laba bersih yang diperoleh adalah	= US\$ 21.381.270
	= Rp. 316.271.742.269

9.4.2 Laju Pengembalian Modal (*Rate of Return*)

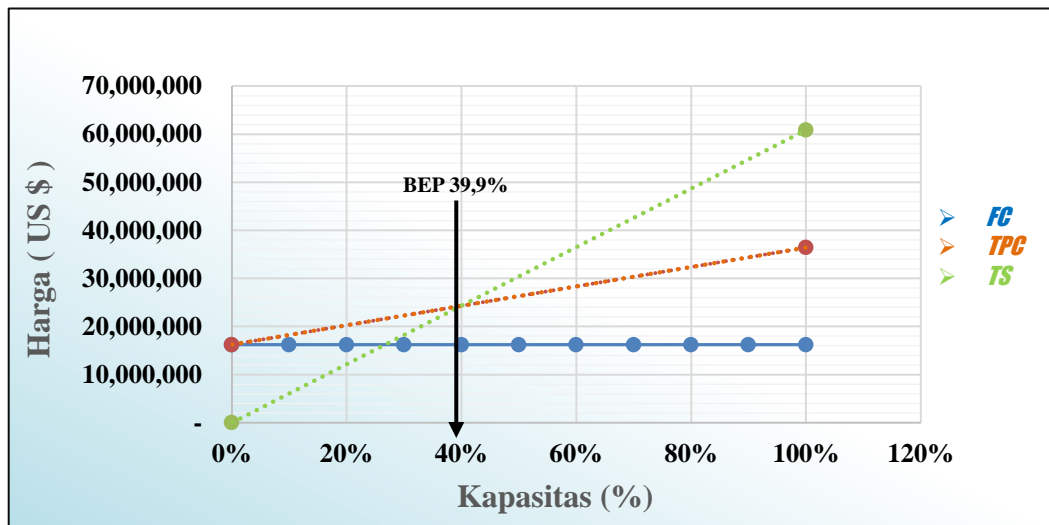
Rate of Return (ROR) merupakan perbandingan antara laba yang diperoleh tiap tahun terhadap modal yang ditanamkan. Berdasarkan perhitungan Lampiran D didapatkan nilai ROR sebesar 43,36 %. Hal ini menandakan bahwa pabrik aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dengan asam sulfat kapasitas 50000 ton/tahun layak didirikan.

9.4.3 Waktu Pengembalian Modal (*Pay Out Time*)

Pay Out Time (POT) merupakan lamanya waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal yang dipinjam. Berdasarkan perhitungan Lampiran D, POT yang didapatkan adalah 2 tahun 7 bulan 5 hari.

9.4.4 Titik Impas (*Break Event Point*)

Break Event Point (BEP) atau yang lebih dikenal dengan sebutan titik impas merupakan suatu kondisi dimana hasil penjualan produk sama dengan biaya produksi. Berdasarkan perhitungan Lampiran D didapatkan BEP sebesar 39,90%. Hal ini menunjukkan bahwa pabrik aluminium sulfat dari aluminium hidroksida dengan asam sulfat kapasitas 50000 ton/tahun layak untuk didirikan. Analisa BEP dapat dilihat pada **Gambar 9.1**



Gambar 9.1 Kurva Break Event Point

BAB X

TUGAS KHUSUS

10.1 Pendahuluan

Industri kimia merupakan industri yang mengolah bahan baku menjadi produk dengan memanfaatkan proses-proses kimia. Aluminium sulfat merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari proses kimia. Aluminium hidroksida dapat dibuat dengan mereaksikan aluminium hidroksida dengan asam sulfat.

Proses dalam pembuatan Aluminium Sulfat menggunakan proses Giulini, yang dimana Aluminium hidroksida direaksikan dengan Asam sulfat sehingga menghasilkan aluminium sulfat. Persamaan reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah sebagai berikut:



Perancangan pabrik aluminium sulfat harus mempertimbangkan ketersediaan lahan, bahan baku, dan kebutuhan aluminium sulfat di Indonesia. Pemilihan proses dan peralatan yang digunakan serta pemasaran hasil produksi. Tahapan proses produksi meliputi perlakuan awal, tahap sintesis, tahap pemurnian aluminium sulfat dan pengemasan produk. Sebelum proses produksi berjalan, langkah awal yang terlebih dahulu dilakukan yaitu membuat rancangan peralatan proses yang digunakan.

10.2 Ruang Lingkup Rancangan

Perancangan peralatan proses yang digunakan dalam produksi aluminium sulfat ini terdiri atas rancangan reaktor, alat transportasi, alat perpindahan panas serta alat pemisahan dan pemurnian. Tangki digunakan untuk melarutkan atau penampungan bahan baku serta bahan penunjang lainnya. Reaktor merupakan tempat terjadinya reaksi kimia dalam proses produksi aluminium sulfat, alat transportasi gas berupa *blower*, alat perpindahan panas meliputi rancangan *shell and tube heat exchanger*, serta rancangan *Rotary dryer* sebagai alat pemisah. Rancangan lengkap peralatan proses dapat dilihat pada sub bab rancangan.

10.3 Rancangan

1. Reaktor

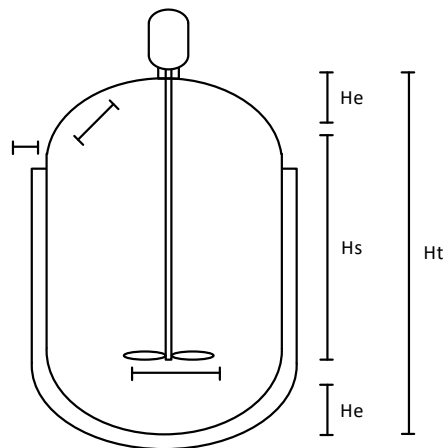
Fungsi : Tempat terjadinya reaksi aluminium hidroksida dengan asam sulfat

Tipe : Silinder vertikal berpengaduk dengan tutup dan alas ellipsoidal

Bahan : *Low Alloy Steel*

Jumlah : 1 unit

Gambar :



Data :

Laju alir Umpan : 12.070,84 kg/jam

Densitas Umpan : 1.758,41 kg/m³

Temperatur : 150 °C

Viskositas : 13,9 cP

Tekanan : 5 atm

Waktu reaksi : 60 menit

A. Kapasitas Reaktor, Vt

Volume Liquid

$$V_c = \frac{m}{\rho} = \frac{12.070,84 \text{ kg/jam}}{1.758,41 \text{ kg/m}^3}$$

$$= 6,86 \text{ m}^3/\text{jam}$$

B. Volume Reaktor

Untuk menentukan besarnya reaktor maka dipakai pendekatan CSTR

Diasumsikan aliran dalam reaktor adalah aliran *plug flow*, maka volume reaktor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\frac{V_R}{F_{AO}} = \frac{\tau}{C_{AO}} \quad (\text{Levenspiel hal 194})$$

V_R = Volume reaktor

F_{AO} = Laju alir molar reaktan

C_{AO} = Konsentrasi reaktan

Maka,

$$V_R = \frac{F_{AO} \times \tau}{C_{AO}}$$

- Konsentrasi Umpan C_{AO}

$$\text{Konsentrasi Asam Sulfat} = \frac{60,19 \text{ kmol/jam}}{6,86 \text{ m}^3/\text{jam}} = 8,77 \text{ kmol/m}^3$$

$$\text{Konsentrasi Aluminium Hidroksida} = \frac{40,13 \text{ kmol/jam}}{6,86 \text{ m}^3/\text{jam}} = 5,85 \text{ kmol/m}^3$$

Maka ;

$$C_{AO} = \text{konsentrasi asam sulfat} + \text{aluminium hidroksida}$$

$$C_{AO} = 8,77 \text{ kmol/m}^3 + 5,85 \text{ kmol/m}^3$$

$$C_{AO} = 14,61 \text{ kmol/m}^3$$

- F_{AO} = laju kmol umpan masuk.
 asam sulfat = 60,19 Kmol/jam
 aluminium hidroksida = 40,13 Kmol/jam
 F_{AO} = mol asam sulfat + mol aluminium hidroksida
 = 60,19 Kmol/jam + 40,13 Kmol/jam
 = 100,32

$$V_R = \frac{F_{AO} \times t}{C_{AO}}$$

$$V_R = \frac{100,32 \times 1}{14,61} = 6,86 \text{ m}^3$$

$$V_R = \frac{V_c}{90\%}$$

$$V_R = \frac{6,86 \text{ m}^3/\text{jam}}{0,9} = 7,63 \text{ m}^3 = 269,36 \text{ ft}^3$$

C. Dimensi Tangki

- **Volume silinder, V_s**

$$H_s = 5/4 Dt$$

$$V_s = \frac{\pi}{4} \times Dt^2 \times H_s$$

$$\text{Maka, } V_s = \frac{\pi}{4} \times 5/4 Dt^3$$

- **Volume Elipsiodal**

$$H_e = 1/4 Dt$$

$$V_e = \frac{\pi}{6} \times Dt^2 \times H_e$$

$$V_e = \frac{\pi}{24} \times Dt^3$$

Diameter tangki, Dt

$$\frac{\pi Dt^3}{24} \times 2 + \frac{5\pi Dt^3}{16} = \frac{19 \pi Dt^3}{48}$$

$$Dt^3 = \frac{48 \times Vr}{19 \times \pi}$$

$$Dt^3 = \frac{48 \times 7,63 \text{ m}^3}{19 \times 3,14}$$

$$Dt^3 = 6,14$$

$$Dt = 2,05 \text{ m}$$

$$= 6,89 \text{ ft}$$

$$= 80,53 \text{ in}$$

D. Tinggi Reaktor, H_t

- **Tinggi silinder, H_s**

$$H_s = 5/4 \times Dt = 2,56 \text{ m}, 8,62 \text{ ft}, 100,67 \text{ in}$$

- **Tinggi Elipsoidol, H_e**

TABLE 18.5. Heads and Horizontal Cylinders: Formulas for Partially Filled Volumes and Other Data

Nomenclature	
D = diameter of cylinder	
H = depth of liquid	
S = surface of head	
V_0 = volume of full head	
θ = angle subtended by liquid level or angle of cone	
Cylinder	
$\theta = 2 \arccos(1 - 2H/D)$	
$\theta(\text{rad}) = \theta^\circ/57.3$	
$V/V_0 = (1/2\pi)(\theta - \sin \theta)$	
Hemispherical head	
$S = 1.571D^2$	
$V = (\pi/3)H^2(1.5D - H)$	
$V_0 = (\pi/12)D^3$	
$V/V_0 = 2(H/D)^2(1.5 - H/D)$	
Elliptical head ($h = D/4$)	
$S = 1.09D^2$	
$V_0 = 0.1309D^3$	
$V/V_0 = 2(H/D)^2(1.5 - H/D)$	
Torispherical ($L = D$)	
$S = 0.842D^2$	
$V_0 = 0.0778D^3$	
$V/V_0 = 2(H/D)^2(1.5 - H/D)$	
Conical	
$H = [(D - d)/2] \tan \theta$	
$= \begin{cases} 0.5(D - d), & \theta = 45^\circ \\ 0.2887(D - d), & \theta = 30^\circ \end{cases}$	

$$H_e = \frac{1}{4} \times D \times t = 0,51 \text{ m}, 1,72 \text{ ft}, 100,67 \text{ in}$$

- **Tinggi total tangki,**

$$\begin{aligned} H_t &= H_s + 2 H_e \\ &= 2,56 \text{ m} + (2 \times 0,51 \text{ m}) \\ &= 3,58 \end{aligned}$$

Tangki direncanakan diletakkan diatas kaki penyangga yang terbuat dari besi dengan tinggi 1 m.

$$\begin{aligned} H_t &= (H_s + 2 H_e) + (\text{tinggi kaki} - H_e) \\ &= (2,56 \text{ m} + (2 \times 0,51 \text{ m})) + (1 - 0,51) \\ &= 4,07 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Tinggi cairan, H_c**

$$\begin{aligned} H_c &= \frac{\text{volume cairan}}{\text{volume tangki}} \times H_t \\ &= \frac{6,86 \text{ m}^3/\text{jam}}{7,63 \text{ m}^3} \times 3,58 \text{ m} \\ &= 3,22 \text{ m} \end{aligned}$$

E. Tekanan Desain

- **Tekanan cairan, P_c**

$$\begin{aligned} P_c &= \rho \times g \times H_c \\ &= 1.758,41 \text{ kg/m}^3 \times 9,8 \text{ m/s}^2 \times 3,22 \text{ m} \\ &= 55518,57 \text{ N/m}^2 \\ &= 0,55 \text{ atm} \\ &= 8,05 \text{ psi} \end{aligned}$$

- **Tekanan desain, P_d**

$$\begin{aligned} P_d &= P_{op} + P_c \\ &= 5 \text{ atm} + 0,55 \text{ atm} \\ &= 5,55 \text{ atm} \\ &= 81,53 \text{ psi} \end{aligned}$$

F. Tebal Tangki

- **Tebal dinding tangki, T_d**

$$T_d = \frac{PR}{SE-0,6P} + C \quad (\text{Walas, Tabel 18.3, hal 625})$$

- Tekanan desain, P : 81,53 psi
- Jari-jari tangki, R : 40,27 in
- *Allowable stress*, S : 13700 psi (Peter, Tabel 4 Hal 538)
- Efisiensi pengelasan, E : 0,85 (Peter, Tabel 4 Hal 538)
- Faktor korosi yang diizinkan : 0,002 in/thn (Perry's Tabel 23-2)
- Tahun digunakan : 10 tahun

maka,

- **Tebal Dinding Tangki (t_d)**

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{PR}{SE-0,6P} + C \\ &= \frac{81,53 \text{ psi} \times 40,27 \text{ in}}{(13700 \times 0,85) - (0,6 \times 81,53 \text{ psi})} + (0,002 \text{ in} \times 10 \text{ tahun}) \\ &= 0,3 \text{ in} \end{aligned}$$

- **Tebal elipsiodal, T_e**

$$T_e = \frac{PR}{2SE-0,2P} + C$$

$$= \frac{81,53 \text{ psi} \times 80,53 \text{ in}}{2(13700 \times 0,85) - (0,2 \times 81,53 \text{ psi})} + (0,002 \text{ in} \times 10 \text{ tahun})$$

$$= 0,3 \text{ in}$$

G. Desain Pengaduk

Untuk umpan dengan viskositas ≤ 4.000 cP, maka dipilih pengaduk jenis propeller berdaun 3. Untuk mencegah vorteks, tangki di pasang baffle (Walas, Hal 288)

288 MIXING AND AGITATION

- The three-bladed mixing propeller is modelled on the marine propeller but has a pitch selected for maximum turbulence. They are used at relatively high speeds (up to 1800 rpm) with low viscosity fluids, up to about 4000 cP. Many versions are available: with cutout or perforated blades for shredding and breaking up lumps, with sawtooth edges as on Figure 10.2(g) for cutting and tearing action, and with other than three blades. The stabilizing ring shown in the illustration sometimes is included to minimize shaft flutter and vibration particularly at low liquid levels.
- The turbine with flat vertical blades extending to the shaft is suited to the vast majority of mixing duties up to 100,000 cP or so at high pumping capacity. The simple geometry of this design and of the turbines of Figures 10.2(c) and (d) has inspired extensive testing so that prediction of their performance is on a more rational basis than that of any other kind of impeller.

Pengaduk didesain dengan standart sebagai berikut:

Dari buku Mc.Cabe hal 243

$$\frac{D_a}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{H}{D_t} = 1 \quad \frac{J}{D_t} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{E}{D_t} = \frac{1}{3} \quad \frac{W}{D_a} = \frac{1}{5} \quad \frac{L}{D_a} = \frac{1}{4}$$

Jadi :

- Diameter impeller

$$(D_a) = \frac{Dt}{3} = \frac{2,05 \text{ m}}{3} = 0,68 \text{ m} = 2,30 \text{ ft}$$

- Lebar daun impeller

$$(W) = \frac{Da}{5} = \frac{0,68 \text{ m}}{5} = 0,14 \text{ m} = 0,46 \text{ ft}$$

- Tinggi impeller dari dasar

$$(E) = \frac{Dt}{3} = \frac{2,05 \text{ m}}{3} = 0,68 \text{ m} = 2,30 \text{ ft}$$

- Panjang daun impeller

$$(L) = \frac{Da}{4} = \frac{0,68 \text{ m}}{4} = 0,17 \text{ m} = 0,57 \text{ ft}$$

- Lebar baffle

$$(J) = \frac{Dt}{12} = \frac{2,05 \text{ m}}{12} = 0,17 \text{ m} = 0,57 \text{ ft}$$

1. Kecepatan Putar Impeller (Nd)

$$\frac{Nd_i}{(\sigma g_c / \rho_L)^{0.25}} = 1.22 + 1.25 \frac{T}{d_i} \quad (6.18)$$

(Treyball, Pers 6.18 hal 154)

Diketahui interfasial tension (σ) = 72,75 dyn/cm (0,05 lb/ft) (Mc.Cabe hal 247)

For water the interfacial tension is 72.75 dyn/cm. The rise velocity of the bubbles may be assumed constant at 0.2 m/s.

$$\sigma = 0.05 \text{ lb/ft}$$

$$g_c = 32,2 \text{ ft/s}^2$$

$$Nd = 0,56 \text{ rps}$$

2. Daya Pengadukan

$$NRe = \frac{\rho N D t^2}{\mu} \quad (\text{Mc.Cabe, pers 9.17})$$

$$Nre = 424122,40$$

Karena $Nre > 10.000$, maka digunakan persamaan 9.24 Mc.Cabe

$$Pi = \frac{K t N^3 D a^5 \rho}{g_c}$$

$$= 1,24 \text{ HP}$$

Efisiensi motor 80 %

$$\text{Daya motor} = 1,54 \text{ HP}$$

H. Desain Pendingin

Jumlah air pendingin	: 2101,10 Kg/jam
Beban Pendingin (Q)	: 220469,48 Kj/Jam = 209005,1 btu/jam
T _{in}	: 50 °C = 122 °F
T Pendingin	: 25 °C = 77 °F
Ud	: 500 W/m ² C = 88 btu/hrft ² F
Densitas	: 997 Kg/m ³
ΔT	: 122 °F – 77 °F = 45 °F

1. Luas permukaan perpindahan panas

$$A = \frac{Q}{Ud \times \Delta T} \quad (\text{Kern, Pers. 6.11})$$

$$A = \frac{209005,1 \text{ btu/jam}}{88 \text{ btu/hrft}^2 \times 45 \text{ f}}$$

$$A = 52,78 \text{ ft}^2$$

2. Tinggi jaket, H_j

Jarak jaket 5 in (Coulson, Hal 775)

$$\begin{aligned} H_j &= H_c + t_e + \text{jarak jaket} \\ &= 3,22 \text{ m} + 0,008 \text{ m} + 0,127 \text{ m} \\ &= 3,36 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Diameter luar jaket, D₂

$$\begin{aligned} \text{Diameter Reaktor (D1)} &= \text{diameter tangki} + (2 \times \text{tebal dinding tangki}) \\ &= 80,53 \text{ in} + (2 \times 0,3) \text{ in} \\ &= 81,1 \text{ in} = 2,03 \text{ m} \end{aligned}$$

4. Tinggi jaket

$$\begin{aligned} \text{Tinggi jaket} &= H_c + (2 \times \text{tebal dinding tangki}) + (2 \times \text{jarak jaket}) \\ &= 3,22 \text{ m} + (2 \times 0,01 \text{ m}) + (2 \times 0,30 \text{ m}) \\ &= 3,84 \text{ m} \end{aligned}$$

5. Diameter jaket

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter luar jaket (D2)} &= D1 + (2 \times \text{jarak jaket}) \\
 &= 2,1 \text{ m} + (2 \times 0,127 \text{ m}) \\
 &= 2,31 \text{ m} \\
 &= 91 \text{ in}
 \end{aligned}$$

6. Tekanan Hidrostatik pada jaket untuk *steam*, P_{Hs}

$$\begin{aligned}
 P_{Hs} &= \rho g H_j \\
 &= 997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 3,22 \text{ m} \\
 &= 31478,52 \text{ kg/m}^2\text{s} \\
 &= 0,31 \text{ atm} \\
 &= 4,57 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

7. Tekanan Disain, P_j

$$\begin{aligned}
 P_j &= P_{\text{operasi}} + P_{Hs} \\
 &= 1 \text{ atm} + 0,31 \text{ atm} \\
 &= 1,31 \text{ atm} \\
 &= 19,26 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

8. Tebal dinding jaket, t_j

$$\begin{aligned}
 TJ &= D2 - D1 \\
 &= 2,31 \text{ m} - 2,06 \text{ m} \\
 &= 0,25 \text{ m} \\
 &= 23,62 \text{ in}
 \end{aligned}$$

2. Blower (B-3011)

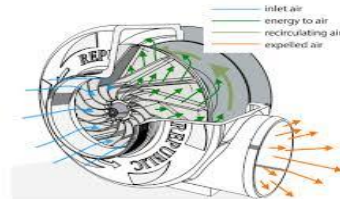
Fungsi : Alat untuk menghisap udara menuju (HE) dan (RD)

Tipe : *Centrifugal*

Bahan : *Comercial Steel*

Jumlah : 1 unit

Gambar :



Data:

Laju udara masuk : 6469,86 kg/jam

: 14263,59 lb/jam

ρ udara : 0,07289 lb/ft³ = 1,1676 kg/m³

Tekanan udara masuk : 1 atm = 76 cmHg

$$\begin{aligned} \text{Rate volumetrik udara (Q)} &= \frac{\text{Udara kering yang dibutuhkan}}{\rho \text{ udara}} \\ &= 6469,86 \text{ kg/jam} / 1,1676 \text{ kg/m}^3 \\ &= 5541,16 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Dikarenakan unit blower yang digunakan hanya satu maka laju alir volumetrik yang masuk sebanyak = 5541,16 m³/jam

$$\begin{aligned} Q &= 5541,16 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam} / 3600 \text{ s} \\ &= 1,54 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Menentukan daya blower :

$$\begin{aligned} H_p &= 1,57 \times 10^{-4} \cdot Q \cdot P^{op} && (\text{Perry, s edisi 6, hal 14-13}) \\ &= 1,57 \times 10^{-4} \times 1,54 \text{ m}^3/\text{s} \times 76 = 0,02 \text{ HP} \end{aligned}$$

3. Heater (HE-3033)

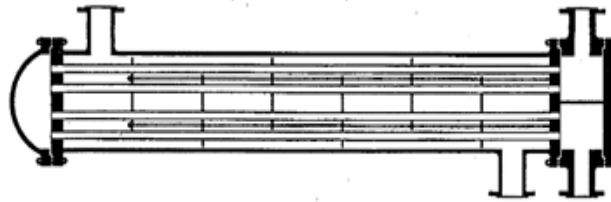
Fungsi : Alat untuk menaikkan temperatur udara

Jenis : *Shell and Tube*

Bahan : *Carbon Steel*

Jumlah : 1 unit

Gambar :



1. Data dan kondisi operasi:

Fluida Panas : *Steam*

$$\begin{aligned} W &= 161,71 \text{ kg/jam} && = 356,50 \text{ lb/jam} \\ T_1 &= 200 \text{ }^\circ\text{C} && = 392 \text{ }^\circ\text{F} \\ T_2 &= 200 \text{ }^\circ\text{C} && = 392 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Fluida Dingin :

$$\begin{aligned} w &= 6469,86 \text{ kg/jam} && = 14263,46 \text{ lb/jam} \\ t_1 &= 30 \text{ }^\circ\text{C} && = 86 \text{ }^\circ\text{F} \\ t_2 &= 75 \text{ }^\circ\text{C} && = 167 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Panas yang dibawa steam (Q) = 486.556,03 kJ/jam = 461.255,12 Btu/jam

2. LMTD (Log Mean Temperature Difference)

- Menghitung Δt

Fluida Panas (°F)	Suhu	Fluida Dingin (°F)	Selisih
392	Suhu tinggi	167	225
392	Suhu rendah	86 °F	306
	Selisih	81	-81

$$\text{LMTD} = \frac{\Delta t_2 - \Delta t_1}{\ln(\Delta t_2 / \Delta t_1)} = 263,43 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$R = \frac{T_{in} - T_{out}}{t_{out} - t_{in}} = 0 \text{ }^\circ\text{F} \quad (\text{D.Q Kern: Pers. 5.14 hal. 828})$$

$$S = \frac{t_2 - t_1}{T_1 - t_1} = 0.265 \text{ }^\circ\text{F}$$

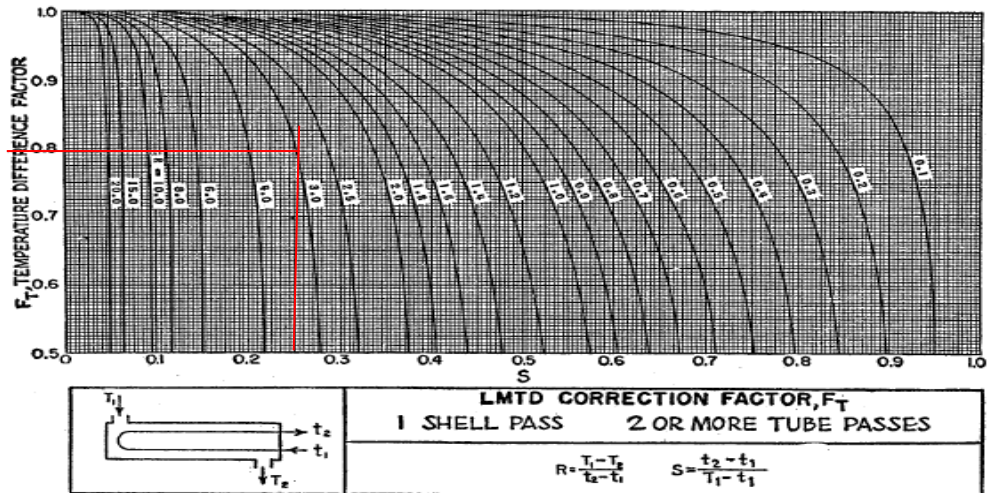


FIG. 18. LMTD correction factors for 1-2 exchangers. (Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association, 2d ed., New York, 1949.)

dari nilai R dan S maka

$$F_T = 0.8$$

$$\Delta t = LMTD * F_T \quad (\text{D.Q Kern: Pers. 7.42 hal. 828})$$

$$= 210,74 \text{ } ^\circ\text{F}$$

3. Luas Area perpindahan panas, A

Berdasarkan Tabel 8, D.Q Kern Hal 840, diperoleh :

Heaters		
Hot fluid	Cold fluid	Overall U_D
Steam	Water	200-700§
Steam	Methanol	200-700§
Steam	Ammonia	200-700§
Steam	Aqueous solutions:	
Steam	Less than 2.0 cp	200-700
Steam	More than 2.0 cp	100-500§
Steam	Light organics	100-200
Steam	Medium organics	50-100
Steam	Heavy organics	6-60
Steam	Gases	5-50¶

$$U_D = 5 \text{ btu/jam.ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Range U_D yang digunakan = 5 – 50 Btu/j.ft².°F (Kern, tabel 8 hal 840)

$$A = \frac{q}{U_D \times \Delta t}$$

$$A = 437,74 \text{ ft}^2$$

Karena nilai $A > 200 \text{ ft}^2$, maka tipe heat exchanger yang digunakan adalah *Shell and Tube*. (D.Q Kern, Hal 840, Tabel 8)

4. Spesifikasi *Shell and Tube*

HE dirancang dengan menggunakan tube 1.5 in dengan 16 ft, maka dari tabel 10 D.Q.KERN diperoleh data sebagai berikut:

TABLE 10. HEAT EXCHANGER AND CONDENSER TUBE DATA

Tube OD, in.	BWG	Wall thickness, in.	ID, in.	Flow area per tube, in. ²	Surface per lin ft, ft ²		Weight per lin ft, lb steel	
					Outside	Inside		
3/4	12	0.109	0.282	0.0625	0.1309	0.0748	0.493	
	14	0.083	0.334	0.0576		0.0874	0.403	
	16	0.058	0.370	0.1076		0.0999	0.329	
	18	0.049	0.402	0.127		0.1052	0.258	
5/8	10	0.134	0.482	0.182	0.1963	0.1263	0.985	
	11	0.120	0.510	0.204		0.1335	0.884	
	12	0.109	0.532	0.223		0.1393	0.817	
	13	0.095	0.560	0.247		0.1456	0.737	
3/4	14	0.083	0.584	0.268	0.1529	0.1529	0.647	
	15	0.072	0.603	0.289		0.1587	0.571	
	16	0.055	0.629	0.302		0.1623	0.520	
	17	0.058	0.634	0.314		0.1660	0.469	
1	18	0.049	0.652	0.334	0.1707	0.1707	0.401	
	8	0.165	0.670	0.355		0.2618	0.1754	1.61
	9	0.148	0.704	0.389			0.1842	1.47
	10	0.134	0.732	0.421			0.1916	1.35
11	0.120	0.760	0.455	0.1990	1.23			
1 1/4	12	0.109	0.782	0.479	0.2048	0.2048	1.14	
	13	0.095	0.810	0.515		0.2121	1.00	
	14	0.083	0.834	0.549		0.2183	0.890	
	15	0.072	0.856	0.576		0.2241	0.781	
1 1/2	16	0.065	0.876	0.594	0.2277	0.2277	0.710	
	17	0.058	0.884	0.613		0.2314	0.639	
	18	0.049	0.902	0.639		0.2361	0.545	
	8	0.165	0.920	0.665		0.3271	0.2409	2.09
9	0.148	0.954	0.714	0.2498	1.91			
10	0.134	0.982	0.757	0.2572	1.75			
11	0.120	1.01	0.800	0.2644	1.58			
1 3/4	12	0.109	1.03	0.836	0.3271	0.2701	1.45	
	13	0.095	1.06	0.884		0.2775	1.28	
	14	0.083	1.08	0.923		0.2859	1.13	
	15	0.072	1.11	0.960		0.2896	0.991	
1 3/4	16	0.065	1.12	0.985	0.3271	0.2932	0.900	
	17	0.058	1.13	1.01		0.2969	0.808	
	18	0.049	1.15	1.04		0.3015	0.688	
	8	0.165	1.17	1.075		0.3925	0.3063	2.57
9	0.148	1.20	1.14	0.3152	2.34			
10	0.134	1.23	1.19	0.3225	2.14			
11	0.120	1.26	1.25	0.3299	1.98			
1 3/4	12	0.109	1.28	1.29	0.3925	0.3356	1.77	
	13	0.095	1.31	1.35		0.3430	1.56	
	14	0.083	1.33	1.40		0.3492	1.37	
	15	0.072	1.36	1.44		0.3556	1.20	
1 3/4	16	0.065	1.37	1.47	0.3925	0.3587	1.09	
	17	0.058	1.38	1.50		0.3625	0.978	
	18	0.049	1.40	1.54		0.3670	0.831	

OD (in)	a" (ft ²)	BWG	L (ft)
1.5	1,37	16	30

Menentukan jumlah tube, Nt

$$Nt = \frac{A}{L \times a''} = \frac{437,74 \text{ ft}^2}{30 \text{ ft} \times 1,37^2} = 37$$

Koreksi

$$A = Nt \times L \times a'' = 437,74 \text{ ft}^2$$

$$Ud = \frac{Q}{A \times LMTD} = 5 \text{ btu/lb.ft}^2.F \quad (\text{D.Q Kern, pers. 7.6 hal 140})$$

Berdasarkan Tabel 9, diperoleh spesifikasi perancangan Heat Exchanger tipe Shell and Tube dengan :

1 1/4 in. OD tubes on 1 3/8-in. square pitch						1 1/2 in. OD tubes on 1 7/8-in. square pitch					
10	16	12	10			12	16	16	12	12	
12	30	24	22	16	16	13 1/4	22	22	16	16	
13 1/4	32	30	30	22	22	15 1/4	29	29	25	24	22
15 1/4	44	40	37	35	31	17 1/4	39	39	34	32	29
17 1/4	56	53	51	48	44	19 1/4	50	48	45	43	39
19 1/4	78	73	71	64	56	21 1/4	62	60	57	54	50
21 1/4	96	90	86	82	78	23 1/4	78	74	70	66	62
23 1/4	127	112	106	102	96	25	94	90	86	84	78
25	140	135	127	123	115	27	112	108	102	98	94
27	166	160	151	146	140	29	131	127	120	116	112
29	193	188	178	174	166	31	151	146	141	138	131
31	226	220	209	202	193	33	176	170	164	160	151
33	258	252	244	238	226	35	202	196	188	182	176
35	293	287	275	268	258	37	224	220	217	210	202
37	334	322	311	304	293	39	252	246	237	230	224
39	370	362	348	342	336						

Shell side	Tube side
ID = 19 1/4 in B = 4,8 Passes = 1	do = 1,5 in di = 1,37 in L = 30 ft Pitch tube (Pt)(in) - square = 1,7/8 Nt = 37 buah BWG = 16 Passes = 8

Diketahui bahwa baffle space 1/3 - 1/5 ID shell < B < ID shell (Peter, Hal 610)

shell side, Udara	tube side, Steam
<p>Flow area</p> <p>Pers 7.48 Hal 150</p> $\alpha'_{shell} = \frac{ID \times C \times B}{144 \times PT}$ $= 0.13 \text{ ft}^2$ <p>Mass velocity</p> $Gs = \frac{W}{a'}$ $= 110855,14 \text{ lb/jam ft}^2$ $Ds = \frac{4 \times (P_T^2 - \frac{\pi \times do^2}{4})}{\pi \times do}$ <p>Ds = 1,4867 in = 0.1283 ft</p> $Re = \left(\frac{Ds \cdot Gs}{\mu} \right)$ <p>Pers 3.6 Hal 41</p> $= 283646,510$ <p>Faktor perpindahan panas, jHt</p> <p>Kern Fig 28 Hal 838</p>	<p>Flow area</p> $a'_t = 0.594$ $a_t = \frac{N \times a}{144 \times n}$ $\alpha'_{tube} = 0,019 \text{ ft}^2$ <p>Mass velocity</p> $Gs = \frac{W}{a'}$ $= 18597,96 \text{ lb/jam ft}^2$ <p>NRe, bilangan Reynold</p> <p>$\mu = 0.016 \text{ cp} = 0,0387 \text{ lb/ft. jam}$</p> <p>D = 1.12 in = 0.093 ft</p> $Re = \left(\frac{Dt \cdot Gt}{\mu} \right)$ <p>Pers 3.6 Hal 41</p> $= 54852,39$ <p>Faktor perpindahan panas, jHt</p> <p>Di plot nilai Re untuk mendapatkan</p>

<p>Di plot nilai Re untuk mendapatkan nilai $jH = 350$</p> <p>Koefisien perpindahan panas</p> <p>$t_c = 126,5 \text{ } ^\circ\text{F}$</p> <p>$c = 0,25 \text{ Btu/lb. } ^\circ\text{F}$ Fig 2 Hal 804</p> <p>Nilai k diambil dari Tabel 4 Kern Hal 800</p> <p>$k = 0.0183 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F/ft}$</p> $\left(\frac{c \mu}{k}\right)^{1/3}$ <p>$= 0,87$</p> <p>Outside Film Coefficient, h_o</p> <p style="text-align: right;">Pers 6.15 Hal 111</p> <p>$h_o = Jh \cdot \frac{k}{D} \cdot \left(Cp \frac{\mu}{k}\right)^{1/3}$</p> <p>$h_o = 45,07 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$</p> <p>Saat $t_w = 224,34 \text{ } ^\circ\text{F}$ maka</p> <p>$\mu_w = 0.035$ Fig 14 Hal 823</p> <p>$= 2,41 \text{ lb/ft jam}$</p> <p>$\phi_s = \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0.14} = 0,97$</p> <p>Koreksi h_o</p> <p>$h_o = h_o \times \phi_s$</p> <p>$= 43,44 \text{ btu/jam.ft}^2$</p>	<p>nilai $jH = 180$</p> <p>Inside Film Coefficient, h_i</p> <p>$h_i = Jh \cdot \frac{k}{D} \cdot \left(Cp \frac{\mu}{k}\right)^{1/3}$</p> <p>$h_i = 28,80 \text{ Btu/jam. ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$</p> <p>$h_{io} = h_i \times \frac{ID}{OD}$</p> <p>$h_{io} = 26,30 \text{ btu/jam ft}^2 \cdot ^\circ\text{F}$</p> <p>Tube Wall Temperature, t_w</p> <p>$t_w = t_c + \frac{h_{io}/\phi_t}{h_{io} + h_o}$</p> <p>$t_w = 224,34 \text{ } ^\circ\text{F}$ maka</p> <p>$\phi_t = \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^{0.14} = 0,992$</p> <p>Koreksi h_{io}</p> <p>$h_{io} = h_{io} \times \phi_t$</p> <p>$= 26,08 \text{ btu/jam.ft}^2$</p>
---	--

Clean Overall Coefcient, U_c

$$U_c = \frac{h_{io} \times h_o}{h_{io} + h_o}$$

$U_c = 16,30 \text{ BTU/h(ft}^2)(^\circ\text{F)}$

$$U_d = \frac{q}{A_{design} \times LMTD}$$

$U_d = 7,5 \text{ BTU/h(ft}^2)(^\circ\text{F)}$

Dirt factor (Rd)

$$Rd = \frac{Uc - Ud}{Uc \times Ud}$$

$Rd = 0,072$

Pressure drop

<i>Shell</i>	<i>Tube</i>
<p>Re = 283646,510 F = 0,0012 (Fig.29 Kern)</p> <p>No. Of crosses, N+1 = 12L/B = 12 x 30/4,81 = 74,81</p> $\Delta Ps = \frac{f \times G_s^2 \times D_s \times N + 1}{5,22 \times 10^{10} \times De \times s \times \Phi_s}$ <p>$\Delta Ps = 0,03 \text{ Psi}$</p>	<p>Re = 54852 F = 0,00018 (Fig.26 Kern)</p> $\Delta Pt = \frac{1}{2} \frac{f \times G_t^2 \times L \times n}{5,22 \times 10^{10} \times D \times s \times \Phi_t}$ <p>= 0.001 Psi</p> $\Delta Pr = \frac{4n}{s} \times \frac{v^2}{2g}$ <p>= $\frac{4 \times 2}{0,98} \times 0,001$ = 0,016 Psi</p> <p>$\Delta Pf = 0.05 \text{ psi}$</p>

Karena $\Delta Ps < 10 \text{ psi}$, layak digunakan (D.Q.Kern, 1983)

4. Rotary Dryer (RD-3011)

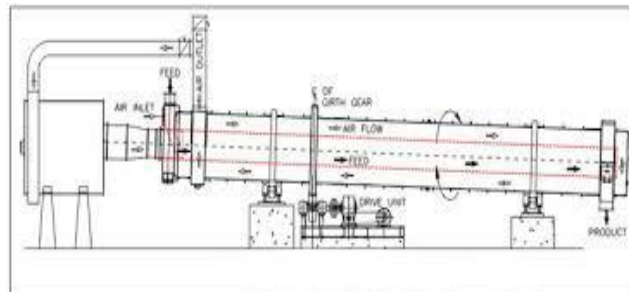
Fungsi : Alat untuk mengeringkan aluminium hidroksida

Tipe : *Rotary dryer*

Bahan : *Stainless steel*

Jumlah : 1 unit

Gambar :



Data :

Laju alir massa masuk (F) = 13127,19 kg/jam

Beban panas (Q) = 500350,64 kJ/jam = 1981389 Btu/jam

P campuran = 1312,99 kg/m³

Temperatur masuk udara pengering = 75 °C = 167 °F

Temperatur umpan masuk = 40 °C = 104 °F

Temperatur umpan keluar = 55 °C = 131 °F

Temperatur udara = 30 °C = 86 °F

$$\begin{aligned} V &= \frac{F}{\rho_{\text{campuran}}} \\ &= \frac{13127,19 \text{ kg/jam}}{1312,99 \text{ kg/m}^3} \\ &= 9,998 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Faktor kelonggaran (f_k) = 10 %

$$\begin{aligned} \text{Volume rotary dryer} &= V + f_k \\ &= 9,998 \text{ m}^3 \times (1 + 0,1) \\ &= 10,998 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

1. Menentukan luas permukaan *rotary dryer* (A)

$$U_d = 100 \text{ btu/jam.}^\circ\text{F.ft}^2 \quad (\text{Kern,1965})$$

$$\begin{aligned} \text{LMTD} &= \frac{(167-104)-(167-131)}{\ln (167-104)/(167-131)} \\ &= 111,09 \text{ }^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Luas permukaan Rotary dryer, A yaitu:

$$\begin{aligned} A &= \frac{Q}{U_d \times \text{LMTD}} \\ &= \frac{1981389 \text{ Btu/jam}}{100 \text{ btu/jam.}^\circ\text{F.ft}^2 \times 111,09 \text{ }^\circ\text{F}} \\ &= 178,35 \text{ ft}^2 \end{aligned}$$

2. Menentukan diameter rotary dryer

Rate udara kering masuk = 6469,86 kg/jam

Range kecepatan udara = 1.800-18.000 kg/jam (Perrys, 7 ed, chap 12)
= 4000 kg/jam

$$D^2 = \frac{\text{Massa udara kering masuk}}{\frac{\pi \times \text{kecepatan udara}}{4}}$$

$$D = 1,03 \text{ m} = 3,47 \text{ ft}$$

3. Menentukan panjang rotary dryer

Rasio panjang berbanding dengan diameter rotary dryer adalah 4-10 (Perrys, 7 ed, chap 12), dipilih L/D adalah 4

$$L = 4D = 4 \times 1,03 \text{ m} = 4,12 \text{ m} = 13,89 \text{ ft}$$

4. Menentukan kecepatan putaran

Kecepatan putaran linear dari rotary dioperasikan antara 60-75 ft/menit (hal.12-54, perry, 1999), untuk desain alat diambil 65 ft/menit

$$N = \frac{n}{\pi \cdot D} = \frac{60}{3,14 \times 13,88} = 5,50 \text{ rpm}$$

5. Menghitung waktu tinggal

Hold up padatan Hold up mempunyai range 10-15% (perrys, 7 ed, 1999) Untuk desain alat ini diambil 10% volume, sehingga:

$$V = \pi \times r^2 \times L$$

$$= 13,73 \text{ m}^3$$

$$\text{Hold Up} = 12\% \times V = 0,12 \times 13,73 \text{ m}^3 = 1,64 \text{ m}^3$$

Maka waktu tinggal didalam rotary dryer adalah:

$$\text{Waktu tinggal} = \frac{\text{hold up} \times \rho}{F}$$

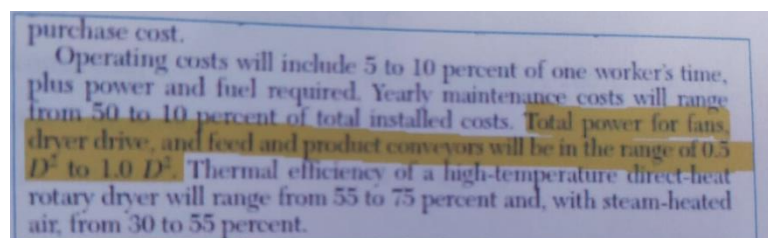
$$= \frac{1803,25 \text{ kg}}{13.127,19 \text{ kg/jam}}$$

$$= 0,13 \text{ jam}$$

$$= 8,2 \text{ menit}$$

6. Daya rotary dryer

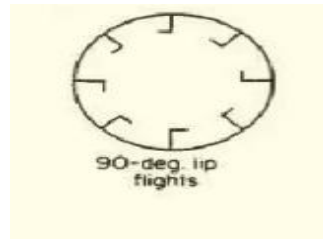
Daya motor rotary dryer dapat dihitung dengan persamaan:



$$\begin{aligned}
 \text{Power} &= 1.0 \times D^2 \\
 &= 1,0 \times (3,47)^2 \text{ ft} \\
 &= 1.1 \text{ HP}
 \end{aligned}$$

7. Menentukan jumlah flight

Jenis flight dipilih jenis 90° lip flight (Perry, chap 12)



$$\begin{aligned}
 \text{Tinggi flight (H)} &= 1/10 D \\
 &= 1/10 \times 1,03 \text{ m} \\
 &= 0,103 \text{ m} = 10,30 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Range jumlah flight untuk rotary dryer = $2,4 - 3 D$ (Perry, ed 7. Chap 12)

Diambil $3 D$ untuk diameter $> 2 \text{ ft}$ sehingga jumlah flight adalah:

$$\begin{aligned}
 N \text{ flight} &= 3 \times 3,47 \\
 &= 10 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar flight} &= \frac{\pi \times D}{N} \\
 &= \frac{3,14 \times 3,47}{5,50} \\
 &= 1,98 \text{ ft} = 0,60 \text{ m}
 \end{aligned}$$

8. Menentukan kemiringan (slope) rotary dryer

Kemiringan dari rotary dryer bervariasi mulai dari $0-8 \text{ cm/m}$ atau $0-0,08 \text{ ft/ft}$.

materials in a 0.3- by 2-m rotary dryer has been presented by Friedman and Marshall (ibid.). Rotary dryers operate at peripheral speeds of 0.25 to 0.5 m/s. Slopes of rotary-dryer shells vary from 0 to 8 cm/m. In some cases of cocurrent-flow operations, negative slopes have been used. The radial flight heights in a direct dryer will range from one-twelfth to one-eighth of the dryer diameter. The number of flights will range from $0.6 D$ to D , where D = diameter, m, for dryers larger than

Sumber : (Perry's 7ed, chap. 12)

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{0,19 \times L}{N \times D \times t} \\
 S &= \frac{0,19 \times 13,89}{5,50 \times 3,47 \times 8,24} \\
 S &= 0,017 \text{ ft/ft}
 \end{aligned}$$